

12 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21 Anmeldenummer: **90102852.2**

51 Int. Cl.⁵: **F23C 9/08, F24H 1/26**

22 Anmeldetag: **14.02.90**

30 Priorität: **24.02.89 DE 3905762**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
29.08.90 Patentblatt 90/35

84 Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE DK ES FR GB GR IT LI NL SE

71 Anmelder: **HERMANN HEIM**
MASCHINENBAUBETRIEBSGESELLSCHAFT
MBH
Industriestrasse 7
D-7520 Bruchsal(DE)

72 Erfinder: **Heim, Kurt**
Weiberbergstrasse 85
D-7520 Bruchsal 1(DE)

74 Vertreter: **Geitz, Heinrich, Dr.-Ing.**
Postfach 2708 Kaiserstrasse 156
D-7500 Karlsruhe 1(DE)

54 **Verfahren und Feuerungsanlage zum Reduzieren der Stickoxidbildung beim Verbrennen fossiler Brennstoffe.**

57 Bei dem Verfahren zum Reduzieren der Stickoxidbildung beim Verbrennen fossiler Brennstoffe in einer Brennkammer werden nach vorherigem Wärmeentzug Rauchgase zur Brennerseite der Brennkammer zurückgeleitet und infolge Injektorwirkung der Flamme um den Brenner herum in einer die Verbrennungstemperatur auf ein Temperaturniveau höchstens gleich der Grenztemperatur für die Bildung von Stickoxiden entsprechenden Teilmenge in den Verbrennungsraum eingelassen. Dadurch wird die Flamme von - kühlen - Rauchgasen umschlossen und gekühlt. Bei einer Feuerungsanlage besitzt eine innerhalb eines von einem Wärmeträgermedium durchströmten Gehäuses aufgenommene Brennkammer einen "heißen" Verbrennungsraum, der von einem im Abstand von den brennkammerwänden aufgenommenen Mantel umschlossen ist. Zwischen dem Mantel und der Brennkammer erstrecken sich Rauchgas-Strömungswege und von diesen zweigt zumindest ein Zuströmweg zum Zurückführen eines Teilstroms der - gekühlten - Rauchgas in den Verbrennungsraum ab, der in letzteren in der Nähe eines Brenners bzw. Flammrohrs einmündet und die Verbrennungsflamme kühlt.

EP 0 384 277 A2

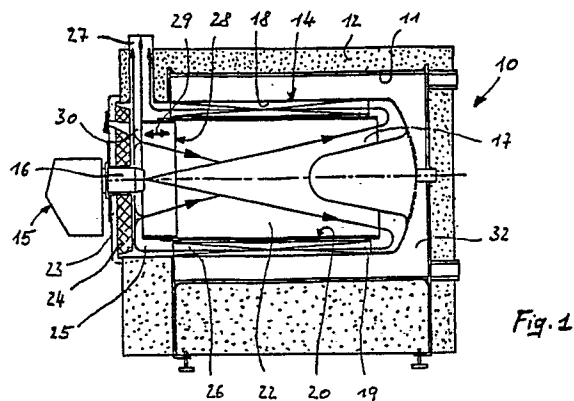


Fig. 1

Verfahren und Feuerungsanlage zum Reduzieren der Stickoxidbildung beim Verbrennen fossiler Brennstoffe

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Reduzieren der Stickoxidbildung beim Verbrennen fossiler Brennstoffe gasförmiger, flüssiger oder feinkörniger Konsistenz in einer mit wenigstens einem Brenner ausgerüsteten Brennkammer, bei dem zumindest ein Teilstrom der Rauchgase nach Abgabe wenigstens eines Teils ihrer Wärmeenergie zur Brennerseite zurückgeleitet und rezirkulierend um den Brenner bzw. ein diesem zugeordnetes Flammrohr herum in die Brennkammer wieder eingeführt wird.

Ferner bezieht sich die Erfindung auf eine der Verfahrensdurchführung dienende, insbesondere als Heizkessel für Gebäudeheizungen ausgelegte Feuerungsanlage.

Aus der DE-OS 36 01 000 ist bereits ein Wasserheizkessel mit heißer Brennkammer bekannt, bei dem zur Verringerung des Stickoxidanteils in den Verbrennungsgasen ein Teil der zuvor abgekühlten Rauchgase über einen sich um ein Flammrohr des Brenners herumerstrecken den Ringspalt rezirkulierend in den Verbrennungsraum zurückgeführt wird.

Auch die DE-PS 37 38 623 offenbart einen Heizkessel mit Rsuchgasrezirkulation, der am brennerseitigen Ende des Verbrennungsraums eine die Brennkammer im Abstand von einer die Brennerhalterung vermittelnden Kesseltür abschließende Umlenkscheibe mit einem Injektorkanal besitzt, durch eine Teilmenge der dann teilweise abgekühlten Rauchgase in den Verbrennungsraum rückführbar ist. Durch diese Rauchgasrückführung soll eine Reduzierung des Gehaltes an Stickoxiden im Abgas durch Senkung des Sauerstoffpartialdrucks erreicht werden.

Unbefriedigend bei den vorbekannten Heizkesseln erscheint deren mangelnde Anpaßbarkeit an die jeweiligen Einsatzbedingungen. Demgemäß besteht die Aufgabe der vorliegenden Erfindung in der Schaffung eines verbesserten Verfahrens zum Reduzieren der Stickoxidbildung beim Verbrennen fossiler Brennstoffe sowie in der Schaffung einer der Verfahrensdurchführung dienenden, insbesondere als Heizkessel für Gebäudeheizungen ausgelegten Feuerungsanlage, die eine Optimierung des Verbrennungsvorganges, also bei Aufrechterhaltung guter feuerungstechnischer Wirkungsgrade eine wirkungsvolle Stickoxidminderung ermöglichen.

In feuerungstechnischer Hinsicht ist diese Aufgabe, ausgehend von dem eingangs angegebenen Verfahren, dadurch gelöst, daß die rezirkulierenden Rauchgase nach vorherigem Wärmeentzug in einer die Verbrennungstemperatur auf ein Temperaturniveau höchstens gleich der Grenztemperatur für die

Bildung von Stickoxiden entsprechenden Teilmenge um den Brenner herum in den Verbrennungsraum eingelassen werden.

Durch die rezirkulierende Wiedereinführung der zuvor durch Wärmeentzug abgekühlten Rauchgase in einer derartigen Teilmenge gelingt eine wünschenswerte Optimierung des Verbrennungsvorganges, und zwar für durchaus Brennstoffe unterschiedlicher Beschaffenheit und Zusammensetzung.

