



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2009 009 592.6**

(22) Anmeldetag: **19.02.2009**

(43) Offenlegungstag: **26.08.2010**

(51) Int Cl.⁸: **G01N 25/18** (2006.01)

(71) Anmelder:
**Clyde Bergemann GmbH Maschinen- und
Apparatebau, 46485 Wesel, DE**

(74) Vertreter:
**KNH Patentanwälte Kahlhöfer Neumann Rößler
Heine, 40210 Düsseldorf**

(72) Erfinder:
**Frach, Manfred, 46485 Wesel, DE; Mußmann,
Bernd, 47495 Rheinberg, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
zu ziehende Druckschriften:

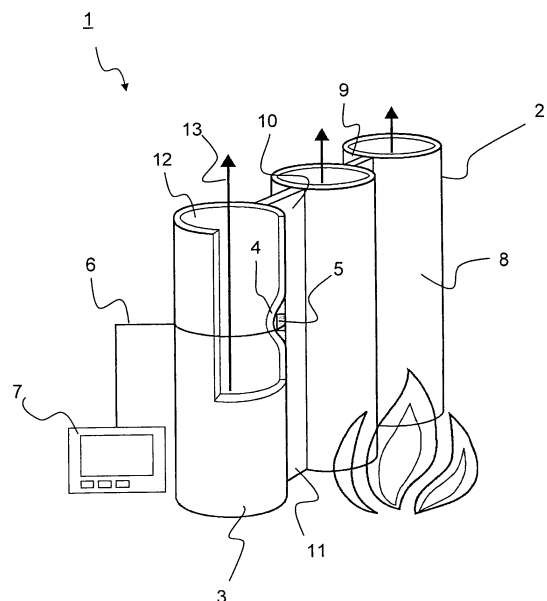
EP	17 60 441	A1
US	68 48 373	B2
US	64 85 174	B1
US	45 27 908	A
US	37 24 267	A

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Messeinrichtung für einen Wärmetauscher**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft eine Messeinrichtung (1) für einen Wärmetauscher (2), der eine mit Stegen (11) beabstandete Druckrohranordnung (10) mit einer Feuerungsseite (8) und einer Isolationsseite (9) aufweist und mit mindestens einem Wärmestromsensor (5) ausgeführt ist, wobei der Wärmestromsensor (5) an der Feuerungsseite (8) so angeordnet ist, dass dort wenigstens zwei Temperaturen T_1 und T_2 und deren Temperaturdifferenz ermittelbar sind, und zusätzlich wenigstens ein Temperatursensor (16) zur Messung einer Temperatur T_3 an der Isolationsseite (9) und beabstandet zum Wärmestromsensor (5) angeordnet ist.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Messeinrichtung für einen Wärmetauscher, der eine mit Stegen beabstandete Druckrohranordnung mit einer Feuerungsseite und einer Isolationsseite aufweist. Weiterhin betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Bestimmung von Wärmeflüssen an einer Druckrohranordnung, einen Wärmetauscher mit einer Messeinrichtung sowie die Verwendung einer Messeinrichtung zur Messung des Wärmeflusses.

[0002] Im Stand der Technik ist es bekannt, die Druckrohranordnungen, die in der Regel Bestandteile von Wärmetauschern oder Wärmetauscherwänden bilden, hinsichtlich des darin stattfindenden Wärmeflusses zu überwachen. So ist bspw. aus der WO 2004/036116 A2 eine Wärmeflussmesseinrichtung für Druckrohre sowie ein Verfahren zum Messen eines Wärmeflusses durch Druckrohre bekannt. Die darin beschriebenen Wärmeflussensoren sind als integraler Bestandteil der Druckrohre ausgebildet. Aufgrund der hohen Kosten ist es in der Praxis jedoch wünschenswert, die Wärmeflussensoren in der erforderlichen Anzahl zu reduzieren. Hierdurch können jedoch Lücken bei der Überwachung des Wärmeflusses an Druckrohranordnungen entstehen, so dass in diesen Lücken ggf. auftretende Anlagerungen nicht rechtzeitig erkannt und abgereinigt werden können.

[0003] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist daher, die sich aus dem Stand der Technik ergebenden Probleme zumindest teilweise zu lösen und insbesondere eine verbesserte Erfassung der Wärmeströme an Druckrohranordnungen zu schaffen, wobei die Anzahl der benötigten Wärmestromsensoren gegenüber bekannten Vorrichtungen beibehalten oder sogar reduziert werden kann.

[0004] Diese Aufgaben werden mit einer Messeinrichtung gemäß dem Patentanspruch 1 sowie einem Verfahren gemäß Patentanspruch 5 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den abhängig formulierten Patentansprüchen angegeben. Es ist darauf hinzuweisen, dass die in den Patentansprüchen einzeln angeführten Merkmale in beliebiger, technologisch sinnvoller, Weise miteinander kombiniert werden können und weitere Ausgestaltungen der Erfindung aufzeigen. Die Beschreibung, insbesondere im Zusammenhang mit den Figuren, erläutert die Erfindung und gibt zusätzliche Ausführungsbeispiele an.

