



SCHWEIZERISCHE EidGENOSSENSCHAFT  
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑤1 Int. Cl. 3: F 28 D

7/00



Erfolgspatent für die Schweiz und Liechtenstein  
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ PATENTSCHRIFT A5

⑪

628 134

⑬ Gesuchsnummer: 3274/78

⑭ Inhaber:  
Ygnis S.A., Fribourg

⑯ Anmeldungsdatum: 28.03.1978

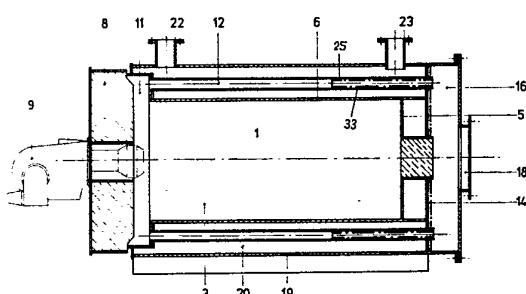
⑰ Erfinder:  
Lothar Brenner, Luzern

⑭ Patent erteilt: 15.02.1982

⑮ Verteiler:  
Patentanwälte Dr.-Ing. Hans A. Troesch und  
Dipl.-Ing. Jacques J. Troesch, Zürich

⑯ Rauchgasdurchströmter Wärmetauscher.

⑰ Der Wärmetauscher, welcher als Wärmeträger Rauchgas und als wärmeaufnehmendes Medium eine Flüssigkeit, insbesondere Wasser oder ein Gas, insbesondere Luft aufweist, ist mit Rauchrohren (12) ausgerüstet. In deren Inneren strömen die normalerweise Wasserdampf- und Schwefelverbindungen führenden Rauchgase. Auf der Aussenseite liegt das zu erwärmende Medium, bei einem Heizkessel z.B. Wasser. Um zu verhindern, dass aus den Rauchgasen Säure- und Wasserdampf ausfallen und zu Korrosionen der Rohre (12) führen, sind im Rohr (12) kondensat- und korrosionshemmende Mittel an den rauchgasberührten Wänden vorgesehen. Zu diesem Zwecke ist ein Schutz- oder Innenrohr (25) im Rohr (12) angeordnet, welches einen Ringraum (33) festlegt. Dieser schützende Ringraum (33) liegt zwischen zwei gut wärmeleitenden Schichten, insbesondere den Metallwänden der Rohre (12, 25). Die vom Rauchgas abgebende Wärme geht durch Strahlung vom Innenrohr (25) auf das Rohr (12), wobei der Ringraum (33) verhindert, dass die Inntemperatur des Innenrohres (25), außer während einer sehr kurzen Anfahrzeit bei kaltem Sekundärmedium, in den unmittelbaren Bereich des Taupunktes von Säure- und Wasserdampf zu liegen kommt. Mittels dieses Wärmetauschers gelingt es, Probleme der Wärmespannungen und der Dichtung für die Praxis optimal zu lösen.



## PATENTANSPRÜCHE

1. Rauchgasdurchströmter Wärmetauscher mit kondensat- und korrosionshindernden Mitteln (12, 25; 14, 26) an von Rauchgas berührten Wänden, welche Mittel zwei koaxiale, ineinander gesteckte Rohre (12, 25) aufweisen, welche zwischen ihren Mantelflächen einen Ringraum (33) festlegen, dadurch gekennzeichnet, dass das im Rauchrohr (12) eingeschobene Innenrohr (25) am hinteren Rauchrohrende mindestens annähernd bündig endet und kürzer ist, als das zugehörige Rauchrohr (12), das Ganze derart, dass bei jeder praktisch vorbestimmten rauchgasseitigen Belastung weder an der Rauchrohr- noch an der Innenrohrinnenwand Wasserdampfkondensation auftritt.

2. Wärmetauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Ringraum (33) abgedichtet (28, 29, 30, 31, 39) ist, z. B. durch an den Innenrohrenden angeordnete Weichmetall- oder Asbestdichtungen.

3. Wärmetauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Innenrohr (40) als in der Länge mindestens teilweise geschlitztes Rohr, insbesondere Bimetallrohr, ausgebildet ist, um den Zwischenraum (33) zwischen den beiden Rohren (12, 40), regelnd in Abhängigkeit der Tauscher-Belastung zu ändern und die Temperatur der Rauchgas bestrichenen Innenfläche des Innenrohres (40) konstant zu halten.

4. Wärmetauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Fläche der rauchgasseitigen Wand, welche den geschlossenen Raum mitumgibt, als Strahlungsfläche ausgebildet ist.

Die vorliegende Erfindung betrifft einen rauchgasdurchströmten Wärmetauscher mit kondensat- und korrosionshindernden Mitteln an Rauchgas berührten Wänden, welche Mittel zwei koaxiale, ineinander gesteckte Rohre aufweisen, welche zwischen ihren Mantelflächen einen Ringraum festlegen.

Es ist ein Warmwasserkessel, insbesondere ein Heizungskessel bekannt geworden, welcher der Erwärmung von Wasser auf Temperaturen unterhalb 100°C dient. Vor allem bei ölbefeuerten Kesseln kann wegen der relativ hohen Schwefelgehalte der Heizöle die Taupunkttemperatur der Rauchgase oberhalb 100°C und damit über der Heizflächentemperatur liegen. Die Folge davon ist, dass sich schwefelhaltiges Kondensat an der Heizfläche niederschlägt und dort eine korrosive Zerstörung bewirkt. Bei dieser bekannten Konstruktion liegt deren Heizflächentemperatur auf der Rauchgasseite selbst bei Teillast des Kessels in vorbestimbarer Höhe und zwar oberhalb der Taupunkttemperatur der Rauchgase. In diesem Sinne ist die Heizfläche doppelwandig ausgebildet, wobei zwischen den beiden Wänden ein Zwischenraum vorgesehen ist, welcher abgedichtet ist. Dadurch wird nach Massgabe des Zwischenraumes ein vergleichsweise hohes Temperaturgefälle innerhalb der Heizfläche erzeugt, ohne dass dadurch der Wärmedurchgang so erheblich verkleinert wird, dass er nicht nur geringfügige Vergrößerung der Heizfläche ausgeglichen werden kann.

Dieser bekannte Warmwasserkessel (DE-OS 1 778 832), insbesondere Heizungskessel, hat aber die Aufgabe der sinnvollen Ausführung der Heizfläche nicht offenbart und insbesondere die Frage der Wärmespannungen sowie das Dichtungsproblem des Zwischenraumes, soweit dies überhaupt nötig ist, nicht gelöst.

Die vorliegende Erfindung bezweckt, diese offene Aufgabe sinnvoll und für die Praxis optimal zu lösen, was dadurch erfolgt, dass das im Rauchrohr eingeschobene Innenrohr am hinteren Rauchrohrende mindestens annähernd bündig endet und kürzer ist als das zugehörige Rauchrohr, das Ganze derart, dass bei jeder praktisch vorbestimmten rauchgasseitigen Belastung weder an der Rauchrohr- noch an der Innenrohrinnenwand Wasserdampfkondensation auftritt.

Die vorliegende Erfindung kann es ermöglichen, u. a. mit einem rauchgasdurchströmten Wärmetauscher, insbesondere einem H-haltigen, gasförmigen oder flüssigen Brennstoff gefeuerten Heizkessel, vorzugsweise im Schwachlastbereich mit niederen, dem jeweiligen Säure- bzw. Wassertaupunkt nahen Wasser- und Rauchgastemperaturen zu fahren, ohne dass eine Kondensation von Dämpfen der Rauchgase und damit eine Korrosionsgefahr an den wärmeübertragenden Flächen entsteht.

Die Erfindung wird anschliessend beispielsweise anhand einer Zeichnung erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 einen Längsschnitt durch einen Heizkessel, welcher mit gasförmigem oder flüssigem Brennstoff betreibbar ist;

Fig. 2 einen Ausschnitt aus dem Heizkessel gemäss Fig. 1;

Fig. 3 einen weiteren Ausschnitt aus dem Heizkessel gemäss

15 Fig. 1;

Fig. 4 eine Konstruktionsvariante zu Fig. 3;

Fig. 5 einen Querschnitt durch ein Rauchrohr mit längsschlitztem Schutzrohr;

Fig. 6 eine weitere Variante in der Darstellung nach den Fig. 3 und 4.

