



(11)

**EP 2 375 152 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Patenterteilung:  
**18.01.2017 Patentblatt 2017/03**

(51) Int Cl.:  
**F23G 5/46** <sup>(2006.01)</sup> **F23J 15/02** <sup>(2006.01)</sup>

(21) Anmeldenummer: **11158981.8**

(22) Anmeldetag: **21.03.2011**

**(54) Vorrichtung und Verfahren zur Heißgaserzeugung mit integrierter Erhitzung eines Wärmeträgermediums**

Device and method for generating hot gas with integrated heating of a heat distribution medium

Dispositif et procédé de production de gaz chaud avec chauffage intégré d'un fluide caloporteur

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB  
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO  
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(30) Priorität: **09.04.2010 DE 102010014479**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**12.10.2011 Patentblatt 2011/41**

(73) Patentinhaber: **Fritz Egger GmbH & Co. OG  
6380 St. Johann in Tirol (AT)**

(72) Erfinder: **Obwaller, Georg  
6393, St. Ulrich am Pillersee (AT)**

(74) Vertreter: **Cohausz & Florack  
Patent- & Rechtsanwälte  
Partnerschaftsgesellschaft mbB  
Bleichstraße 14  
40211 Düsseldorf (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A2- 0 551 643 EP-A2- 0 832 856  
DE-A1- 2 845 630 DE-A1- 4 100 859  
DE-C1- 3 608 248 DE-U1-202007 005 195  
US-A- 3 831 535 US-A- 4 457 289  
US-A- 4 756 890**

**EP 2 375 152 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Heißgaserzeugung mit integrierter Erhitzung eines Wärmeträgermediums umfassend eine ausgemauerte Brennkammer zur Heißgaserzeugung und einen in Strömungsrichtung des Heißgases hinter der Brennkammer angeordneten und mit der Brennkammer über eine Heißgasleitung verbundenen Kessel zur Erhitzung des Wärmeträgermediums. Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Heißgaserzeugung mit integrierter Erhitzung eines Wärmeträgermediums. Schließlich betrifft die vorliegende Erfindung eine Trocknungsvorrichtung zur Trocknung von Lignozellulose enthaltendem Material, insbesondere von Holz und/oder wiederzuverwertendem, holzhaltigem Material.

**[0002]** Heißgasbetriebene Trocknungsvorrichtungen, die beispielsweise in der Holzverarbeitenden Industrie regelmäßig zur Trocknung partikelförmiger Stoffe, z.B. Späne, eingesetzt werden, sind aus dem Stand der Technik bekannt (DE 20 2007 005 195 U1). Der Wärmeinhalt des Heißgases wird hierbei nicht nur zur Trocknung, sondern auch zur Erhitzung eines Wärmeträgermediums, beispielsweise Wasser, Dampf oder Thermalöl, eingesetzt, welches seinerseits in verschiedenen Produktionsprozessen, beispielsweise zur Beheizung von Heißpressen zum Pressen von Spanplatten, verwendet wird.

**[0003]** Eine aus der Praxis bekannte Vorrichtung zum Erzeugen von Heißgas für einen angeschlossenen Trockner mit integrierter Thermalölerhitzung umfasst eine vollständig ausgemauerte Brennkammer, in der das Heißgas über eine Vorschubrostfeuerung erzeugt wird. Das Heißgas wird aus der Brennkammer in eine vollständig ausgemauerte Heißgasleitung abgezogen, die sich unmittelbar nach der Brennkammer verzweigt. Der Hauptstrom des Heißgases wird sodann in einen Heißgaszyklon eingeleitet, wo im Heißgas noch befindliche Flugasche zum größten Teil abgeschieden wird. Aus dem Heißgaszyklon strömt der gereinigte Heißgasstrom in eine Mischkammer zur Einstellung der gewünschten Trockner-Eintrittstemperatur und von dort aus in den Trockner.

**[0004]** Der hinter der Brennkammer abgezweigte Teilstrom des Heißgases strömt in einen Strahlungswärmetauscher und einen Konvektionswärmetauscher aufweisenden Thermalölkessel, wo er ca. zwei Drittel seiner Wärmeenergie an das Thermalöl abgibt. Anschließend wird der abgekühlte Teilstrom vor der Mischkammer wieder in den im Heißgaszyklon gereinigten Hauptstrom eingeleitet und kühlt diesen ab.

**[0005]** Nachteilig an diesem System ist, dass der in den Thermalölkessel einströmende Teilgasstrom insbesondere bei der Verwendung minderwertiger Brennstoffe, wie Alt- oder Restholz, imprägniertem Holz oder Produktionsabfällen zu einer stetigen Verschmutzung des Thermalölkessels führt. Dies ist insbesondere dann problematisch, wenn infolge zunehmender Verschmutzung das Heißgastemperaturniveau im Thermalölkessels im

Bereich des Strahlungswärmetauschers ansteigt, so dass die in dem in den Thermalölkessel eingeleiteten Teilgasstrom befindlichen Aschepartikel aufgrund ihrer bei Temperaturen > ca. 700°C flüssigen bzw. teigigen Konsistenz auf den Thermalöldurchströmten Rohrbündeln des Konvektionswärmetauschers kondensieren. Auch eine teilweise Rückführung des aus dem Thermalölkessel austretenden abgekühlten Teilgasstroms in den Thermalölkessel zur Senkung des dort herrschenden Temperaturniveaus ist mit Nachteilen verbunden, da hierzu eine höhere Gebläseleistung erforderlich ist, und die höheren Heißgasmengen zu einer verstärkten Erosionsneigung im Konvektionswärmetauschers des Thermalölkessels führen.

**[0006]** Insgesamt führen die vorstehend beschriebenen Nachteile zu einer verringerten Anlagenverfügbarkeit, da in regelmäßigen Abständen Reinigungsarbeiten im Thermalölkessel durchgeführt werden müssen.

**[0007]** Eine weitere Vorrichtung zur Heißgaserzeugung ist aus der US 3 831 535 A1 bekannt, von der die Erfindung ausgeht.

**[0008]** Hiervon ausgehend liegt der Erfindung die Aufgabe zu Grunde, eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Heißgaserzeugung mit integrierter Erhitzung eines Wärmeträgermediums anzugeben, welche sich durch eine hohe Anlagenverfügbarkeit und einen gegenüber aus dem Stand der Technik bekannten Vorrichtungen verbesserten Gesamtwirkungsgrad auszeichnet. Ferner sollen die Vorrichtung und das Verfahren eine hohe Betriebssicherheit und Langlebigkeit der eingesetzten Komponenten sicherstellen.