[0005] Zur Lösung dieser Aufgabe ist die erfindungsgemäße Messeinrichtung für einen Wärmetauscher so ausgebildet, dass der Wärmetauscher eine mit Stegen beabstandete Druckrohranordnung mit einer Feuerungsseite und einer Isolationsseite aufweist und mit mindestens einem Wärmestromsensor ausgeführt ist. Der Wärmestromsensor ist an der Feuerungsseite so angeordnet, dass dort wenigstens zwei Temperaturen T_1 und T_2 und deren Temperaturdifferenz ermittelbar sind. Weiterhin ist zusätzlich wenigstens ein Temperatursensor zur Messung einer Temperatur T_3 an der Isolationsseite und beabstandet zum Wärmestromsensor angeordnet.

[0006] Die vorliegende Erfindung hat erkannt, dass es bereits ausreichend ist, zusätzlich zu den Wärmestromsensoren, zusätzliche Temperatursensoren zur Ermittlung einer Temperatur T_3 im Umfeld des Wärmestromsensors zu verwenden. Mit Hilfe dieser beabstandet zum Wärmestromsensor angeordneten Temperatursensoren kann ein weiterer Wärmestrom zwischen dem zusätzlichen Temperatursensor T_3 und einem weiteren Punkt bekannter Temperatur ermittelt werden. Solche Punkte sind bspw. die Stellen, an denen die Temperatursensoren des Wärmestromsensors angeordnet sind. Ein anderer ganz besonderer Punkt mit bekannter Temperatur ist aber auch an der Innenseite der Druckrohre zu finden. Dort herrscht, wie die Erfindung festgestellt hat, an der gesamten Rohrinne Seite die annähernd gleiche Temperatur. Diese Temperatur entspricht dabei mit nur sehr geringen Abweichungen der Temperatur des darin durchströmenden Wasserdampfes. Die Innentemperatur der Druckrohre ist weitestgehend unabhängig von einer feuerungsseitigen oder isolationsseitigen Raumlage innerhalb des Druckrohres. Hierbei ist die Feuerungsseite, die einem Brennraum zugewandte Seite der Druckrohranordnung, und die Isolationsseite, die der Feuerung abgewandten Seite der Druckrohranordnung. Die Erkenntnis, dass nun die Oberflächentemperatur der gesamten Innenseite der Druckrohre annähernd gleich ist, nutzt die Erfindung aus, um einen Wärmestrom zwischen dem Ort des Temperatursensors, welcher die Temperatur T_3 misst, und einem nächstliegenden Punkte auf der Innenseite eines Druckrohres zu ermitteln. Im Ergebnis kann so mittels eines Wärmestromsensors und nur eines zusätzlichen Temperatursensors die Möglichkeit geschaffen werden, zwei unterschiedliche Wärmeströme zu bestimmen. Hierdurch können, gegenüber der bisher üblichen Anordnung von zwei Wärmestromsensoren, erhebliche Kosten eingespart werden und gleichzeitig eine verbesserte Überwachung der Druckrohranordnung im Hinblick auf bspw. Anlagerungen, Beschädigungen oder Verschmutzungen überwacht werden, die sich jeweils in geänderten Wärmeströmen niederschlagen.

[0007] Außerdem ist es für die Lebensdauer und die Belastung der verwendeten Temperatursensoren vorteil-

haft, wenn der wenigstens eine zusätzliche Temperatursensor an der Isolationsseite der Druckrohranordnung angeordnet ist. Hierdurch werden die thermische Belastung und das Einwirken der Feuerung auf die relativ empfindlichen Temperatursensoren deutlich verringert, so dass diese günstiger ausgeführt werden können und gleichzeitig eine höhere Betriebsdauer erreichen.

[0008] Bevorzugt ist, dass einem/jedem Wärmestromsensor eine Mehrzahl von Temperatursensoren zugeordnet sind, bevorzugt mit einem Abstand, der nicht größer als 10 Meter, insbesondere 2 Meter, beträgt.

[0009] Unter einem Wärmestromsensor wird hier insbesondere ein Messfühler verstanden, bei dem mindestens zwei Thermoelemente entweder auf der Oberfläche eines Druckrohres aufgebracht oder alternativ in eine verdickte Leitung eingebracht sind. Bei einer Ausführungsvariante wird ein Thermoelement in einer lokalen Konkavität des Druckrohres eingebettet. Ganz besonders bevorzugt ist der Aufbau gemäß der WO 2004/036116 A2, die hierzu vollständig in Bezug genommen wird. Außerdem ist folgende Ausführung bevorzugt:

Sensoren:	4 Thermoelemente (redundante Ausführung)
Messgenauigkeit:	+/-2%
Messbereich:	0 bis $0,4 \times 10^6$ W/m ² [Watt/Quadratmeter]
Ausgangssignal:	mV [Millivolt]
Kalibrierung:	einzelk kalibriert in V/Wm ² [Volt/Watt und Quadratmeter].