In Fig. 1 ist ein Heizkessel 1 bekannter Bauart, wie ihn beispielsweise die CH-PS 355 554 beschreibt, dargestellt. Dieser Heizkessel 1 weist einen Feuerraum 3 mit einer Feuerraumrückwand 5 und einer als Zylindermantel ausgebildeten Wand 6 auf.

25 Vorne ist der Feuerraum 3 mittels einer Tür 8 verschliessbar. In dieser Tür 8 ist ein Brenner 9 eingesetzt. Zwischen dem Feuerraummantel (Wand 6) und der Innenfläche der Tür 8 wird eine ringförmige Umlenkammer 11 gebildet, in deren randnahem Teil eine sogenannte Konvektionsheizfläche in Form von rauchgasdurchströmten Rohren 12 vorgesehen ist. Hinter der Feuerraumrückwand 5 befindet sich eine Kesselrückwand 14, welche, von der Gasseite her, eine Rauchgaskammer 16 mitbegrenzt, die in einen Abgasstutzen 18 ausmündet. Ein Wassermantel 19 begrenzt den Heizkessel 1, wobei sowohl die Feuerraumwände als auch die Konvektionsheizfläche vom Wasser 20 umspült sind. Oben auf dem Wassermantel 19 und durch diesen durchgehend, ist ein Vorlaufstutzen 22 und ein Rücklaufstutzen 23 angeordnet. Wesentlich an dieser an und für sich bekannten Konstruktion sind die sich in den Rohren 12 befindenden Schutz- und Innenrohre 25 sowie die vorgesehenen Schutzwände 26 in der Rauchkammer 16. Die Innenrohre 25 weisen die Querschnittsform der Rohre 12 auf, sind also insbesondere zylinderförmig, wobei diese Rohre 25, wie aus den Fig. 3 und 4 im einzelnen erkennbar ist, in die Rohre 12, welche die Rauchgase führen, eingeschoben sind. Der vordere, zuerst von den Rauchgasen bestrichene Teil der Innenrohre 25, ist als Distanziersatz 30 geformt, in welchen bei der Ausführung nach Fig. 3 eine Sicke 29 eingerollt ist, in der sich eine Dichtung 28 befindet. Diese Dichtung 28 sorgt dafür, dass ein Zwischenraum 33 zwischen der Innenfläche des Rohres 12 und der Außenfläche des Innenrohres 25 abgedichtet ist, so dass insbesondere weder von vorne noch von hinten, wo die Verbindung auch mittels einer Schweißnaht 39 erfolgen kann, Rauchgase eindringen können. In dem Sinne ist auch das hintere Ende des Innenrohres 25 entsprechend ausgebildet und vorzugsweise verschweisst.

55 Fig. 4 zeigt eine analoge Ausführung wie Fig. 3. Jedoch erfolgt hier das Abdichten nicht mittels Verformung eines Weichmetalles, z. B. Blei, sondern durch eine andere Dichtung, beispielsweise eine Asbestringdichtung, die aufgrund eines eingestemmten Anpressringes 31 den Zwischenraum 33 vollständig abdichtet.

60 Zwecks Verbesserung des massgebenden Wärmeübertragungskoeffizienten auf der Rauchgasseite sind bei der Ausführung nach Fig. 4 Turbulenzerzeuger 35 in Form von in den Rauchgasstrom vorstehenden Elementen vorgesehen.

65 Der Eintritt der Innenrohre 25, d. h. der Einlauf der die Rohre 12 durchströmenden Rauchgase (Distanziersatz 30), wird so weit nach vorne gezogen, dass in keiner Betriebsweise

bzw. Tauscher-Belastung die anströmenden Rauchgase in den Temperaturbereich des Taupunktes fallen können, so dass mit Sicherheit kein Kondensieren des im Rauchgas mitströmenden Wasserdampfes für den Distanziersatz 30 erfolgen kann.