**[0009]** Die Aufgabe wird erfindungsgemäß mit einer Vorrichtung nach Anspruch 1 gelöst.

**[0010]** Bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung wird durch vollständige Einleitung des aus der Brennkammer austretenden Heißgasstroms in den ausgemauerten Heißgaszyklon der gesamte Heißgasstrom von der mit dem Heißgas aus der Brennkammer strömenden Flugasche befreit. Dabei wird der Heißgasstrom zusätzlich stark durchmischt, wodurch ein guter Ausbrand erzielt wird. Wie Untersuchungen der Anmelderin ergeben haben, kommt es im Heißgaszyklon zusätzlich zu einer Nachverbrennung von Kohlenmonoxid, so dass der Energiegehalt des in der Brennkammer verfeuerten Brennstoffes noch effizienter genutzt werden kann und das Heißgas einen verringerten Schadstoffgehalt aufweist.

**[0011]** Nach dem Ausströmen des gereinigten Heißgasstroms aus dem Heißgaszyklon, wird er vollständig oder teilweise in einen Kessel zur Erhitzung eines Wärmeträgermediums, beispielsweise Wasser, Dampf oder Thermalöl, geleitet. Infolge der effizienten Partikelabscheidung in dem in Strömungsrichtung des Heißgases vorgeordneten Heißgaszyklon besteht im Kessel nur noch eine geringe Verschmutzungsneigung, so dass ein Anlagenstillstand infolge eines erhöhten Reinigungsbedarfes im Thermalölkessel reduziert und somit die Anlagenverfügbarkeit insgesamt erhöht ist.

**[0012]** Ferner ist vorgesehen, dass in Strömungsrichtung

tung des Heißgases hinter dem Heißgaszyklon eine Bypassleitung von der Heißgasleitung abzweigt, so dass der Heißgasstrom nach Austritt aus dem Heißgaszyklon in einen ersten und einen zweiten Teilstrom aufgeteilt wird, wobei der zweite Teilstrom über die Bypassleitung in den Kessel zur Erhitzung des Wärmeträgermediums eingeleitet wird. Durch diese Aufteilung des Heißgasstromes in einen ersten und einen zweiten Teilstrom ist es möglich, den ersten Teilgasstrom als Hauptstrom unmittelbar einer entsprechenden Verwendung zuzuführen, beispielsweise in einen Trockner einzuleiten, während der zweite Teilstrom zur Erhitzung des Wärmeträgermediums in dem Kessel abgezweigt wird. Der jeweilige Volumenstrom des ersten und zweiten Teilstroms lässt sich in an sich bekannter Weise durch Einstellung eines entsprechenden Saugzuges bzw. durch Regelklappen einstellen. Mithilfe dieser besonders bevorzugten Ausführungsform ist es möglich, mit lediglich einem Heißgaszyklon den gesamten Heißgasstrom auch dann zu reinigen, wenn der Heißgasstrom in der Vorrichtung aufgeteilt wird, um einerseits ein Wärmeträgermedium in dem Kessel zu erhitzen und andererseits Heißgas unmittelbar einer Anwendung, beispielsweise der Beheizung einer Trocknungsvorrichtung, zuzuführen.

**[0013]** In einer Ausführungsform, welche nicht Teil der Erfindung ist, können ein erster und ein zweiter Heißgaszyklon, vorgesehen sein. Dabei zweigt wiederum eine Bypassleitung von der Heißgasleitung ab, so dass der Heißgasstrom in einen ersten und einen zweiten Teilstrom aufgeteilt wird, wobei wiederum der zweite Teilstrom über die Bypassleitung in den Kessel zur Erhitzung des Wärmeträgermediums eingeleitet wird. Bei dieser Ausgestaltung ist der erste Heißgaszyklon in Strömungsrichtung des Heißgases hinter der Abzweigung der Bypassleitung in der Heißgasleitung angeordnet, während der zweite Heißgaszyklon in der Bypassleitung in Strömungsrichtung des Heißgases vor dem Kessel zur Erhitzung des Wärmeträgermediums angeordnet ist. Hierdurch ist wiederum sichergestellt, dass der gesamte Heißgasstrom und insbesondere der zum Kessel abgezweigte Teilstrom in einem Heißgaszyklon gereinigt wird.

**[0014]** Erfindungsgemäß sind der Ausgang des Kessels und die Brennkammer gasleitend miteinander verbunden, so dass der aus dem Kessel austretende abgekühlte zweite Teilstrom zumindest teilweise, insbesondere vollständig, als Kühlgasstrom in die Brennkammer zurückführbar ist. Durch eine Rückführung des im Kessel abgekühlten zweiten Teilstroms wird die Brennkammertemperatur reduziert und es braucht weniger Kühlluft zugeführt werden. Dadurch wird die Leistung der Frischluftgebläse reduziert und die Anlage arbeitet mit geringerem Luftüberschuss. Ein geringerer Luftüberschuss wiederum hat zur Folge, dass weniger Frischluft in das System gefördert wird und dadurch die Komponenten, wie Gebläse, Luftleitungen, Klappen usw., kleiner ausgeführt werden können. Ein geringerer Luftüberschuss bedeutet auch einen niedrigeren O<sub>2</sub>-Gehalt und damit eine günstigere Umrechnung bei Emissionsmessungen

auf einen höheren O<sub>2</sub>-Bezugsgehalt. Gleichzeitig kann eine Wiedereinleitung des im Kessel abgekühlten zweiten Teilstroms in den durch die Heißgasleitung strömenden ersten Teilstrom entfallen, so dass dieser auf einem sehr hohen Temperaturniveau verbleibt und somit für verschiedenste Anwendungen, beispielsweise zur Trocknung effizienter genutzt werden kann.

**[0015]** Ferner ist der Ausgang des Kessels auch mit der Heißgasleitung gasleitend verbunden, so dass der aus dem Kessel austretende abgekühlte zweite Teilstrom zumindest zeitweise zur Regelung der Heißgastemperatur im ersten Teilstrom diesem zumischbar ist.

**[0016]** Um den Schadstoffgehalt im Heißgas zu reduzieren, kann nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen sein, dass die Vorrichtung Mittel zur Entstickung des Heißgases aufweist. Die Entstickung kann beispielsweise durch selektive nicht-katalytische Reduktion (SNCR) erfolgen. Hierzu kann in der Heißgasleitung wenigstens eine Düse zur Einleitung eines Reduktionsmittels, insbesondere von Harnstoff, vorgesehen sein. Bevorzugt ist die wenigstens eine Düse im tangentialen Einströmkanal des Heißgaszyklons angeordnet, da dort die für eine effiziente Entstickung des Heißgases erforderliche Temperatur herrscht. Eine effiziente Entstickung wird auch durch die intensive Durchmischung des Heißgases im Zyklon gefördert, so dass der Harnstoffverbrauch und der Ammoniak-Schlupf minimiert werden können.