[0010] Unter einem Temperatursensor wird insbesondere ein einzelner (Halbleiter-)Sensor (z. B. mit konstanter Pt-Kennlinie) verstanden, insbesondere nach Art eines PTC oder NTC. Bevorzugt sind zumindest 4 Temperatursensoren einem Wärmestromsensor zugeordnet.

[0011] Bei einer besonders bevorzugten Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass mehrere Temperatursensoren um den Wärmestromsensor herum eine Linie, eine Kurve oder ein Gitter auf der Druckrohranordnung ausbilden. Ordnet man bspw. einen Temperatursensor oberhalb des Wärmestromsensors an und einen weiteren unterhalb des Wärmestromsensors, so spannen diese eine Linie oder eine Kurve auf. Die beiden Temperatursensoren und der Wärmestromsensor liegen dabei auf der Kurve oder Linie. Alternativ könnten die Temperatursensoren aber auch in einer kreisförmigen Kurve um den Wärmestromsensor herum angeordnet sein. Neben einer Kreisbahn ist auch jede beliebige geometrische Kurvenform denkbar. Ganz besonders bevorzugt ist es, wenn mehrere Temperatursensoren ein Gitter auf der Druckrohranordnung ausbilden, innerhalb dessen der Wärmestromsensor liegt. So kann mittels weniger zusätzlicher Temperatursensoren eine relativ großflächige Überwachung der Wärmeströme in der Druckrohranordnung realisiert werden.

[0012] Als günstig hat es sich dabei erwiesen, wenn der wenigstens eine Temperatursensor an einem Steg der Druckrohranordnung angeordnet ist. Die Stege dienen bei Druckrohranordnungen zur Verbindung der Druckrohre und bilden mit den Druckrohren zusammen eine Wärmetauscherwand. Ordnet man die Temperatursensoren nun an dem Steg an, so kann der Wärmestrom zwischen dem Ort des Temperatursensors am Steg und dem dazu nächstliegenden Punkt der Druckrohrinnenseite sehr genau berechnet werden. Insbesondere ist es dabei vorteilhaft, wenn der Temperatursensor in gleichem Abstand zu zwei benachbarten Druckrohren angeordnet ist, da er hierdurch bspw. gleichzeitig für Messungen an zwei benachbarten Druckrohren mit jeweils einem Wärmestromsensor geeignet ist. Weiterhin können die so ermittelten benachbarten Wärmeströme durch einen anschließenden Vergleich der Messwerte besonders gut auf ihre Plausibilität hin überprüft werden.

[0013] Schließlich ist es für die Messeinrichtung vorteilhaft, wenn der wenigstens eine Temperatursensor und der wenigstens eine Wärmestromsensor mit einer Auswerteeinrichtung verbunden ist. Eine solche Auswerteeinrichtung kann bspw. eine programmierbare Rechenanlage sein, die eine Auswertung der ermittelten Temperaturen nach einem vorgegebenen Programm ausführt. Insbesondere kann als Ergebnis der Auswertung durch die Auswerteeinrichtung eine Steuerung von Reinigungseinrichtungen veranlasst werden, die bei ggf. festgestellten Verschmutzungen und Ablagerungen an den Druckrohranordnungen der Wärmetauscher Reinigungsmaßnahmen ausführen.

[0014] Die mittels der Messeinrichtung gewonnenen und ausgewerteten Daten dienen insbesondere zum Betrieb mindestens eines Reinigungssystems im Inneren des mit Rauchgas beströmten Wärmetauschers, so dass während des Betriebes bedarfsgerecht und gezielt die Feuerungsseite des Wärmetauschers von Schlacke, Asche und ähnlichem befreit werden kann. Zu diesem Zweck können zum Beispiel so genannte Wasserlanzenbläser oder Rußbläser, wie sie von der Anmelderin angeboten werden, eingesetzt werden.

[0015] Die vorstehend genannten Aufgaben werden ebenfalls gelöst von einem Verfahren zur Bestimmung von Wärmeflüssen an einer Druckrohranordnung mit einer Messeinrichtung gemäß einem der vorhergehenden Patentansprüche umfassend die Schritte:

- a) Erfassen eines ersten Wärmestroms Q_1 durch Messen einer ersten Temperatur T_1 und einer zweiten Temperatur T_2 mittels eines Wärmestromsensors;
- b) Messen wenigstens einer dritten Temperatur T_3 mit wenigstens einem weiteren Temperatursensor; und
- c) Bestimmen eines zweiten Wärmestromes Q_2 mittels der gemessenen Temperaturen T_1 , T_2 , T_3 sowie bekannter Dampfparameter des das Druckrohr durchströmenden Dampfes.

[0016] Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren ist es möglich, anhand einer geringen Anzahl von Messgrößen, die zudem einfach und preiswert zu ermitteln sind, zusätzliche Wärmeströme an der Druckrohranordnung zu ermitteln.