Als vorteilhaft hat sich dabei erwiesen, wenn gemäß einer Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens die Rauchgase nach vorherigem Wärmeentzug in einer die Verbrennungstemperatur im Verbrennungsraum auf etwa 1200 ° C haltenden Teilmenge in den Verbrennungsraum eingelassen werden.

Eingehende Versuche haben gezeigt, daß bei der Verbrennung von Brennstoffen der im Oberbegriff des Patentanspruchs 1 angegebenen Art, bei denen es sich etwa um Erdgas-, leichtes oder schweres Heizöl, aber auch beispielsweise um Kohlenstaub handeln kann, erst bei Verbrennungstemperaturen über 1200 ° C in nennenswertem Umfange Stickoxide anfallen.

In vorrichtungstechnischer Hinsicht ist die insoweit der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe durch die Schaffung einer Feuerungsanlage, insbesondere eines Heizkessels für Gebäudeheizungen, gelöst, bei der innerhalb eines ein Wärmeträgermedium, wie Wasser, führenden Gehäuses eine Brennkammer mit wenigstens einem Brenner aufgenommen ist und die Brennkammer einen Verbrennungsraum besitzt, der von einem sich im wesentlichen über dessen gesamte Länge erstreckenden Mantel umschlossen und zur Rückführung der Rauchgase nach deren Richtungsumlenkung auf der vom Brenner abgewandten Seite der Brennkammer mit Strömungswegen umgeben ist, die sich zwischen dem Mantel und einer die Brennkammer begrenzenden Wand erstrecken, wobei zumindest ein Teil dieser Strömungswegen in einen brennerseitigen Abgasraum einmündet, der seinerseits über einen sich derart um den Brenner bzw. ein letzterem zugeordnetes Flammrohr herumerstreckenden Zuströmweg mit dem Verbrennungsraum in Verbindung steht, daß eine sich vom Brenner bzw. dem Flammrohr fortentwickelte Flamme im wesentlichen vollständig von dem zum Verbrennungsraum zurückgeführten Rauchgas-Teilstrom eingeschlossen ist, und wobei der Querschnitt des in den Verbrennungsraum einmündenden Zuströmweges für die rezirkulierenden Rauchgase veränderbar ist.

Die erfindungsgemäße Feuerungsanlage besitzt somit eine "heiße" Brennkammer. Heiße Brennkammern haben sich für die Erzielung guter feuerungstechnischer Wirkungsgrade bewährt. Bei hinreichender Anwesenheit von Sauerstoff erfolgt in derartigen Brennkammern ein praktisch vollkommener Ausbrand, aber dabei fallen unerwünscht hohe Stickoxidimmissionen an, weil bei den auftretenden Verbrennungstemperaturen notwendig vorhandene Überschusstmengen an Sauerstoff und Stickstoff der Verbrennungsluft zu Stickoxiden oxidieren.

Obgleich auch die erfindungsgemäße Feuerungsanlage einen "heißen" Verbrennungsraum besitzt, erfolgt infolge Kühlung der Flamme durch in den Verbrennungsraum rezirkulierend eingeführte - kühle - Rauchgase in der oben angegebenen Teilmenge die Verbrennung bei einem unter oder höchstens gleich der Grenztemperatur für die Entstehung von Stickoxiden liegenden Temperaturniveau. Damit ist eine im Aufbau höchst einfache Feuerungsanlage geschaffen, die durch Veränderung des Querschnittes des in den Verbrennungsraum einmündenden Zuströmweges für die rezirkulierenden Rauchgase an beispielsweise unterschiedliche Brennstoffbeschaffenheiten einfach anpaßbar ist und bei der somit die Entstehung von Stickoxiden bei gleichzeitiger Aufrechterhaltung eines hohen - feuerungstechnischen - Wirkungsgrades weitgehend unterbunden ist.

Die Anordnung eines sich zumindest teilweise um den Brenner bzw. ein Flammrohr herumerstreckenden Abgasraumes ermöglicht in baulich einfachster Weise die Rückführung eines Teils des Rauchgases in den Verbrennungsraum. Bei einer Weiterbildung der Erfindung besteht der den Abgasraum mit dem Verbrennungsraum verbindende Zuströmweg aus einem sich umlaufend um den Brenner bzw. ein Flammrohr herumerstreckenden Spalt, dessen Breite zum Einsaugen einer Teilmenge der - abgekühlten - Rauchgase in den Verbrennungsraum gegenüber einer den Abgasraum auf der vom Verbrennungsraum abgewandten Seite abschließenden Wand mittels einer in Längsrichtung der Brennkammer einstellbaren Hülse, die sich brennerseitig an den den Verbrennungsraum umgebenden Mantel anschließt, veränderbar ist.

Eine andere Weiterbildung der Erfindung sieht vor, daß der den Verbrennungsraum im wesentlichen über dessen gesamte Länge umschließende Mantel topfartig ausgebildet und brennerseitig mit einem Boden versehen ist, wobei durch eine Öffnung im Boden der Brenner bzw. ein Flammrohr in den Verbrennungsraum hineinragt und diese Öffnung Übermaß derart gegenüber dem Brenner bzw. Flammrohr aufweist, daß sich ein Ringkanal zum Ansaugen von Rauchgas aus dem Abgasraum in den Verbrennungsraum um den Brenner bzw. das Flammrohr herum erstreckt.

Auch bei einer derartigen Ausbildung kann zum Einstellen der in den Verbrennungsraum einsaugbaren Abgasmenge in der Öffnung im Boden des den Verbrennungsraum umgebenden Mantels eine in Längsrichtung der Brennkammer verschiebbare Hülse angeordnet und durch deren Axialeinstellung die Breite eines Zuströmspaltes zwischen dieser Hülse und einer den Abgasraum auf der vom Verbrennungsraum abgewandten Seite abschließenden Wand einstellbar sein.

Bei einer derartigen Ausgestaltung ist eine gute Umschließung der sich vom Brenner bzw. Flammrohr im Verbrennungsraum forterstreckenden Flamme mit - abgekühlten - Rauchgasen und damit im Interesse einer Reduzierung der Stickoxidbildung in Abhängigkeit von der zugeführten Menge gekühlter Rauchgase zum Verbrennungsraum eine wirksame Absenkung der Verbrennungstemperatur gewährleistet.

Wenn gemäß einer nochmaligen Weiterbildung die in der Öffnung im Boden des den Verbrennungsraum umgebenden Mantels verschiebbar aufgenommene Hülse auf der zum Verbrennungsraum hinweisenden Seite einen sich trichterförmig erweiternden Abschnitt aufweist, gelingt es in einfacher Weise, die sich vom Brenner bzw. dem Flammrohr fort entwickelte Flamme auf einer großen axialen Länge mit Rauchgas zu umschließen und dadurch wirksam zu kühlen.