**[0017]** Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung weist der Kessel zur Erhitzung des Wärmeträgermediums eine erste Strömungsstufe mit einem Strahlungswärmetauscher und eine zweite Strömungsstufe mit einem Konvektionswärmetauscher auf, wobei die erste Strömungsstufe von dem Heißgasstrom in Abwärtsrichtung durchströmbar ist und wobei die zweite Strömungsstufe anschließend von dem Heißgasstrom in Aufwärtsrichtung durchströmbar ist. Bei einer derartigen Auslegung des Kessels erfolgt die Wärmeübertragung an das Wärmeträgermedium im ersten Strömungsabschnitt bei noch sehr hohen Heißgastemperaturen entsprechend insbesondere durch Wärmestrahlung, während nach bereits teilweise erfolgter Abkühlung die Wärmeübertragung in der zweiten Strömungsstufe insbesondere durch Konvektion erfolgt.

**[0018]** Um eine Verunreinigung des Kessels durch im Heißgas noch vorhandene Partikelreste zu minimieren, kann nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen sein, dass der Kessel Mittel zum Einsprühen einer Reinigungsfluids, insbesondere von Wasser, aufweist. Durch ein solches Einsprühen eines Reinigungsfluids kann eine regelmäßige Reinigung des Kessels während des Betriebs der Vorrichtung erfolgen. Weist der Kessel in der vorstehend genannten Weise eine erste und eine zweite Strömungsstufe auf, so sind die Mittel zum Einsprühen einer Reinigungsfluids bevorzugt als wenigstens eine in der ersten Strömungsstufe des Kessels angeordnete Düse ausgebildet. Mithilfe dieser Düse kann das Reinigungsfluid mit hohem Druck in den ersten

Strömungsabschnitt des Kessels eingedüst werden, wobei die Düse derart ausgebildet sein kann, dass sie eine Pendelbewegung ausführt, um so die gesamte Wärmetauscherfläche in der ersten Strömungsstufe mit dem Reinigungsfluid zu beaufschlagen. Das fein eingedüste Reinigungsfluid führt durch Wärmeschock zum Abplatzen anhaftender und teilweise harter Ablagerungen, wodurch Kesselstillstände vermieden werden können. Ferner kann hierdurch im ersten Strömungsabschnitt ein unerwünschter Temperaturanstieg über 700°C vermieden werden, so dass es nicht mehr zu einer Auskondensation flüssiger bzw. teigiger Aschepartikel im Kessel kommt.

**[0019]** Nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung umfasst die Brennkammer der Vorrichtung eine Rostfeuerung, insbesondere eine Wanderrostfeuerung, wobei fester, granular- oder faserförmiger Brennstoff auf dem von einem aufsteigenden Primärluftstrom durchströmten Rost durch die Brennkammer verbrannt wird. Das Verbrennungsprodukt ist das Heißgas welches die Brennkammer durchströmt.

**[0020]** Die kontinuierliche Aufgabe des Brennstoffes auf den Rost kann dabei mittels Förderschnecke und einer Schurre in Form einer Rutsche erfolgen, wobei die Schurre mittels einer Wassereindüsung kühlbar ausgebildet ist. Hierdurch ist sichergestellt, dass die Schurre im Falle eines Wärmerückstaus, einer Verstopfung oder eines Rückbrandes durch Kühlung und Inertisierung geschützt wird. Ferner ist das in die Brennkammer ragende Ende der Schurre bevorzugt ausgemauert, so dass hier nicht die Gefahr einer Verformung in Folge zu hoher thermischer Beanspruchung besteht.

**[0021]** Neben einer Rostfeuerung können in der Brennkammer ferner wenigstens ein radial ausgerichteter oder wenigstens zwei tangential angeordnete Brenner zur Verbrennung von gas- und staubförmigem Brennstoff vorgesehen sein. Aufgrund der Leistungsfähigkeit eines solchen Brenners kann dieser zur Heißgaserzeugung in Kombination mit einer Rostfeuerung oder auch alleine betrieben werden. Durch die tangential zweier oder mehrerer Brenner Anordnung wird eine bessere Gasdurchmischung in der Brennkammer erreicht, wodurch sich der Kohlenmonoxidgehalt im Heißgas durch eine Nachverbrennung desselben signifikant reduzieren lässt.

**[0022]** Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft eine Trocknungsvorrichtung zum Trocknen insbesondere von Holzprodukten und/oder -abfällen mit einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei das aus dem Heißgaszyklon ausströmende Heißgas zumindest teilweise in einen Trockner zur Trocknung insbesondere von gehacktem Holz, Sägespänen, Hobelspänen, Holzfasern, Tierfutter, Getreide und dgl. eingeleitet wird. Für die Vorteile dieser Trocknungsvorrichtung gilt das vorstehend Gesagte entsprechend.

**[0023]** Die eingangs erwähnte Aufgabe wird verfahrensmäßig mit einem Verfahren zur Heißgaserzeugung mit integrierter Erhitzung eines Wärmeträgermediums nach Anspruch 14 gelöst.

**[0024]** Das erfindungsgemäße Verfahren kann mit begrenztem anlagentechnischem Aufwand und hoher Betriebssicherheit durchgeführt werden, wobei durch eine reduzierte Verunreinigung infolge der Reinigung des gesamten Heißgasstroms im Heißgaszyklon durch Abscheidung von Flugasche eine höhere Lebensdauer der Anlagenkomponenten gewährleistet ist. Zu den weiteren Vorteilen des erfindungsgemäßen Verfahrens wird wiederum auf das Vorstehende verwiesen.

**[0025]** Der Heißgasstrom wird nach Austritt aus dem Heißgaszyklon in einen ersten und in einen zweiten Teilstrom aufgeteilt, wobei der zweite Teilstrom über eine Bypassleitung in den Kessel zur Erhitzung des Wärmeträgermediums geleitet wird.