[0017] Bevorzugt ist in diesem Zusammenhang, dass der zweite Wärmestrom Q_2 berechnet wird.

[0018] Mit diesem Verfahren können bei reduziertem apparativem Aufwand gleichwohl redundante Daten über einen großen Bereich der Wärmeanlage gewonnen und zu deren Betrieb und/oder Reinigung eingesetzt werden.

[0019] Bei einer ganz besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass aus einer Mehrzahl von ermittelten Temperaturen, die in einem Abstand zum Wärmesensor gemessen wurden, eine Verteilung des Wärmestromes entlang einer Linie, Kurve oder über ein Gitter ermittelt wird. Hierdurch kann mit den aufgezeigten geringen Mitteln eine großflächige Erfassung der Wärmeströme realisiert werden, die andernfalls eine Vielzahl von Wärmestromsensoren erfordern würde.

[0020] Bei einer weiteren vorteilhaften Ausbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist vorgesehen, dass ein Wärmestrom in der Umgebung wenigstens eines Wärmestromsensors mittels der Auswerteeinrichtung ermittelt wird, wobei die Auswerteeinrichtung mindestens eine von dem wenigstens einem Temperatursensor gemessene Temperatur T_3 zur Berechnung des zweiten Wärmestroms nutzt. Die Auswerteeinrichtung kann dazu bspw. eine Rechenanlage sein, die zur Abarbeitung von Programmen geeignet ist. Mit Hilfe eines solchen Programms kann aus den genannten Messwerten neben dem vom Wärmestromsensor ermittelten Wärmestrom wenigstens ein weiterer Wärmestrom berechnet werden. Weiterhin kann die Auswerteeinrichtung auch mehrere zusätzliche Wärmeströme berechnen und anschließend zur Ermittlung einer flächigen Verteilung der ermittelten Wärmeströme verwendet werden, so dass etwa eine grafische Verteilung der Wärmeströme ausgegeben werden kann. Weiterhin kann in der Auswerteeinrichtung eine Auswertung der zusätzlich gewonnenen Informationen vorgenommen werden.

[0021] Aus dem zeitlichen Verlauf der Wärmeströme Q_1 und Q_2 bis Q_n können jeweils Verschmutzungszustände ermittelt werden. Je nachdem wie der Verschmutzungszustand ist, können der Einsatz von so genannten online-Reinigungsgeräten (Klopfer, Rußbläser, Schlauchsysteme, Lanzenbläser, etc.) und/oder die Reinigungsfiguren der Wasserlanzenbläser noch selektiver angesteuert werden. Das heißt, es ist eine größere Auflösung von Reinigungsfiguren möglich und es ist mit den zusätzlichen gemessenen Wärmeströmen und Temperaturinformationen eine detailliertere Ansteuerung der Onload Reinigungsgeräte möglich. Beispielsweise sind hier die Wasserlanzenbläserfiguren zu nennen. Denn die zusätzlichen Informationen können dazu beitragen, die Reinigungsparameter innerhalb einer Reinigungsfigur zu verändern. Insbesondere könnte der erste Teil einer Reinigungsfigur mit intensiven Reinigungsparametern gereinigt werden, da der Verlauf des Wärmestroms Q_1 eine sehr starke Verschmutzung indiziert und der zweite Teil der Reinigungsfigur könnte mit weniger intensiven Reinigungsparametern gereinigt werden, da der Verlauf des Wärmestroms Q_2 eine geringere Verschmutzung darstellt.

[0022] Der weiterhin von der Erfindung beanspruchte Wärmetauscher mit einer Messeinrichtung nach einem der vorhergehenden Patentansprüche 1 bis 5 hat den Vorteil, dass diese mit nur einem oder sehr wenigen Wärmestromsensoren großflächig hinsichtlich der tatsächlich auftretenden Wärmeströme überwachbar ist.

[0023] Vorteilhaft ist zudem die Verwendung der erfindungsgemäßen Messeinrichtung bei der Ermittlung von Wärmeflüssen der Druckrohranordnung in einem Verbrennungskessel, welche einen besonders zuverlässigen und langen Betriebszyklus des Verbrennungskessels zwischen zwei Revisionen erlaubt. Der Betrieb des Verbrennungskessels kann so mit einer reduzierten Anzahl an Wärmestromsensoren durchgeführt werden, da die verbleibenden Temperatursensoren noch eine redundante, zuverlässige und ausreichend genaue Ermittlung von Wärmeströmen in der Druckrohranordnung liefern, so dass bspw. eine gezielte Abreinigung und Überwa-

chung der Funktion der Druckrohranordnung möglich ist.