Eine andere wichtige Ausgestaltung sieht vor, daß bei sich im wesentlichen horizontal im Gehäuse erstreckender Brennkammer die im oberen Teil zwischen dem den Verbrennungsraum umgebenden Mantel und der Brennkammer zurückgeführten Rauchgase unmittelbar einem Rauchgasabzug zugeführt, hingegen die im unteren Teil zurückgeführten Rauchgase in einen brennerseitigen Abgasraum eingeleitet und von dort aus zum Teil infolge Injektorwirkung der Flamme um den Brenner bzw. ein Flammrohr herum in den Verbrennungsraum eingesaugt werden.

Die im oberen Teil zwischen dem den Verbrennungsraum umgebenden Mantel und der Brennkammer zurückgeführten Rauchgase haben infolge thermischen Auftriebs höhere Temperaturen als die in der unteren Hälfte zurückgeführten Rauchgase. Angesichts der Ableitung der in der oberen Hälfte zurückgeführten Rauchgase in den Rauchgasabzug und der Verwendung eines Teils der in der unteren Hälfte der Brennkammer zurückgeführten Rauchgase zum Absenken der Verbrennungstemperatur gelingt bei im übrigen gleicher Menge der in den Verbrennungsraum zurückgeführten Rauchgase eine äußerst wirksame Absenkung der Flammentemperatur und damit eine entsprechend hohe Reduzierung der Stickoxidimmissionen.

In baulicher Hinsicht hat sich bei der vorgenannten Ausgestaltung als zweckmäßig erwiesen,

wenn sich in der oberen Hälfte des den Verbrennungsraum umgebenden Mantels von dessen brennerseitigem Ende eine bis an die brennerseitige Isolierplatte heranreichender und etwa halbkreisförmiger Kragen erstreckt, der die im oberen Teil der Brennkammer verlaufenden Rauchgas-Strömungswege vom Abgasraum abtrennt, so daß nur aus den im Bereich der unteren Brennkammerhälfte zurückgeführten Rauchgasen eine Teilmenge in den Verbrennungsraum eingesaugt werden kann.

Ebenfalls als vorteilhaft hat sich erwiesen, wenn in einem den Mantel brennerseitig abschließenden Boden um eine koaxial zum Brenner bzw. Flammrohr angeordnete Öffnung, in die der Brenner bzw. das Flammrohr hineinragt, herum definierte Zuströmwege zum Einsaugen kühler Rauchgase angeordnet sind, ferner wenn Mittel zum zumindest teilweisen Verschließen dieser Zuströmwege vorgesehen sind, die eine Mengenbegrenzung der in den Verbrennungsraum infolge Injektorwirkung der Flamme einsaugbaren Rauchgase ermöglichen.

Eine andere wichtige Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, daß auf der dem Brenner gegenüberliegenden Seite der Brennkammer eine topfartig in den Verbrennungsraum hinreichende zusätzliche Heizfläche angeordnet ist, die angesichts der dadurch bewirkten Heizflächenvergrößerung und ihres Hineinreichens in den Verbrennungsraum zu einer spürbaren Verbesserung des - feuerungstechnischen - Wirkungsgrades beiträgt.

Die an dem vom Brenner gegenüberliegenden Ende der Brennkammer angeordnete zusätzliche Heizfläche kann zweckmäßigerweise kegelförmig, zylindrisch oder als Tasche ausgebildet sein und im Interesse eines verbesserten Wärmeüberganges auf der rauchgasberührten Seite auch Rippen aufweisen.

Eine andere wichtige Weiterbildung der zuletzt genannten Ausgestaltung sieht vor, daß bei liegender Anordnung der Brennkammer die in letztere dem Brenner gegenüberliegend hineinragende zusätzliche Heizfläche aus der Brennkammerachse nach oben versetzt angeordnet ist und daß an dem vom Brenner abgewandten Ende der Brennkammer die Rauchgasabströmwege im unteren Teil der Brennkammer größere Querschnitte als im oberen Teil haben. Durch eine derartige Gestaltung erhöht sich im oberen Bereich der Strömungswiderstand. Dadurch wird verhindert, daß infolge thermischen Auftriebs der überwiegende Teil des Rauchgasstromes im oberen Bereich aus der Brennkammer abströmt. Durch sinnvolle Wahl der Außermittigkeit der zusätzlichen Heizfläche kann vielmehr eine weitgehende Vergleichmäßigung der Rauchgasabströmung aus der Brennkammer erreicht werden.

Gleichfalls im Interesse eines möglichst guten - feuerungstechnischen - Wirkungsgrades der Feuerungsanlage sieht eine andere Weiterbildung vor,

daß der den Verbrennungsraum umgebende Mantel sich axial über die von einem Rippenrohr gebildete eigentliche Brennkammer hinauserstreckt.

Anhand der beigefügten Zeichnungen sollen nachstehend einige Ausführungsbeispiele der Erfindung erläutert werden. In schematischen Ansichten zeigen:

Fig. 1 einen Heizkessel mit sich horizontal erstreckender Brennkammer in einer Längsschnittansicht,

Fig. 2 einen Heizkessel mit sich senkrecht erstreckender Brennkammer in einer Ansicht wie in Fig. 1,

Fig. 3 ebenfalls in einer Ansicht wie in Fig. 1 einen Heizkessel mit liegender Brennkammer und brennerseitig mittels eines Bodens ähnlich der Ausführungsform nach Fig. 2 geschlossenen Verbrennungsraum,

Fig. 4 in einer ausschnittweisen Ansicht eine weitere Abwandlungsform einer Abgasrückführung,

Fig. 5 eine Querschnittansicht gemäß der Schnittlinie V-V in Fig. 4,

Fig. 6 in einer Ansicht wie in Fig. 1 einen Heizkessel mit einer unsymmetrisch zur Längsachse der Brennkammer angeordneten Heizfläche auf der vom Brenner abgewandten Seite der Brennkammer.

Bei dem in Fig. 1 veranschaulichten Heizkessel 10 ist innerhalb eines wasserführenden Gehäuses 11 aus Stahlblech, das seinerseits von einer im einzelnen hier nicht interessierenden Ummantelung 12 aus Isolierstoff umgeben ist, eine sich horizontal erstreckende und im wesentlichen zylindrisch ausgebildete Brennkammer 14 aufgenommen. An ihrem einen Stirnende der Brennkammer 14 ist ein Brenner 15 mit einem Flammrohr 16 angeordnet, während das vom Brenner abgewandte Stirnende von einer topfartig in die Brennkammer hinein geformten Heizfläche 17 abgeschlossen ist.