**[0026]** Nach einer Ausgestaltung, die nicht Teil der Erfindung ist, können ein erster und ein zweiter Heißgaszyklon vorgesehen sein. Dabei wird der Heißgasstrom wiederum in einen ersten und in einen zweiten Teilstrom aufgeteilt, wobei wiederum der zweite Teilstrom über die Bypassleitung in den Kessel zur Erhitzung des Wärmeträgermediums eingeleitet wird. Bei dieser Ausgestaltung wird der erste Teilstrom in dem in Strömungsrichtung des Heißgases hinter der Abzweigung der Bypassleitung in der Heißgasleitung angeordneten ersten Heißgaszyklon gereinigt, während der zweite Teilstrom in dem in der Bypassleitung in Strömungsrichtung des Heißgases vor dem Kessel zur Erhitzung des Wärmeträgermediums angeordneten zweiten Heißgaszyklon gereinigt wird. Hierdurch ist wiederum eine vollständige Reinigung des Heißgasstromes, insbesondere des abgezweigten zweiten Teilstromes sichergestellt.

**[0027]** Der erste Teilstrom kann nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens in eine Trocknungsvorrichtung eingeleitet werden. Der aus dem Kessel austretende abgekühlte zweite Teilstrom wird jedenfalls erfindungsgemäß zumindest teilweise als Kühlgasstrom in die Brennkammer zurückgeführt.

**[0028]** Zur Einstellung einer bestimmten Heißgastemperatur im ersten Teilstrom kann es in Ausnahmefällen zudem erforderlich sein, dass der aus dem Kessel austretende abgekühlte zweite Teilstrom zumindest zeitweise zur Regelung der Heißgastemperatur im ersten Teilstrom diesem zugemischt wird.

**[0029]** Nach einer weiteren Ausgestaltung des Verfahrens kann der Kessel im Betrieb zumindest zeitweise durch Einsprühen eines Reinigungsfluids, insbesondere Wasser, gereinigt werden. Hierdurch kann die Ansatzbildung durch im Heißgasstrom noch befindliche Flugasche bereits in Betrieb wirksam unterdrückt werden.

**[0030]** Nach einer weiteren Ausgestaltung des Verfahrens wird der Brennstoffeintrag und die damit gekoppelte Zuführung von Verbrennungsluft in die Brennkammer derart geregelt, dass in der Brennkammer ein konstanter Unterdruck vorliegt. Dies bedeutet, dass sich die Feuerungsleistung der Brennkammer nach dem HeißgasLeistungsbedarf der jeweils nachgeschalteten Anwendung, beispielsweise eines Trockners und/oder des Kessels zur Erhitzung des Wärmeträgermediums, orientiert.

Wird eine größere Heißgasmenge abgezogen und besteht somit ein größerer Bedarf an Heißgasleistung, sinkt der Unterdruck in der Brennkammer und die Leistungsregelung fördert mehr Brennstoff in die Brennkammer verbunden mit einem entsprechend erhöhten Luftvolumenstrom, wodurch insgesamt die Feuerungswärmeleistung in der gewünschten Weise ansteigt.

**[0031]** Bevorzugt erfolgt die Regelung des Brennstoffeintrags dabei stufenlos mittels frequenz geregelter Schnecken.

**[0032]** Im Folgenden wird die Erfindung anhand einer Ausführungsbeispiele darstellenden Zeichnung näher erläutert.

**[0033]** Es zeigen:

Fig. 1 eine erste aus dem Stand der Technik bekannte Trocknungsanlage mit einer Vorrichtung zur Heißgaserzeugung mit integriertem Thermalölkessel und nachgeschaltetem Trockner in stark schematisierter Ansicht,

Fig. 2 eine zweite Trocknungsanlage mit einer Vorrichtung zur Heißgaserzeugung mit integriertem Thermalölkessel und nachgeschaltetem Trockner in stark schematisierter Ansicht und

Fig. 3 die Vorrichtung zur Heißgaserzeugung mit integriertem Thermalölkessel der Anlage aus Figur 2 in einer detaillierten Darstellung.

**[0034]** In Fig. 1 ist eine aus dem Stand der Technik bekannte Trocknungsanlage mit einer Vorrichtung zur Heißgaserzeugung mit integriertem Thermalölkessel und nachgeschalteten Trockner in stark schematisierter Ansicht dargestellt. Trocknungsanlagen dieser Art dienen beispielsweise der Trocknung von gehacktem Holz, Sägespänen, Hobelspänen, Holzfasern, Tierfutter, Getreide etc.. Mit dem getrockneten Gut können dann Span-, Faser-, OSB-Platten, Holz-Pellets, Getreide-Krafftutter-Pellets etc. hergestellt werden. Der durch das Heißgas erhitzte Wärmeträger, vorliegend Thermalöl, wird für verschiedene Prozesse benötigt, beispielsweise zum Pressen von Span-, Faser- oder OSB-Platten, für das Trocknen von imprägnierten Papier und Aufpressen desselben auf Trägerplatten, für Heizzwecke etc..

**[0035]** Die Vorrichtung zur Heißgaserzeugung der Anlage der Fig. 1 ist mit einer vollständig ausgemauerten Brennkammer 100 ausgeführt. Diese wiederum umfasst eine Vorschubrostfeuerung 101, kann jedoch als primäre Feuerung auch eine Wander-Rostfeuerung, Wirbelschichtfeuerung, Kohle-, Gas-, Öl-, Staubfeuerung etc. aufweisen. Über eine Aufgabereinheit 102 wird fester oder granulatformiger Brennstoff auf den Rost aufgegeben und durch Zufuhr von Primärluft 103 unterhalb des Rostes und von Sekundärluft 104 oberhalb des Rostes verbrannt, wobei die verschiedenen Verbrennungsphasen von Trocknung, Erwärmung, Vergasung und Verbrennung entlang der Vorschubrichtung des Rostes

101a ablaufen. Die Asche des verbrannten Brennstoffes fällt am Ende des Rostes in einen Nass-Entschlacker 160, der die nasse Asche in einen außerhalb des Kesselhauses stehenden Rostaschecontainer 161 fördert.

**[0036]** Zum Anfahren der Anlage befinden sich knapp oberhalb des Rostes 101a eine oder mehrere Einblasfeuerungen 105 für faserige und staubförmige Abfälle die mit einer Gasstützflamme ausgestattet sind und so den Bereich der Brennstoffaufgabe auf Zündtemperatur bringen. In der Regel befindet sich ein weiterer größerer Gas/Staub-Kombibrenner 106 am oberen Ende der Brennkammer, wobei dieser dann nicht für das Anfahren der Anlage, sondern nur für die alleinige Verbrennung bzw. Verwertung von angefallenem feinem Holzstaub genutzt werden kann. Die Gas/Staub-Kombibrenner 106 können parallel zur Rostfeuerung 101 betrieben werden; deren Leistung richtet sich nach dem verfügbaren Staubangebot.