[0024] Die Erfindung sowie das technische Umfeld werden nachfolgend anhand der Figuren näher erläutert. Es ist darauf hinzuweisen, dass die Figuren besonders bevorzugte Ausführungsvarianten der Erfindung zeigen, auf diese jedoch nicht beschränkt ist. In der Zeichnung zeigt schematisch:

[0025] [Fig. 1](#): eine schematische Schrägansicht einer erfindungsgemäßen Druckrohranordnung;

[0026] [Fig. 2](#): eine horizontale Schnittansicht durch eine erfindungsgemäße Druckrohranordnung; und

[0027] [Fig. 3](#): eine weitere Schrägansicht einer erfindungsgemäßen Druckrohranordnung.

[0028] In [Fig. 1](#) ist eine erfindungsgemäße Messeinrichtung **1** für einen Wärmetauscher **2** in einer Schrägansicht dargestellt. Ein erstes Druckrohr **3** ist dabei in einem teilweise geschnittenen Zustand dargestellt, wobei gut erkennbar ist, dass in einer Verprägung **4** ein Wärmestromsensor angeordnet ist, der über eine Leitung **6** mit einer Auswerteeinrichtung **7** verbunden ist.

[0029] Der in [Fig. 1](#) gezeigte Wärmetauscher weist eine Feuerungsseite **8** und eine Isolationsseite **9** auf. Die Feuerungsseite **8** ist die der Feuerung zugewandte Seite der Druckrohranordnung **10**. Die Druckrohranordnung **10** besteht neben den Druckrohren **3** aus dazwischen liegenden Stegen **11**. An den Innenseiten **12** der Druckrohre **3** strömt in Richtung der Pfeile **13** Dampf durch die Druckrohre **3** und nimmt dabei die von der Feuerungsseite **8** auf die Druckrohranordnung **10** einwirkenden Wärmeströme auf.

[0030] In [Fig. 2](#) ist nun eine bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung in einer horizontalen Schnittansicht dargestellt. Die Messeinrichtung **1** besteht dabei wiederum aus einem Wärmetauscher **2**, der die Druckrohre **3** sowie die dazwischen liegenden Stege **11** umfasst. Der obere Bereich der Zeichnung zeigt die Feuerungsseite **8**, und der untere Bereich zeigt die Isolationsseite **9**. In der Verprägung **4** des mittleren Druckrohres **3** ist ein Wärmestromsensor **5** angeordnet, der zwei Temperatursensoren **14**, **15** umfasst. Grundsätzlich ist dabei anzumerken, dass der Wärmestromsensor **5** wenigstens zwei Temperatursensoren **14**, **15** umfasst, wobei durchaus aber auch Wärmestromsensoren mit drei oder mehr Temperatursensoren denkbar sind. Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel ist der Bereich des Wärmestromsensors **5** noch einmal vergrößert dargestellt. In dieser vergrößerten Darstellung ist gut erkennbar, dass der Wärmestromsensor **5** den ersten Temperatursensor **14** zur Messung der Temperatur T_1 und den zweiten Wärmestromsensor **15** zur Messung der Temperatur T_2 aufweist. Weiterhin umfasst die erfindungsgemäße Messeinrichtung einen dritten Temperatursensor **16**, der zur Ermittlung einer dritten Temperatur T_3 genutzt wird. Da die Erfindung nun erkannt hat, dass an der gesamten Innenseite **12** der Druckrohre **3** stets die Temperatur des durchströmenden Dampfes vorherrscht, kann nun neben einem ersten Wärmestrom **17**, der mit Q_1 bezeichnet ist, ein zweiter Wärmestrom **18**, der mit Q_2 bezeichnet ist, zwischen dem dritten Temperatursensor **16** und bspw. dem Punkt **19** an der Innenseite **12** des Druckrohres **3** berechnet werden. Bei der in [Fig. 2](#) gezeigten Ausführungsform der Erfindung ist der dritte Temperatursensor **16** zwischen zwei Stegwänden **11** angeordnet und damit sowohl zur Feuerungsseite **8** als auch zur Isolationsseite **9** geschützt. Bei anderen Ausführungsformen der Erfindung kann der dritte Temperatursensor **16** aber auch unmittelbar auf der Oberfläche der Isolationsseite **9** angeordnet sein. Weiterhin sind am Druckrohr **3** wiederum Leitungsmittel **6** vorgesehen, welche den Wärmestromsensor **5** und den Temperatursensor **16** mit einer Auswerteeinrichtung **7** verbinden.

[0031] In [Fig. 3](#) ist schließlich eine Ansicht von schräg oben auf eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Messeinrichtung **1** dargestellt. Am mittleren Druckrohr **3** ist der Wärmestromsensor **5** angeordnet. Um den Wärmestromsensor herum spannen vier dritte Temperatursensoren **16.1**, **16.2**, **16.3** und **16.4** ein Gitter um den Wärmestromsensor **5** auf. Zusätzlich zu dem normal zur Zeichnungsebene ausgerichteten ersten Wärmestrom **17** kann mit dieser Vorrichtung eine Mehrzahl zusätzlicher Wärmeströme $Q_{2,1}$, $Q_{2,2}$, $Q_{2,3}$ und $Q_{2,4}$ ermittelt werden. Hierdurch ist es möglich, die Wärmeströme im Druckrohr **3** und den benachbarten Stegen **11** flächig und sehr genau zu überwachen, wobei gleichzeitig nur ein geringer vorrichtungstechnischer Aufwand benötigt wird.