Der zylindrische Teil der Brennkammer 14 besteht aus einem Rippenrohr 18 mit sich radial einwärts erstreckenden Rippen 19, zwischen denen sich parallel zueinander verlaufende Strömungswege erstrecken. Innerhalb der Brennkammer 14 ist in radialem Abstand von den von dem Rippenrohr gebildeten Brennkammerwandungen ein zylindrischer Mantel 20 aufgenommen, der im Abstand von der von der Brennerseite abgewandten Heizfläche 17 der Brennkammer endet und einen Verbrennungsraum 22 umschließt.

Zwischen einer den Brenner 15 tragenden Brennerplatte 23 mit einer brennkammerseitig zugeordneten Isolierplatte 24, durch die sich das Flammrohr 16 des Brenners hindurch erstreckt, und dem den Verbrennungsraum 22 umgebenden zylindrischen Mantel 20 ist ein Abgasraum 25 angeordnet, in den die sich zwischen der äußeren

Brennkammerwand und dem sich in radialem Abstand davon erstreckenden zylindrischen Mantel 20 verlaufenden Rauchgas-Strömungswege 26 einmünden. Ferner erstreckt sich von dem Abgasraum 25 ein Rauchgasabzug 27 fort. An den in der Brennkammer 14 aufgenommenen zylindrischen Mantel 20 schließt sich brennerseitig eine Hülse 28 an, die zwecks Einstellung eines sich zwischen dieser und der das Flammrohr 16 umgebenden Isolierplatte 24 ringförmig um das Flammrohr herum erstreckenden Spaltes 30 axial gemäß Doppelpfeil 29 bewegbar und in der jeweiligen Einstelllage feststellbar ist.

Im Betrieb des Heizkessels erfolgt die Verbrennung des eingesetzten Brennstoffs in einer sich vom Flammrohr 16 aus in den Verbrennungsraum 22 hinein erstreckenden Flamme. Nach dem Ausbrand im Verbrennungsraum umströmen die Rauchgase das vom Flammrohr entfernte Ende des in der Brennkammer 14 angeordneten zylindrischen Mantels 20 und zwischen diesem und der Brennkammer in den von den in Umfangsrichtung beabstandeten Rippen 19 des Rippenrohrs 18 gebildeten Strömungswegen 26 zur Brennerseite zurück, um dort in den Abgasraum 25 einzutreten und dann über den Rauchgasabzug 27 abgeführt zu werden. Die Rauchgase geben bei der Rückströmung zum Abgasraum 25 ihre Wärmeenergie weitgehend über das Rippenrohr 18 der Brennkammer 14 an das als Wärmeträgermedium im Gehäuse 11 aufgenommene Wasser 32 ab und treten somit im abgekühlten Zustand in den Abgasraum 25 ein.

Infolge der von der Flamme im Verbrennungsraum 22 ausgehenden Injektorwirkung werden aus dem sich ringförmig um das Flammrohr herum erstreckenden Abgasraum 25 durch den zwischen der axial einstellbaren Hülse 28 und der der Brennerplatte 23 zugeordneten Isolierplatte 24 gebildeten Ringspalt 30 gekühlte Rauchgase in den Verbrennungsraum hineingesaugt, welche die Flamme im wesentlichen vollständig umschließen und dadurch die Verbrennungstemperatur im Verbrennungsraum reduzieren.

Im Interesse einer wirksamen Reduzierung oder Verhinderung von Stickoxidbildungen bei der Verbrennung muß die Verbrennungstemperatur auf ein Temperaturniveau eingestellt werden, das unter der für die Bildung von Stickoxiden maßgeblichen Grenztemperatur liegt. Dies gelingt in einfacher Weise durch Mengenregulierung der durch den genannten Ringspalt 30 in den Verbrennungsraum 22 einströmenden kühlen Rauchgase, indem die Breite des Zuströmspalt es zwischen der brennerseitigen Stirnseite der einstellbaren Hülse 28 und der das Flammrohr 16 des Brenners umgebenden Isolierplatte 24 entsprechend eingestellt wird.

Die Ausführungsform nach Fig. 2 unterscheidet

sich insbesondere dadurch von der Ausführungsform nach Fig. 1, daß innerhalb eines wasserführenden Gehäuses 11', das von einem Mantel 12' aus Isolierstoff umgeben ist, sich eine zylindrisch ausgebildete Brennkammer 14' vertikal erstreckt. Diese Brennkammer, die ebenfalls auf der einen Seite von einer Brennerplatte 23 mit einer inneren Isolierplatte 24 abgeschlossen ist und auf der anderen Stirnseite einen Boden in der Art einer Kugelkalotte 17' aufweist, besteht in ihrem zylindrischen Teil wiederum aus einem Rippenrohr 18 mit radial einwärts gerichteten Rippen 19, die in Axialrichtung parallel zueinander verlaufen. Innerhalb des von dem Rippenrohr gebildeten Abschnittes ist in diese Brennkammer ebenfalls ein zylindrischer Mantel 20 eingesetzt, der wie bei der Ausführungsform nach Fig. 1 auf der vom Brenner abgewandten Seite sich um ein gewisses Maß über das Rippenrohr 18 hinaus erstreckt und brennerseitig von einem konischen Boden 34 abgeschlossen ist.

Koaxial zu dem sich durch die Isolierplatte 24 hindurch erstreckenden Flammrohr 16 des an der Brennerplatte 23 angeordneten Brenners 15 ist innerhalb einer mit einem Kragen 35 versehenen Ausnehmung des konischen Bodens 34 des zylindrischen Mantels 20, der den Verbrennungsraum umgibt, wiederum eine zylindrische Hülse 28' axial bewegbar aufgenommen, die Übermaß gegenüber dem Flammrohr 16 des Brenners besitzt. Angesichts dieses Übermaßes erstreckt sich zwischen dem Flammrohr 16 und der genannten Hülse 28' ein ringförmiger Zuströmspalt für abgekühlte Rauchgase, die beim Betrieb des Heizkessels durch die von der Flamme ausgehende Injektorwirkung in den Verbrennungsraum eingesaugt werden und die sich vom Flammrohr forterstreckende Flamme weitgehend vollständig einschließen.

Die Hülse 28' ist axialverschiebbar zwecks Einstellung der Weite des Spaltes 30' zwischen der Hülse 28' und der den Abgasraum 25 auf der vom Verbrennungsraum 22 abgewandten Seite abschließenden Isolierplatte 24. Dadurch ist eine präzise Einstellung der zum Kühlen der Flamme in den Verbrennungsraum zurückgeführten Rauchgasmenge in Abhängigkeit von den Erfordernissen des jeweiligen Einsatzfalles möglich.