Dadurch wird eine Kondensation des mitgeführten Wasserdampfes an der Innenfläche der Innenrohre 25 vermieden. Dies stellt die Lösung der gestellten Aufgabe dar. Durch Vorsehen eines Zwischenraumes 33 wird verhindert, dass die Rauchgase direkt, wie bisher, über ein Material mit guter Wärmeleitfähigkeit mit dem Wasser in Verbindung stehen und sich dadurch, wie bisher, auch bei Rauchgastemperaturen von wesentlich über 100°C, die rauchgasbestrichenen Flächen auf Taupunktstemperatur oder darunter abkühlen können. Dies ist bei der beschriebenen Ausführung unmöglich; denn auch in den Rohren 12 bzw. den Innenrohren 25 folgenden rauchgasbestrichenen Teilen des Wärmetauschers bzw. Heizkessels ist diese Idee der Schutzwand 26 konsequent weitergeführt, so dass auch in der Rauchgaskammer 16 keine Kondensationsbildung auftreten kann. Trotzdem kann mit den Rauchgasen einige 10°C tiefer gefahren werden als dies bisher der Fall war, wodurch die eingangs gestellte Aufgabe in optimaler Form gelöst ist.

Messungen haben ergeben, dass die vorliegende Konstruktion erlaubt, im Wärmetauscher mit den Rauchgasen auf Temperaturen weit unter dem bisher beachteten Wert von ungefähr 180°C zu fahren, beispielsweise auf 120°C und gegebenenfalls noch tiefere Werte. Dabei haben bisher die Rauchgastemperaturen von 180°C oder mehr Rauchgas bestrichene Wandtemperaturen von 60°C und mehr sichergestellt, eine Temperatur, die mit Sicherheit über dem Taupunkt des bei der Verbrennung entstandenen Wasserdampfes liegt. Diese Wandtemperatur kann trotz Absinkens der Rauchgase auf beispielsweise 120°C im sicheren Bereich über dem Taupunkt gehalten werden.

Versuche haben ferner gezeigt, dass grundsätzlich schmalere Zwischenräume, d. h. relativ grossdurchmessrige Innenrohre 25 bei konstantem Innendurchmesser der Rauchrohre 12 ein schnelleres Absinken der Rauchgastemperaturen bewirken, d. h. eine bessere Wärmedurchgangszahl durch das System Innenrohr 25, Zwischenraum 33, Rauchrohr 12 und Wasser 20 ergeben, als wenn der Zwischenraum 33 breiter ausgeführt wird.

Es ist grundsätzlich möglich, in den Zwischenraum 33 ein Medium einzuführen. Es hat sich gezeigt, dass bei Einbringen von Wasserdampf der Wärmedurchgang von den Rauchgasen zum Wasser ganz wesentlich gesteigert wird. Es ist dabei zu beachten, dass andererseits die Innenwandfläche, welche vom Rauchgas bestrichen wird, stärker abgekühlt wird, womit die Gefahr der Taupunktsbildung wieder steigt.

Es ist grundsätzlich auch möglich, wie dies Fig. 5 im Querschnitt zeigt, als Innenrohr ein mindestens in Teilen plattiertes längsgeschlitztes Rohr, vorzugsweise ein Bimetallrohr 40 zu verwenden, dessen Ränder 41 dichtend übereinander geschoben sind und welches sich bei steigender Rauchgastemperatur ausdehnt, womit der Zwischenraum, welcher die Form eines Ringraumes 33 hat, sich verkleinert. Eine derartige Konstruktion verlangt aber ein genaues Bearbeiten der sich gegenseitig dichten Ränder 41, so nämlich, dass keine Rauchgase in den Zwischenraum 33 gelangen können.