**[0037]** Das in der ausgemauerten Brennkammer 100 erzeugte Heißgas, das aufgrund der hohen Verbrennungstemperatur von ca. 940°C einen hohen Stickoxidanteil (thermisches NOx) aufweist, wird über eine bevorzugt ebenfalls vollständig ausgemauerte Heißgasleitung 107 in einen Heißgaszyklon 108 eingeleitet, wo es von partikelförmigen Verunreinigungen größtenteils gereinigt wird. Anschließend wird es einer externen Mischkammer 130 und schließlich dem Trockner 140, zugeführt.

**[0038]** Eine gewisse Menge der Heißgase strömt über einen Bypass-Strang 109 in einen separaten Thermalölkessel 110. Der Thermalölkessel 110 umfasst vorliegend eine erste Strömungsstufe, in welcher das Heißgas abwärts strömt (Abwärtsteil) und einen Teil seiner Wärmeenergie in einem Strahlungswärmetauscher 110a insbesondere über Strahlung an das durch die Rohre des ersten Wärmetauschers 110a strömende Thermalöl abgibt. In der zweiten Strömungsstufe strömt das bereits teilweise abgekühlte Heißgas wieder aufwärts (Aufwärtsteil) und gibt bei niedrigeren Temperaturen weitere Wärmeenergie in einem Konvektionswärmetauscher 110b insbesondere über Konvektion an das Thermalöl ab. Im Strahlungswärmetauscher 110a der ersten Stufe werden die Heißgase auf eine Temperatur < 700°C abgekühlt, bevor sie in den Konvektionswärmetauscher 110b der zweiten Stufe überströmen.

**[0039]** Die Umlenkung zwischen Strahlungs- und Konvektionswärmetauscher 110a, 110b ist vorliegend als ein großer gemeinsamer (oder alternativ) als zwei getrennte Trichter ausgebildet, wo sich der gröbere Ascheanteil im Heißgas aufgrund der Schwerkraft absetzen kann und über Doppelpendelklappe, Zellenrad, Schnecke etc. (jeweils nicht dargestellt) abgeführt und im Aschecontainer 161 gesammelt wird.

**[0040]** Beim Durchströmen des Thermalölkessels 110 kühlt sich das Heißgas ab und überträgt die Wärme an das Wärmeträgermedium, vorliegend Thermalöl. Dieses wird dabei beispielsweise von 255°C auf 280°C erwärmt. Das auf ca. 350°C abgekühlte Heißgas wird über einen

Saugzug 113 in eine Leitung 112 abgezogen und über eine Regel-Klappe 114 und eine Leitung 115 zurück zum Heißgashauptstrom geführt und kühlt diesen.

**[0041]** Der Heißgashauptstrom seinerseits wird einer Mischkammer 130 zugeführt, in der das Heißgas mit kalter Luft bzw. mit Trocknerumluf/Trocknerabluft auf die notwendige Heißgastemperatur vor Eintritt in den Trockner 140 geregelt wird.

**[0042]** Bei der Trocknungsanlage der Fig. 1 hat sich gezeigt, dass bei qualitativ minderwertigen Brennstoffen wie Alt- und Restholz, imprägniertem Holz, Produktionsabfällen etc. die Verschmutzung des Strahlungs-Wärmetauschers 110a stark ansteigt, woraus aufgrund eines verschlechterten Wärmeübergangs ein Anstieg der Austrittstemperatur resultiert, wodurch wiederum der gewünschte Temperaturwert von ca. 700°C deutlich überschritten wird. Hierdurch sind die Aschepartikel noch nicht festkörnig, sondern flüssig bzw. teigig, was zu einer Auskondensation auf den kalten Rohren des Konvektions-Wärmetauschers 110b der zweiten Stufe führt und dessen Verschmutzung erhöht. Auch mit sogenannten Rußbläsern können die Verschmutzungen nach einer gewissen Betriebszeit nicht mehr entfernt werden, wodurch es zu einer starken Einschränkung der Wärmeübergangsleistung und im Extremfall zum kompletten Zuwachsen von ganzen Konvektionsrohrbündeln kommt. Im Falle des Einsatzes von Rußbläsern muss deren Einsatzintervall stetig verkürzt werden. Hierbei müssen die Rohre mit hohem Luftdruck beaufschlagt werden, was zudem die Erosionsneigung stark erhöht.

**[0043]** Zur Vermeidung dieser nachteiligen Auswirkung ist bei einigen Anlagenkonzepten die Rückführung von abgekühltem Heißgas über eine Leitung 115 mit einer Regelklappe 117 vorgesehen, um so eine Temperatur von < 700°C vor dem Konvektions-Wärmetauscher 110b sicherzustellen. Dies erfordert in nachteiliger Weise jedoch eine höhere Gebläseleistung, wobei die hieraus resultierenden erhöhten Rauchgasmengen im Konvektions-Wärmetauscher auch höhere Erosionen bewirken.

**[0044]** Schließlich führt die Einleitung des abgekühlten Heißgases aus dem Thermalölkessel 110 in den im Heißgaszyklon 108 gereinigten Heißgasstrom zu einer Senkung des Temperaturniveaus im Heißgas und in der Folge zu einer unerwünschten Senkung des Trocknerwirkungsgrades, weil mit der Einleitung des abgekühlten Heißgases in den gereinigten Heißgasstrom der Nachteil verbunden ist, dass weniger Trocknerumluf eingesetzt werden kann und somit mehr Abluft entsteht, die einer Abluft-Reinigungsanlage 170 zuzuführen ist. Mehr Abluft bedeutet mehr Abwärme und damit einen schlechteren energetischen Trocknerwirkungsgrad.

**[0045]** In Fig. 2 ist nun eine zweite gegenüber der Anlage der Fig. 1 verbesserte Trocknungsanlage mit einer Vorrichtung zur Heißgaserzeugung mit integriertem Thermalölkessel und nachgeschaltetem Trockner in stark schematisierter Ansicht dargestellt. Die Anlage umfasst wiederum eine Vorschubrostfeuerung 2 aufweisende Brennkammer 1 sowie einen Kessel 6 zur Er-

hitzung eines Wärmeträgermediums, vorliegend wiederum Thermalöl. Die Anlage der Fig. 2 zeichnet sich dadurch aus, dass der gesamte Heißgasstrom nach dem Ausströmen aus der Brennkammer 1 in einen ausgemauerten Heißgaszyklon 4 eingeleitet wird, wodurch er entsprechend nahezu vollständig von der mit dem Heißgas aus der Brennkammer strömenden Flugasche befreit wird. Im Heißgaszyklon 4 kommt es zudem zu einer starken Durchmischung des Heißgases, was zu einem verbesserten Ausbrand und insbesondere zu einer Nachverbrennung von Kohlenmonoxid führt.