Der in Fig. 3 veranschaulichte Heizkessel besitzt wieder, wie die Ausführungsform nach Fig. 1, eine horizontal angeordnete Brennkammer 14, aber in Übereinstimmung mit der Ausführungsform nach Fig. 2 ist der den Verbrennungsraum umgebende Mantel 20 brennerseitig mit einem konischen Boden 34 versehen, in dem koaxial zum Flammrohr 16 des Brenners 15 eine Hülse axial bewegbar und in jeder Axialstellung feststellbar aufgenommen ist. Diese Hülse besitzt einen sich zum Verbrennungsraum 22 hin leicht konisch erweiternden Abschnitt 36, der das Einschließen der sich vom Flammrohr

forterstreckenden Flamme mit kühlen Abgasen begünstigt, die aus dem Abgasraum heraus infolge Injektorwirkung in den Verbrennungsraum hinein gesaugt werden.

Bei der in Fig. 4 veranschaulichten Ausführungsform ist der den Verbrennungsraum 22 umgebende zylindrische Mantel 20 brennerseitig von einem geraden Boden 34' abgeschlossen. Gegenüber der Ausführungsform nach Fig. 1 hat sich der brennerseitige Abschluß des genannten Mantels mittels eines geraden - oder auch konischen - Bodens insofern als vorteilhaft erwiesen, als dann der Abgasraum größer und dadurch der rauchgasseitige Widerstand kleiner wird. Dies begünstigt eine zügige Durchströmung des Verbrennungsraums mit in diesen eingesaugten Abgasen und trägt somit zu einer verringerten Stickoxidbildung bei.

Bei der Ausführungsform nach Fig. 4 handelt es sich, wie bei den Ausführungsbeispielen nach den Fig. 1 und 3, um eine Bauweise mit horizontal angeordneter Brennkammer 14. Bei liegender Anordnung der Brennkammer sind die sich im oberen Bereich zwischen dem den Verbrennungsraum 22 umgebenden Mantel 20 und der Brennkammer 14 erstreckenden Kanäle durch den thermischen Auftrieb der Heizgase thermisch höher belastet als die im unteren Bereich zum Abgasraum 25 führenden Kanäle. Diesen Umstand nutzt die Ausführungsform nach den Fig. 4 und 5, indem sich zwischen dem geraden Boden 34' und der vom Flammrohr 16 des Brenners 15 durchdrungenen Isolierplatte 24 ein halbkreisförmiger Kragen 38 erstreckt, der das durch die Strömungswege in der oberen Hälfte der Brennkammer zurückströmende - thermisch höher belastete - Rauchgas unmittelbar in den Rauchgasabzug 27 einleitet. Das in der unteren Hälfte zurückströmende Rauchgas tritt hingegen in den brennerseitigen Abgasraum 25 ein und durch ein koaxial zum Flammrohr 16 in dem Boden 34' aufgenommene Hülse 28 in den Verbrennungsraum ein. Da die so in den Verbrennungsraum 22 zurückgeleiteten Rauchgase stärker abgekühlt sind, als die im oberen Teil der Brennkammer zum Rauchgasabzug 27 zurückströmenden Rauchgase, führt dies zu einer weiteren Minderung der Stickoxidbildung

Fig. 5 veranschaulicht in einer dem Schnittverlauf V-V in Fig. 4 entsprechenden Darstellung eine weitere Variante, bei der um eine den geraden Boden 34' des den Verbrennungsraum umgebenden Mantels 20 koaxial zum Flammrohr des Brenners durchdringende Ausnehmung in der oberliegenden Hälfte mehrere Bohrungen 40, hingegen in der unteren Hälfte größere Durchströmquerschnitte aufweisende Langlöcher 41 um das Flammrohr herum angeordnet sind. In nicht dargestellter Weise können auch Mittel zum teilweisen oder voll-

ständigen Abdecken der Bohrungen bzw. Langlöcher vorgesehen sein, was wiederum zu einer einfachen Anpaßbarkeit eines so gestalteten Kessels an die Erfordernisse des jeweiligen Einsatzfalles führt.

Der in Fig. 6 veranschaulichte Heizkessel 10' unterscheidet sich von der Ausführungsform nach Fig. 1 nur dadurch, daß die sich auf der vom Brenner abgewandten Seite in die Brennkammer hinein erstreckende zusätzliche Heizfläche 17', die im wesentlichen kegelstumpfförmig ausgebildet ist, nicht symmetrisch zur Brennkammerlängsachse angeordnet, sondern nach oben versetzt ist. Demgemäß weisen im oberen Teil der Brennkammer die sich zwischen dem Mantel 20 und der zusätzlichen Heizfläche 17' erstreckenden Abströmwege für die Verbrennungsgase kleinere Querschnitte auf als die Abströmwege im unteren Teil. Angesichts dieser kleineren Querschnitte treten im oberen Bereich der Brennkammer erhöhte Strömungswiderstände auf, durch die unbeschadet eines naturgemäß auftretenden thermischen Auftriebs in der Brennkammer eine gewisse Vergleichmäßigung des Massenstroms der Rauchgase erfolgt und mithin eine weithin gleichmäßige Durchströmung aller Bereiche der zwischen der Brennkammer und dem dieser zugeordneten Mantel sich erstreckenden Rauchgas-Strömungswege sichergestellt ist.

Ansprüche

1. Verfahren zum Reduzieren der NO_x -Bildung beim Verbrennen fossiler Brennstoffe gasförmiger, flüssiger oder feinkörniger Konsistenz in einer mit wenigstens einem Brenner ausgerüsteten Brennkammer, bei dem zumindest ein Teilstrom der Rauchgase nach Abgabe wenigstens eines Teils ihrer Wärmeenergie zur Brennerseite zurückgeleitet und rezirkulierend um den Brenner bzw. ein diesem zugeordnetes Flammrohr herum in die Brennkammer wieder eingeführt wird, dadurch gekennzeichnet, daß die rezirkulierenden Rauchgase in einer die Verbrennungstemperatur auf ein Temperaturniveau höchstens gleich der Grenztemperatur für die Bildung von Stickoxiden entsprechenden Teilmenge in den Verbrennungsraum eingelassen werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die rezirkulierende Rauchgas-Teilmenge auf eine die Verbrennungstemperatur im Verbrennungsraum auf etwa 1200°C einstellende Teilmenge begrenzt wird.