[0032] Insgesamt ist somit festzustellen, dass die vorliegende Erfindung erhebliche Vorteile bei nur sehr geringem technischem Aufwand ermöglicht. Die vorliegende Erfindung ist weiterhin nicht auf die dargestellten Ausführungsbeispiele beschränkt. Vielmehr sind im Rahmen der Erfindung zahlreiche Abwandlungen möglich, die unter den Wortlaut der Patentansprüche fallen. So können bspw. anstelle der dargestellten Geometrien und Anordnungen zahlreiche weitere gewählt werden, mit denen die vorliegende Erfindung realisierbar ist.

Bezugszeichenliste

2	Messeinrichtung
3	Wärmetauscher
4	Druckrohr
5	Verprägung
6	Wärmestromsensor
7	Leitung
8	Auswerteeinrichtung
9	Feuerungsseite
10	Isolationsseite
11	Druckrohranordnung
12	Steg
13	Innenseite
14	Pfeil
15	Erster Temperatursensor
16	Zweiter Temperatursensor
17	Dritter Temperatursensor
18	Erster Wärmestrom
19	Zweiter Wärmestrom

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- WO 2004/036116 A2 [[0002](#), [0009](#)]

Patentansprüche

1. Messeinrichtung (1) für einen Wärmetauscher (2), der eine mit Stegen (11) beabstandete Druckrohranordnung (10) mit einer Feuerungsseite (8) und einer Isolationsseite (9) aufweist und mit mindestens einem Wärmestromsensor (5) ausgeführt ist, wobei

– der Wärmestromsensor (5) an der Feuerungsseite (8) so angeordnet ist, dass dort wenigstens zwei Temperaturen T_1 und T_2 und deren Temperaturdifferenz ermittelbar sind, und
– zusätzlich wenigstens ein Temperatursensor (16) zur Messung einer Temperatur T_3 an der Isolationsseite (9) und beabstandet zum Wärmestromsensor (5) angeordnet ist.

2. Messeinrichtung (1) nach dem vorhergehenden Patentanspruch, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Temperatursensoren (16) um den Wärmestromsensor (5) herum eine Linie, eine Kurve oder ein Gitter auf der Druckrohranordnung (10) ausbilden.

3. Messeinrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der wenigstens eine Temperatursensor (16) an einem Steg (11) der Druckrohranordnung (10) angeordnet ist.

4. Messeinrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der wenigstens eine Temperatursensor (16) und der wenigstens eine Wärmestromsensor (5) mit einer Auswerteeinrichtung (7) verbunden sind.

5. Verfahren zur Bestimmung von Wärmeflüssen an einer Druckrohranordnung (10) mit einer Messeinrichtung (1) gemäß einem der vorhergehenden Patentansprüche umfassend die Schritte:

- a) Erfassen eines ersten Wärmestroms (17) Q_1 durch Messen einer ersten Temperatur T_1 und einer zweiten Temperatur T_2 mittels eines Wärmestromsensors (5);
- b) Messen wenigstens einer dritten Temperatur T_3 mit wenigstens einem weiteren Temperatursensor (16); und
- c) Bestimmen eines zweiten Wärmestromes (18) Q_2 mittels der gemessenen Temperaturen T_1 , T_2 , T_3 sowie bekannter Dampfparameter des das Druckrohr (3) durchströmenden Dampfes.

6. Verfahren nach dem vorhergehenden Patentanspruch 5, wobei aus einer Mehrzahl von ermittelten Temperaturen (16.1, 16.2, 16.3, 16.4), die in einem Abstand zum Wärmestromsensors (5) gemessen wurden, eine Verteilung des Wärmestroms ($Q_{2,1}$, $Q_{2,2}$, $Q_{2,3}$, $Q_{2,4}$) entlang einer Linie, Kurve oder über ein Gitter ermittelt wird.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Patentansprüche 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass ein zweiter Wärmestrom (18) Q_2 in der Umgebung wenigstens eines Wärmestromsensors (5) mittels der Auswerteeinrichtung (7) ermittelt wird, wobei die Auswerteeinrichtung (7) mindestens eine, von dem wenigstens einen Temperatursensor (16) gemessene, Temperatur T_3 zur Berechnung des zweiten Wärmestroms (18) Q_2 nutzt.