**[0046]** Wie in Fig. 2 erkennbar, zweigt in Strömungsrichtung des Heißgases hinter dem Heißgaszyklon 4 eine Bypassleitung 10a von der Heißgasleitung 10 ab, so dass der Heißgasstrom nach Austritt aus dem Heißgaszyklon 4 in einen ersten und einen zweiten Teilstrom aufgeteilt wird, wobei der zweite Teilstrom über die Bypassleitung 10a in einen Kessel 6 zur Erhitzung des Thermalöls eingeleitet wird. Der Kessel 6 ist dabei in zu der Anlage der Fig. 1 vergleichbarer Weise ausgelegt und umfasst eine erste Strömungsstufe mit einem Strahlungswärmetauscher 6a und eine zweite Strömungsstufe mit einem Konvektionswärmetauscher 6b. Wie ferner erkennbar, ist der Ausgang des Kessels 6 mit der Brennkammer 1 über eine Heißgasleitung 12 verbunden, so dass der aus dem Kessel austretende abgekühlte Heißgasstrom als Kühlgasstrom in die Brennkammer 1 zurückgeführt werden kann. Hierdurch kann die Brennkammertemperatur, die bei stöchiometrischer Verbrennung und trockenem Brennstoff bei Annahme eines adiabaten Verbrennungsprozesses mehr als 2000°C betrage, effektiv auf beispielsweise < 940°C begrenzt werden, ohne dass die Verbrennung mit einem hohen Luftüberschuss erfolgen muss. Zur Einstellung einer gewünschten Heißgastemperatur kann im Ausnahmefall das abgekühlte Heißgas dem durch die Heißgasleitung 10 strömenden Heißgashauptstrom über die Regelklappe 9 vor dem Einströmen in die Mischkammer 130 zugemischt werden. Ebenso kann ein Teil des abgekühlten Heißgases über die Regelklappe 13 der Abluft-Reinigungsanlage zugeführt werden.

**[0047]** In Fig. 3 ist die Trocknungsanlage der Fig. 2 in einer detaillierteren Schemazeichnung dargestellt, wobei aus Gründen der Übersichtlichkeit Mischkammer, Trockner und das Abluft-/Filtersystem nicht dargestellt sind. Die Trocknungsanlage ist wiederum für die Befuerung mit festen-, granulat- und staubförmigen Brennstoffen ausgelegt. Als zentrale Anlagenkomponenten weist die Anlage der Fig. 3 entsprechend wiederum eine Brennkammer 1 mit Rostfeuerung, einen unmittelbar hinter dem Heißgasauslass angeordneten vollständig ausgemauerten Heißgaszyklon 4 sowie einen Thermalölkessel 6 auf, in welchen ein Teil des in der Brennkammer 1 produzierten und im Heißgaszyklon 4 gereinigten Heißgases über eine Bypassleitung 10a eingeleitet und dort zur Erhitzung des Thermalöls verwendet wird.

**[0048]** Zur Brennstoffaufgabe in die Brennkammer 1 werden die festen Brennstoffe über Zugsböden 19, Sieb-

(nicht dargestellt) und Trogkettenförderer 19a über eine Verteilklappe oder - wie vorliegend - über eine Verteilschnecke 21 und zwei Absperrschieber 22 zwei Dosier-/Vorlagebunkern 23 zugeführt. Von diesen wird der Brennstoff über insgesamt sechs frequenzgeregelte Schnecken 24 über eine spezielle Brennstoff-Schurre 29 in Form einer Rutsche auf einen in zwei Rosthälften geteilten Vorschubrost 2 dosiert aufgegeben. Die stufenlos betreibbaren, frequenzgeregelten Schnecken 24 ermöglichen die Regelung der Verbrennung in der Brennkammer 1 nicht nur über Brenner, sondern auch über die Brennstoffaufgabe auf den Rost 2. Wie in Fig. 3 erkennbar, verläuft die Brennstoffschurre 29 zunächst vertikal und leitet den Brennstoff anschließend über einen schrägen Abschnitt direkt auf den Rost 2. Im vertikalen Abschnitt fällt der Brennstoff im freien Fall nach unten. In diesem Bereich sind pneumatische horizontale Schieber 25 angeordnet. Bei Unterbrechung der Feuerung, Kesselausfall oder Ausfall der Schnecken 24 schließen die jeweiligen Schieber 25 - im Falle einer Unterbrechung der Feuerung oder bei Kesselausfall auch die Schieber 22 - schlagartig. Die Brennstoffdosierung ist somit von der Brennkammer 1 getrennt und bestmöglich nach außen hin abgedichtet.

**[0049]** An der Brennstoffschurre 29 ist eine Wassereindüsung 26 vorgesehen, welche bei Erreichen einer voreinstellbaren Temperatur (beispielsweise 100°C) durch Öffnen eines Magnetventils 26a aktiviert wird, so dass Wasser fein zerstäubt über eine Düse eingespritzt werden kann. Hierdurch wird die Schurre 29 gekühlt und inertisiert. Dies kann beispielsweise im Falle eines Wärmerückstaus einer Verstopfung oder eines Rückbrandes erforderlich sein. Das brennkammerseitige Ende der Schurre 29 ist ausgemauert, so dass keine metallischen Teile, welche sich auf Dauer unter Einwirkung der Strahlungshitze verformen könnten, in die Brennkammer 1 ragen. Mit Ausnahme dieses diskontinuierlichen Wasserverbrauches durch Wassereinspritzung und für die weiter unten noch erläuterte Wassersprüheinrichtung 35 im Thermalölkessel hat die Anlage keinen Wasser- bzw. Kühlwasserbedarf.

**[0050]** Neben festen Brennstoffen können auf dem Rost 2 auch granulat- oder faserförmige Brennstoffe (Recycling) verbrannt werden. Diese werden im Betrieb der Brennkammer 1 von einem Speichersilo 20 über ein eigenes Austragsystem (meist rotierende Austragschnecke, Gleitrahmen, etc.) und eine Förder-Schnecke (nicht im Einzelnen dargestellt) dem Trogkettenförderer 19a zugemischt und so ebenfalls über den Aufgabeschacht auf den Vorschubrost 2 aufgegeben. Nicht dargestellt in Fig. 3 ist die Möglichkeit, den Brennstoff einer Einblasfeuerung zuzuführen.