3. Feuerungsanlage zum Durchführen des Verfahrens nach Anspruch 1 oder 2, insbesondere Heizkessel für Gebäudeheizungen, mit folgenden Merkmalen:

a) Innerhalb eines ein Wärmeträgermedium,

wie Wasser, führenden Gehäuses (11, 11') ist eine Brennkammer (14, 14') mit wenigstens einem Brenner (15) aufgenommen,

b) die Brennkammer besitzt einen Verbrennungsraum (22), der von einem sich im wesentlichen über seine gesamte Länge erstreckenden Mantel (20) umschlossen ist und

c) zur Rückführung der Rauchgase nach deren Richtungsumlenkung auf der vom Brenner abgewandten Seite der Brennkammer von Strömungswegen (26) umgeben ist, die sich zwischen dem Mantel und einer die Brennkammer begrenzenden Wand erstrecken,

d) zumindest ein Teil dieser Strömungswege mündet in einen brennerseitigen Abgasraum (25), der seinerseits über einen sich derart um den Brenner bzw. ein letzterem zugeordnetes Flammrohr (16) herum erstreckenden Zuströmweg (30, 30', 40, 41) mit dem Verbrennungsraum (22) in Verbindung steht, daß eine sich vom Brenner bzw. dem Flammrohr fortentwickelte Flamme im wesentlichen vollständig von dem zum Verbrennungsraum zurückgeführten Rauchgas-Teilstrom eingeschlossen ist,

e) der Querschnitt des in den Verbrennungsraum einmündenden Zuströmweges für die rezirkulierenden Rauchgase ist veränderbar.

4. Feuerungsanlage nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der den Abgasraum (25) mit dem Verbrennungsraum (22) verbindende Zuströmweg aus einem sich umlaufend um den Brenner bzw. ein Flammrohr (16) herum erstreckenden Spalt (30, 30') besteht.

5. Feuerungsanlage nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Breite des Spaltes zum Einsaugen einer Teilmenge der - abgekühlten - Rauchgase in den Verbrennungsraum (22) gegenüber einer den Abgasraum (25) auf der vom Verbrennungsraum (22) abgewandten Seite abschließenden Wand (24) mittels einer in Längsrichtung der Brennkammer (14) einstellbaren Hülse (28), die sich brennerseitig an den den Verbrennungsraum umgebenden Mantel (20) anschließt, einstellbar ist.

6. Feuerungsanlage nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der den Verbrennungsraum (22) im wesentlichen über dessen gesamte Länge umschließende Mantel (20) topfartig ausgebildet und brennerseitig mit einem Boden (34) versehen ist, daß durch eine Öffnung im Boden der Brenner bzw. ein Flammrohr (16) in den Verbrennungsraum hineinragt und daß diese Öffnung Übermaß derart gegenüber dem Brenner bzw. Flammrohr aufweist, daß sich ein um den Brenner bzw. das Flammrohr herum erstreckender Ringkanal zum Ansaugen von Rauchgas aus dem Abgasraum (25) in den Verbrennungsraum bildet.

7. Feuerungsanlage nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß zum Einstellen der in den

Verbrennungsraum (22) einsaugbaren Abgasmenge in der Öffnung im Boden (34) des den Verbrennungsraum umschließenden Mantels (20) eine in Längsrichtung der Brennkammer verschiebbare Hülse (28') angeordnet und durch deren Axialeinstellung die Breite eines Zuströmspaltes (30') zwischen dieser Hülse und einer den Abgasraum auf der vom Verbrennungsraum abgewandten Seite abschließenden Wand (24) einstellbar ist.

8. Feuerungsanlage nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die in der Öffnung im Boden (34) des den Verbrennungsraum (22) umgebenden Mantels (20) verschiebbar aufgenommene Hülse (28') auf der zum Verbrennungsraum hinweisenden Seite einen sich trichterförmig erweiternden Abschnitt (36) besitzt.

9. Feuerungsanlage nach einem der Ansprüche 3 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß bei im wesentlichen horizontal im wasserführenden Gehäuse (11) angeordneter Brennkammer (14) die im oberen Teil zwischen dem den Verbrennungsraum (22) umgebenden Mantel (20) und der Verbrennungskammer (14) zurückgeführten Rauchgase unmittelbar einem Rauchgasabzug (27) zugeführt, hingegen die im unteren Teil zwischen dem Mantel und der Brennkammer zurückgeführten Rauchgase in einen brennerseitigen Abgasraum (25) eingeleitet und von dort aus zum Teil infolge Injektorwirkung der Flamme um den Brenner bzw. ein Flammrohr (16) herum in den Verbrennungsraum eingesaugt werden.

10. Feuerungsanlage nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß sich im oberen Teil des den Verbrennungsraum (22) umgebenden Mantels (20) von dessen brennerseitigem Ende eine bis an eine brennerseitige Isolierplatte (24) heranreichender, etwa halbkreisförmiger Kragen (38) erstreckt, der die im oberen Teil der Brennkammer verlaufenden Rauchgasströmungswege (26) vom Abgasraum (25) trennt.

11. Feuerungsanlage nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß in einem den Mantel (20) brennerseitig abschließenden Boden (34') um eine koaxial zum Brenner bzw. Flammrohr (16) angeordnete Öffnung, in die der Brenner bzw. das Flammrohr (16) hineinragt, herum definierte Zuströmwege (40, 41) zum Einsaugen kühler Rauchgase angeordnet sind.

12. Feuerungsanlage nach Anspruch 11, gekennzeichnet durch Mittel zum zumindest teilweisen Verschließen der Zuströmwege (40, 41) zum Einsaugen kühler Rauchgase in den Verbrennungsraum (22).

13. Feuerungsanlage nach einem der Ansprüche 3 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß auf der dem Brenner (15) gegenüberliegenden Seite der Brennkammer (14) eine topfartig in den Verbrennungsraum hineinreichende zusätzliche Heizfläche

(17) angeordnet ist.

14. Feuerungsanlage nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die zusätzliche Heizfläche (17) an dem vom Brenner (15) gegenüberliegenden Ende der Brennkammer (14) kegelförmig, zylindrisch oder als Tasche ausgebildet ist. 5

15. Feuerungsanlage nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, daß die zusätzliche Heizfläche (17) an dem vom Brenner (15) abgewandten Ende der Brennkammer (14) im Interesse eines verbesserten Wärmeüberganges auf der rauchgasberührten Seite mit Rippen versehen ist. 10

16. Feuerungsanlage nach einem der Ansprüche 13 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß bei liegender Anordnung der Brennkammer (14) die in letztere dem Brenner (15) gegenüberliegend hineinragende zusätzliche Heizfläche (17') aus der Brennkammerachse nach oben versetzt angeordnet ist und daß an dem vom Brenner abgewandten Ende der Brennkammer die Rauchgas-Abströmwege im unteren Teil der Brennkammer größere Querschnitte als im oberen Teil haben. 15 20