8. Wärmetauscher (2) mit einer Messeinrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Patentansprüche 1 bis 4 und einer Auswerteeinrichtung (7), die eingerichtet zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Patentansprüche 5 bis 7 ist.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

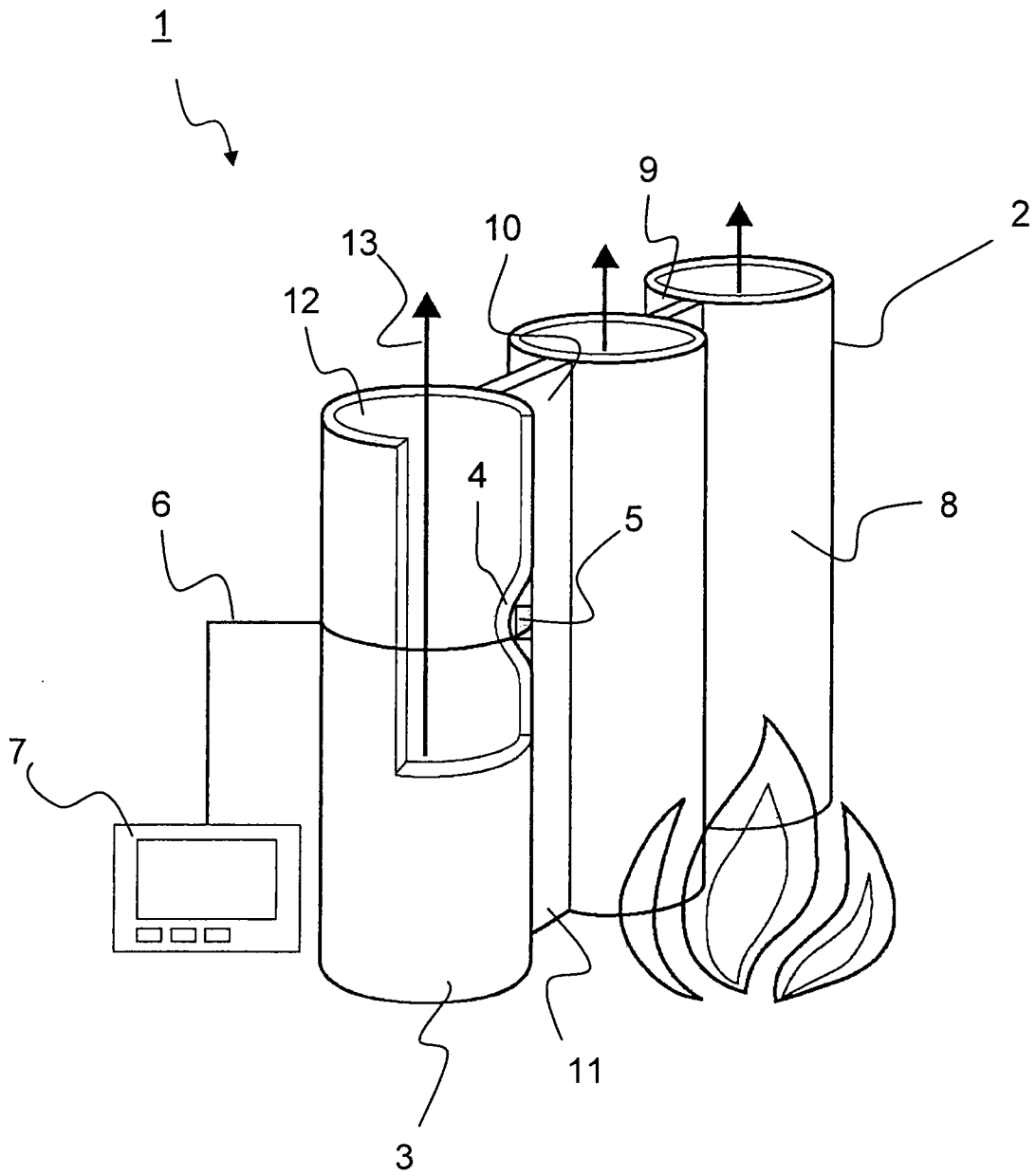


FIG. 1

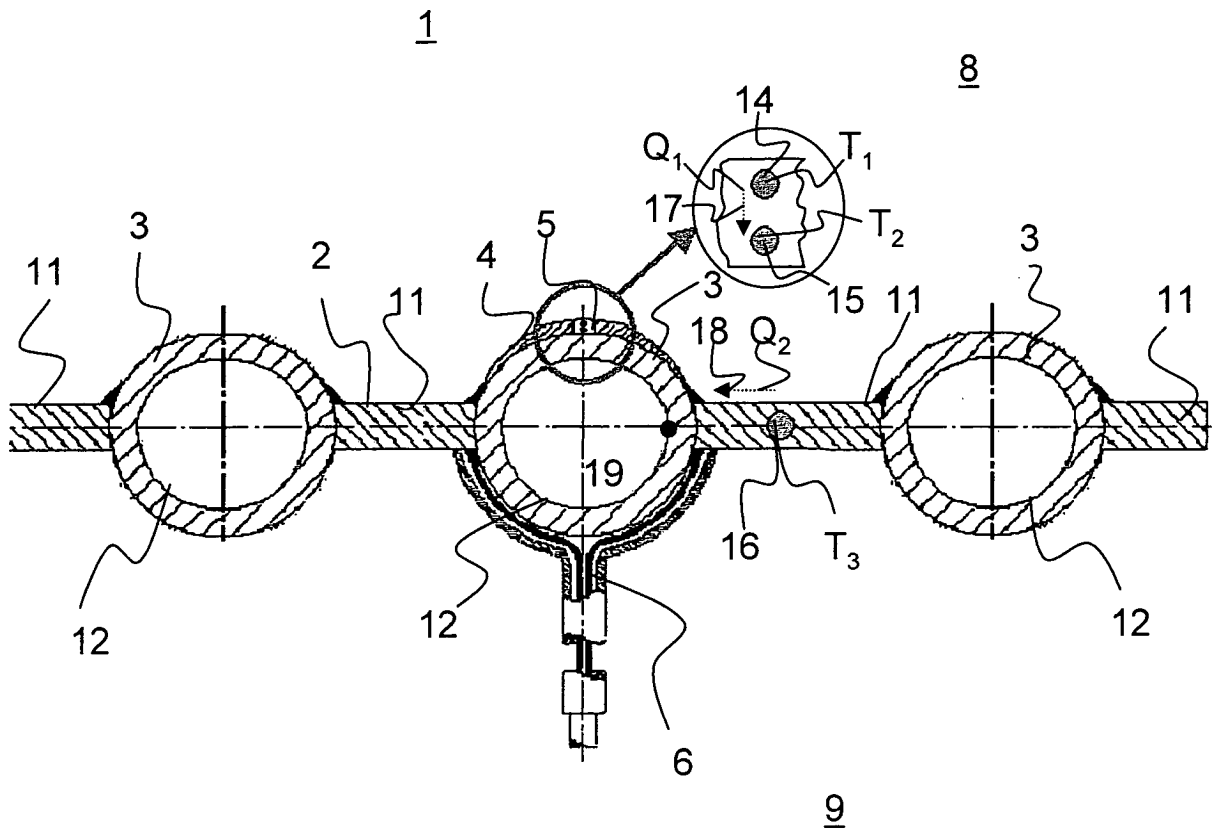


FIG. 2

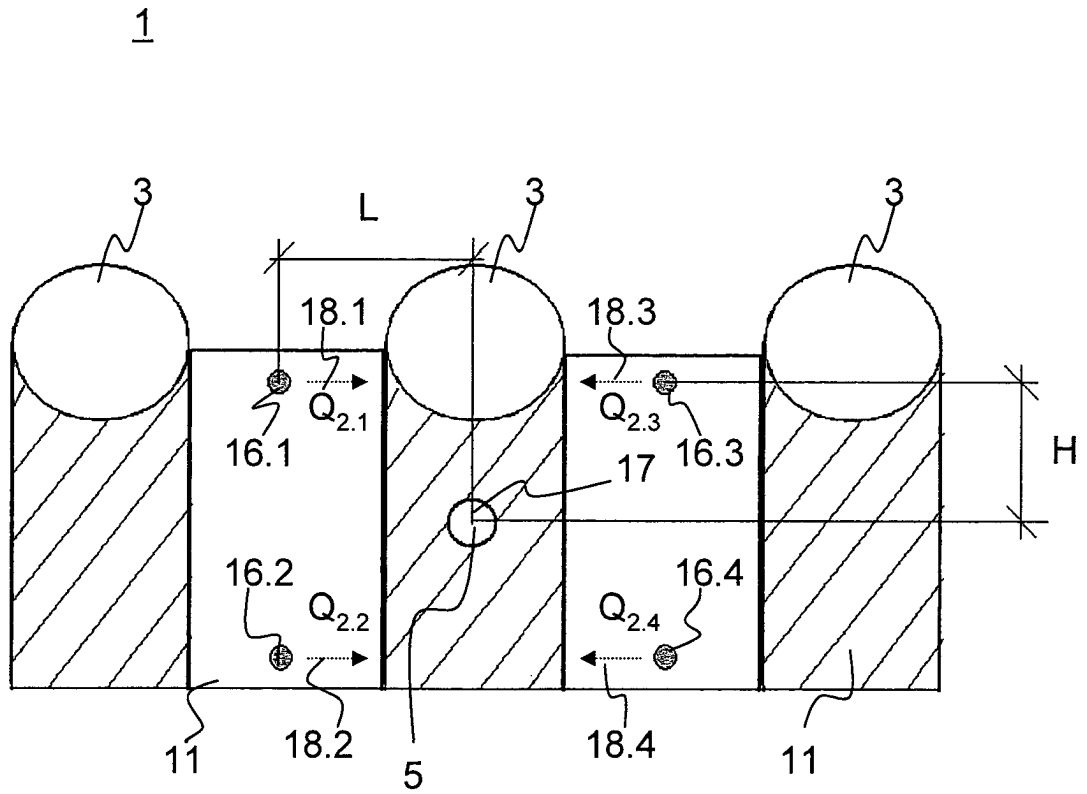


FIG. 3