**[0051]** In der Brennkammer 1 fällt die entstehende Asche am Ende des Vorschubrostes 2 über einen Schacht in einen Nass-Entschlacker 27 und wird von dort in einen Rostaschecontainer 28 gefördert. Im Falle einer Wanderrostfeuerung wird die Asche trocken mittels Schnecken abgezogen und über weitere Schnecken in

den Rostaschecontainer 28 gefördert.

**[0052]** Bei der Anlage der Fig. 3 werden staubförmigen Brennstoffe aus Staubsilos einem Staub-Dosier-Behälter zugeführt und über Dosierschnecken, Zellenrad und Förderluft zu mindestens zwei tangential angeordneten Brennern 3 für gas- und staubförmige Brennstoffe gefördert. Aus Gründen der Übersichtlichkeit ist die Brennstoffzuführung in Fig. 3 nicht im Einzelnen dargestellt. Die tangentiale Anordnung der Brenner 3 verbessert die Durchmischung und reduziert damit ganz wesentlich den CO-Wert im Heißgas. Die multifunktionalen Brenner 3 sind oberhalb einer Sekundärluftfeinblasung 18a, 18b angeordnet, die weiter unten noch im Detail erläutert wird.

**[0053]** Die Brenner 3 werden mit gasförmigem Brennstoff gestartet und können dann auf einen Betrieb mit staubförmigem Brennstoff umgeschaltet werden. Die Verbrennung in der Brennkammer 1 kann hierdurch ausschließlich mit staubförmigem Brennstoff betrieben werden, ohne dass eigene gasgefeuerte Anfahrbränner installiert werden müssen. Es kann dabei vorgesehen sein, dass wenigstens einer der Brenner 3 sowohl mit hochwertigem staubförmigem Brennstoff (beispielsweise Siebstaub aus der Trockenspanaufbereitung oder Schleifstaub vom Abschleif von Spanplatten etc.) als auch mit minderwertigem staubförmigem Brennstoff (beispielsweise aus der Absaugung einer Recyclingholzaufbereitung) betrieben werden kann, so dass die Installation einer eigenen Einblasfeuerung entfallen kann. Durch den alleinigen Betrieb mit den Brennern 3 kann eine maximale Staubmenge verbrannt werden, wodurch anfallende Staubmengenspitzen damit bestmöglich verwertet werden können. Zudem können die Brenner 3 mit minimaler Last betrieben werden, um die Anlage beispielsweise betriebsbereit und heiß zu halten.

**[0054]** Bevorzugt wird Holzstaub aus der Produktion eines Holzverarbeitenden Betriebs als Brennstoff eingesetzt. Ein weiterer Brennstoff für die Wärmeversorgung in der Feststofffeuerungsanlage sind die innerbetrieblich anfallenden Holz- und Produktionsreste sowie Rinden und Resthölzer vom Holzlagerplatz. Ebenso werden extern angelieferte unbehandelte Hölzer verbrannt.

**[0055]** Der für die Verbrennung in der Brennkammer 1 benötigte Frischluftstrom wird über ein Primärluftgebläse 16 und ein Sekundärluftgebläse 17 der Brennkammer 1 zugeführt. Die Primärluft wird in mehrere Zonen (Windboxen) aufgeteilt und strömt in einem aufsteigenden Luftstrom in geregelten Mengen durch den Rost 2 und kühlt diesen dabei. Die Sekundärluft 18 wird oberhalb des Rostes 2 über mehrere vordere Düsen 18a und hintere Düsen 18b eingeblasen. Die Sekundärluft wird dabei gleichzeitig als Verbrennungsluft für die Brenner 3 verwendet. Die Brenner 3 ihrerseits weisen eine eigene vollautomatische Luftregelung auf, wobei die zugeführte Luft in Primär-, Sekundär- und teilweise Tertiär-Luft aufgeteilt ist.

**[0056]** Der Unterdruck in der Brennkammer 1 wird durch den Trocknersaugzug (vgl. Figur 2) und einen hinter dem Thermalölkessel 6 angeordneten frequenzgere-

gelten Saugzug 8 gewährleistet, der das Heissgas in der benötigten Menge über die ausgemauerte Heißgasleitung 10 abzieht. Die Anlage ist bezüglich Brennstoffeintrag und Verbrennungsluft derart geregelt, dass sich in der Brennkammer 1 ein konstanter Unterdruck ergibt. Die Heißgasleistung der Brennkammer 1 orientiert sich somit stets an dem Heissgasleistungsbedarf des Trockners. Wird durch den Trockner oder den Thermalölkessel 6 eine höhere Heissgasleistung nachgefragt (mehr Heissgas-Menge wird abgezogen), so sinkt der Unterdruck in der Brennkammer 1 und die Leistungsregelung fördert mehr Brennstoff in Kombination mit zusätzlicher Verbrennungsluft in die Brennkammer 1 und erhöht dadurch die Feuerungswärmeleistung.

**[0057]** Das aus der Brennkammer austretende Heißgas strömt, wie auch in der schematisierten Ansicht der Fig. 2 dargestellt, vollständig in den ausgemauerten Heißgaszyklon 4. Dabei wird es bevorzugt in einer selektiven nichtkatalytischen Reduktionsreaktion (SNCR) einer Entstickung unterzogen. Im Einzelnen wird über eine Mehrzahl von im tangentialen Einströmkanal des Zyklons 4 angeordnete Düsen 30 ein geeignetes Reduktionsmittel, vorliegend Harnstoff, in das Heißgas einge-  
düst, da hier die für eine effiziente Entstickung des Heißgases erforderliche Temperatur herrscht. Eine effiziente Entstickung wird auch durch die intensive Durchmischung des Heißgases im Zyklon 4 gefördert, so dass der Harnstoffverbrauch und der Ammoniak-Schlupf minimiert werden können.

**[0058]** Im Heißgaszyklon 4 wird Flugasche bis zu einer bestimmten Korngröße (ein Korn mit  $50\mu\text{m}$  wird mit ca. 50%iger Wahrscheinlichkeit separiert) abgeschieden. Das Heißgas wird im Zyklon 4 durch die spezielle Zyklonströmung stark durchmischt, wobei ein guter Ausbrand unter Nachverbrennung von Kohlenmonoxid erreicht wird. Die im Zyklon 4 abgeschiedene Flugaschemenge wird über eine Doppelpendelklappe 14 und über einen Fallschacht direkt einem Flugaschecontainer 15 oder dem Rostasche-Nassentschlacker 27 zugeführt und über diesen in den gemeinsamen Aschecontainer 28 abgeführt.