17. Feuerungsanlage nach einem der Ansprüche 3 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß im Interesse einer möglichst intensiven Berührung der Rauchgase mit den Heizflächen der den Verbrennungsraum (22) umgebende Mantel (20) sich axial über die von einem Rippenrohr (18) gebildete eigentliche Brennkammer (14, 14') hinaus erstreckt. 25 30

35

40

45

50

55

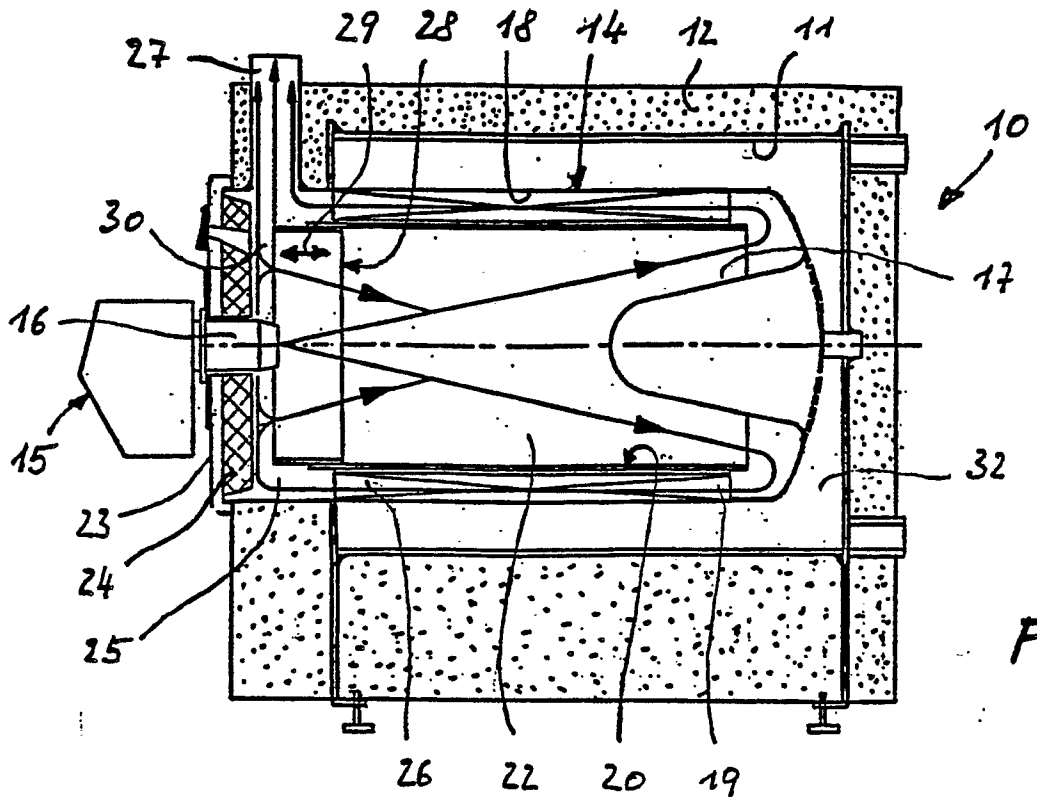


Fig. 1

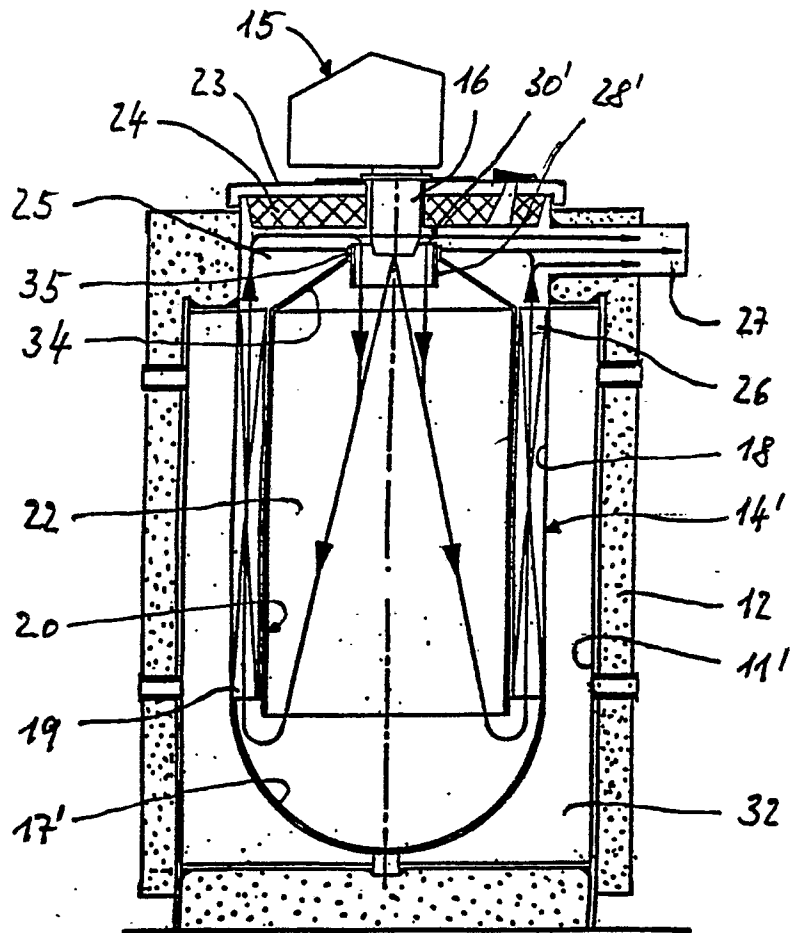
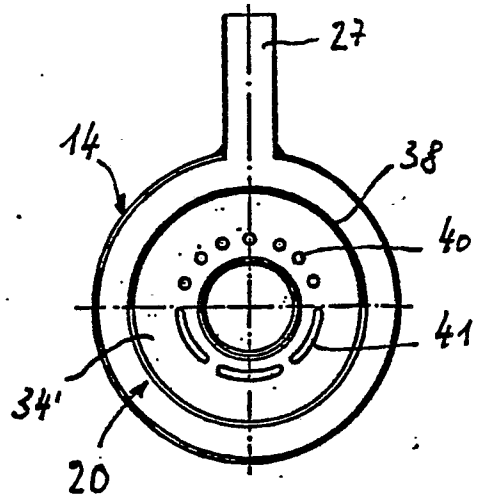
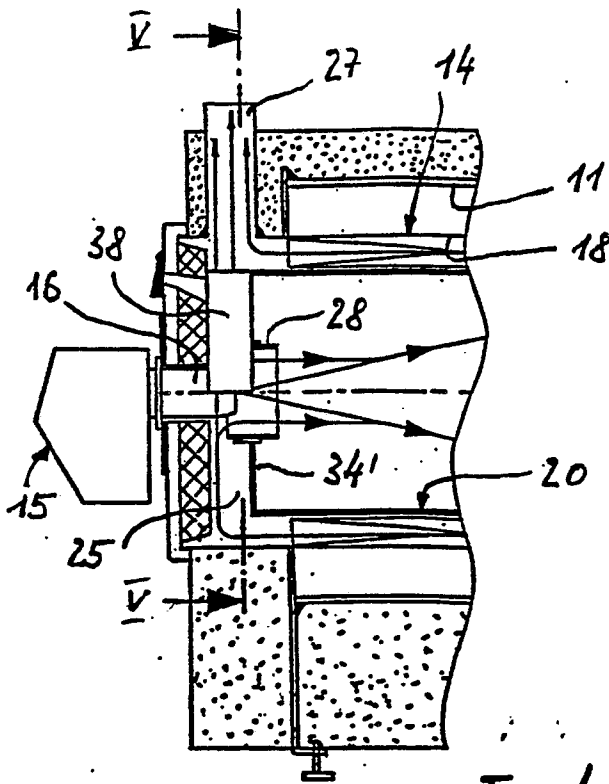
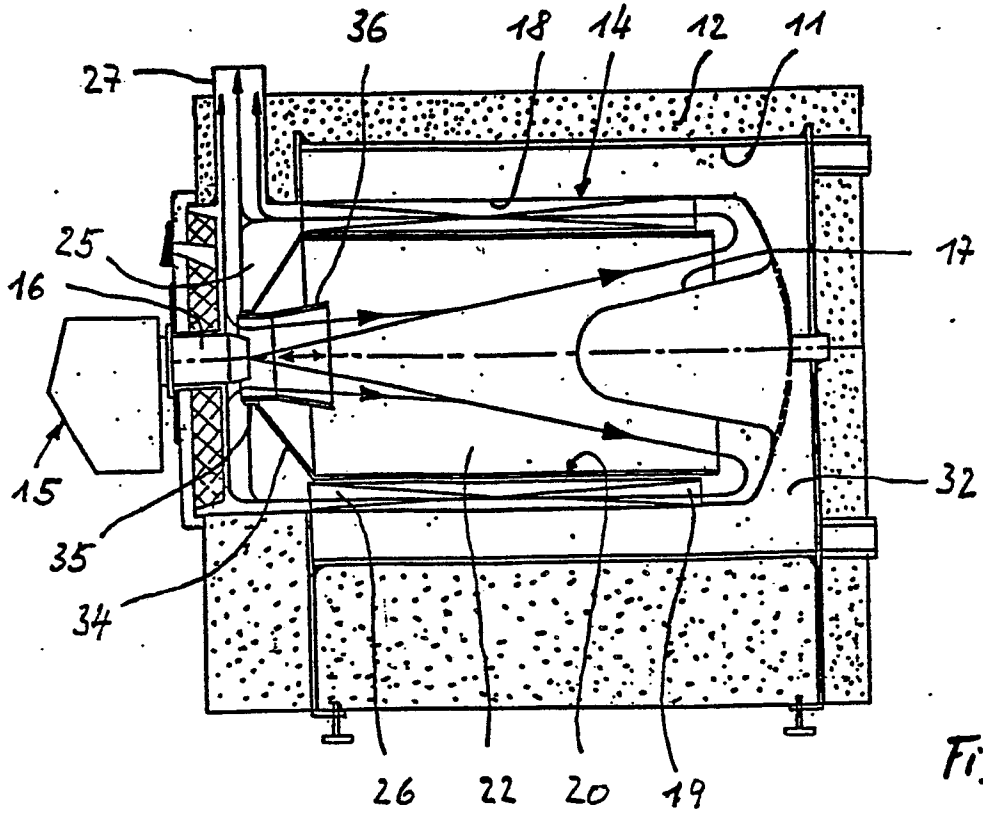


Fig. 2



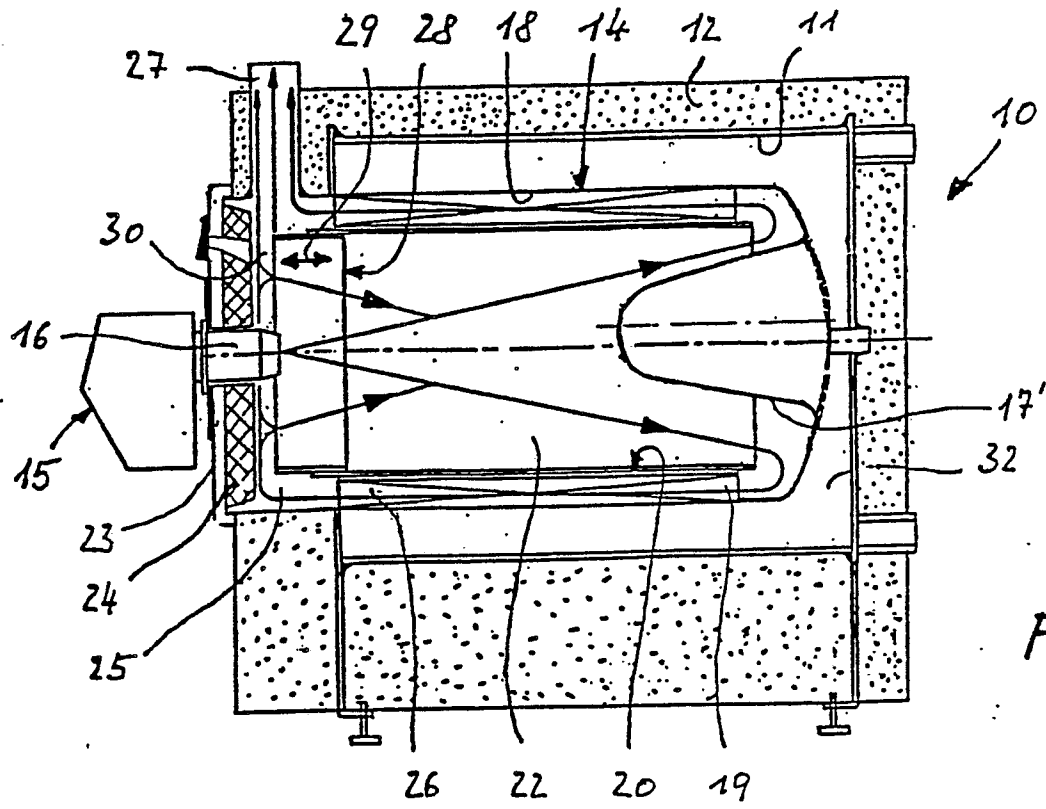


Fig. 6