Schutzrohre aus plattiertem Bimetallblech weisen den Vorteil auf, dass sie, in weiten Grenzen, unabhängig von der rauchgas-

seitigen Belastung des Wärmetauschers, bzw. Heizkessels, die kritische Innenrohrfläche der Innenrohre 40 örtlich auf praktisch konstanter Temperatur halten, da durch die sich ändernde Zwischenraumbreite in Funktion der Rauchgastemperatur z. B. 5 bei höherer Kesselbelastung die Innenflächentemperatur der Rohre 40 nicht ansteigt; denn der Zwischenraum 33 wird infolge der höheren Temperatur kleiner und daher steigt der Wärmedurchgang. Das Umgekehrte erfolgt, wenn die Belastung sinkt. Das Rohr 40 zieht sich zusammen und der Zwischenraum 33 wird 10 grösser. Die Wärmedurchgangszahl sinkt, so dass die Wandtemperatur längs des Rohres 40 langsamer abnimmt. Es wird damit die Möglichkeit einer Selbststeuerung der Innenwandtemperatur bei Belastungsänderungen der Rauchgasseite geschaffen.

Fig. 6 zeigt eine grundsätzlich andere Variante, in welcher die 15 Konvektionsheizfläche in Form eines Wasserrohres 44, d. h. eines im Innern vom Kühlmedium durchflossenen Rohres, von einem aussenliegenden Aussenrohr 45 im dargelegten Sinne abgedeckt ist, wobei der Raum 46 von Rauchgasen bestrichen ist. Bei dieser Ausführung sind mithin die wärmeabgebenden 20 Rauchgase aussen und das Kühlmedium in Form von Wasser, Luft od. dgl. strömt im Innern des Rohres 44. Eine derartige Anordnung hat den offensichtlichen Vorteil der leichteren Ausführbarkeit, da die entsprechenden Teile besser zugänglich sind. Im übrigen gelten aber die zu den Konstruktionen nach den 25 Fig. 3 und 4 gemachten Darlegungen, indem dem Raum 48 die gleiche Funktion zukommt wie den Ringräumen 33.

Die Kondensation von schwefelhaltigen Dämpfen hängt nämlich sehr wesentlich vom Partialdruck des Mediums sowie von der Wandtemperatur der kühlenden Einrichtung ab und nicht nur 30 von der absoluten Temperatur des zu kühlenden Mediums. Mit anderen Worten: Das Hochhalten der Abgastemperatur in einem Heizkessel ist nicht unbedingt ein sicheres Mittel gegen Niedertemperaturkorrosion. Es ist durchaus möglich, durch Anwendung des beschriebenen Verfahrens mit Wandtemperaturen in der Nähe des Wassertaupunktes und Gastemperaturen um 100–120°C ohne Kondensation und somit ohne Korrosion an den wärmeübertragenden Flächen einen Wärmetauscher zu betreiben. Die Wandtemperatur des Schutzrohres wäre dann ca. 80–90°C und somit weit entfernt vom Wassertaupunkt. Auch 35 läge sie noch über dem Säuretaupunkt der schwefelhaltigen Abgase von beispielsweise extra leichtem Heizöl.

Im Kesselbau ist eine Materialdoppelung, unter anderem wegen der Verminderung des Wärmedurchgangs, nicht erwünscht. Bei der vorliegenden Erfindung wird diese Doppelung bewusst an den kondensationsgefährdeten Stellen eines Wärmetauschers oder Heizkessels ausgeführt. Durch wärmeübergangsfördernde Mittel wird die Temperatur des Schutzrohres oder der Schutzwand möglichst an die das Rauchgas angehoben. Der Wärmeübergang an das wassergekühlte Rohr oder die 50 Wand geschieht nun vorwiegend durch Festkörperstrahlung durch den stationär wirkenden Gasmantel. Es ist möglich, mit einer Erhöhung der Turbulenz am Schutzrohr eine physikalisch bedingte Reduzierung des Gesamtwärmedurchgangs Rauchgas/Flüssigkeit bzw. Gas, weitgehend zu kompensieren.

55 Ein Heizkessel mit den erfindungsgemässen Mitteln ausgerüstet, ist auch bei niederen Wandungs- (<60°C) und Rauchgas-temperaturen (<180°C) gegen Kondensation und Korrosion geschützt.