**[0059]** Auf der Austrittsspirale des Zyklons 4 ist ein Notkamin 5 angeordnet, der bei einem notfallmäßigen Abschalten der Anlage geöffnet wird, wobei die Heißgase durch den natürlichen Zug des Kamines aus der Brennkammer 1 abgezogen werden. Bei Funktionsstörungen im Thermalölkessel 6 - beispielsweise bei einem Rohrschaden - kann über den Notkamin 5 nach Abschalten der Feuerung zudem kalte Luft angesaugt und damit der Thermalölkessel 6 effektiv gekühlt werden.

**[0060]** Wie erwähnt, strömt ein Teil des Heißgases nach Austritt aus dem Heißgaszyklon 4 über eine Bypassleitung 10a in den Thermalölkessel 6. Dieser ist in der im Zusammenhang mit Fig. 2 beschriebenen Weise mit einer abwärts durchströmten ersten Strömungsstufe mit einem Strahlungswärmetauscher 6a und einer aufwärts durchströmten zweiten Strömungsstufe mit einem Konvektionswärmetauscher 6b aufgebaut. Ferner um-

fasst der Thermalölkessel 6 anstelle eines aus dem Stand der Technik bekannten Umluftsystem in der ersten Strömungsstufe eine Wassersprüheinrichtung 35, mit der die erste Strömungsstufe in Abhängigkeit von der Verschmutzung (Temperaturanstieg) während des Betriebes von den sich ansetzenden Verunreinigungen gereinigt werden kann, um so den ursprünglichen Wärmeübertragungs-Koeffizienten aufrechtzuerhalten. Die Wassersprüheinrichtung 35 umfasst vorliegend eine Schlauchrolle mit einer mehrlöchrigen Düse an deren freien Ende, die mit einer längsgerichteten und drehenden Pendelbewegung die Wärmetauscherfläche der ersten Strömungsstufe abfährt und durch deren Düsen feine Wasserstrahlen mit hohem Druck auf die verunreinigten Rohroberflächen gespritzt werden. Die feinen Wasserstrahlen führen durch Wärmeschock zum Abplatzen der anhaftenden und teilweise harten Ablagerungen, wodurch Kesselstillstände infolge erforderlicher Reinigungsarbeiten vermieden werden können. In der zweiten Strömungsstufe sind in aus dem Stand der Technik an sich bekannter Weise Rußbläser 40 vorgesehen.

**[0061]** Die beiden Strömungsstufen des Thermalölkessels 6 sind vorliegend und im Unterschied zu Fig. 2 durch einen gemeinsamen Aschetrichter verbunden. Über diesen kann die Asche über eine Doppelpendelklappe 14 in den geschlossenen Flugaschecontainer 15 abgeführt werden.

**[0062]** Hinter der konvektiven zweiten Strömungsstufe des Thermalölkessels 6 ist der frequenzgeregelte Saugzug 8 angeordnet, der in Abhängigkeit vom Thermalölkesselleistungsbedarf eine definierte Menge Heissgas durch den Kessel zieht.

**[0063]** Das im Thermalölkessel 6 abgekühlte Heissgas wird über eine Regelklappe 11 und einen Rückluftkanal 12 der Brennkammer 1 zur Reduzierung der adiabaten Brennkammertemperatur als Kühlluft zurückgeführt. Nur im Ausnahmefall und zur Regelung einer gewissen Heissgas-Temperatur wird das abgekühlte Heissgas dem durch die ausgemauerte Heißgasleitung 10 strömenden Heissgas-Hauptstrom über die Regelklappe 9 in Richtung des Trockners (vgl. Fig. 2) zugemischt.

**[0064]** Im Folgenden sollen die Effizienzvorteile der vorstehend beschriebenen Trocknungsanlage gemäß den Fig. 2 und 3 gegenüber der aus dem Stand der Technik bekannten Anlage gemäß Fig. 1 kurz dargestellt werden.

**[0065]** Bei der bekannten Anlage der Fig. 1 beträgt die Brennstoffleistung bei einer geforderten 20MW Heißgas-Solleistung und 16MW Thermalöl-Solleistung 38,59MW. Zur Einhaltung einer gewissen Heißgas-Mindesttemperatur von beispielsweise  $750^{\circ}\text{C}$  können 2,41MW abgekühltes Heißgas in den Heißgas-Hauptstrom geleitet werden, während 5,33MW direkt in der Abluft-Reinigungsanlage, beispielsweise einem Nass-Elektrofilter 170, zu entsorgen sind. Der Sauerstoffgehalt im Heißgas beträgt 13,4% und der Luftüberschuss  $\lambda=2,8$ . Die Verbrennungsluft ist im vorliegenden Falle eine Abluft aus einer Trocknungsanlage mit  $7.5^{\circ}\text{C}$  und die mit

der Luftmenge eingebrachte Wärmeleistung beträgt 1,82MW über die Primärluft und 0,91MW über die Sekundärluft.

[0066] Im Falle der Einleitung der gesamten im Thermalölkessel abgekühlten Heißgasmenge in den Heißgas-Hauptstrom, betrüge die Mischtemperatur ideal betrachtet nur noch 533°C (real ergeben sich mit den Wärmeverlusten ca. 460°C). Entsprechend wäre es nicht mehr sinnvoll möglich, die Trocknerabluft dem Heißgas zuzumischen und den Trockner somit effizient im Umluftbetrieb zu betreiben.

[0067] Bei der in Fig. 2 und 3 gezeigten Anlage beträgt die Brennstoffleistung wiederum für 20MW Heißgas-Solleistung und 16MW Thermalöl-Solleistung nur noch 34,41MW, woraus sich eine Effizienzsteigerung von ca. 12 % ergibt. Zur Einhaltung der Heißgas-Mindesttemperatur von wiederum 750°C können wiederum 2,41MW abgekühltes Heißgas in den Heißgas-Hauptstrom geleitet werden, während 5,33MW wärmerückgewinnend in die Brennkammer 1 zur Kühlung zurückgeführt werden. Der Sauerstoffgehalt im Heißgas beträgt in diesem Fall nur noch 9,3% und der Luftüberschuss  $\lambda=1,8$ .

[0068] Im Falle, dass die 2,41MW Wärmeleistung nicht in den Heißgas-Hauptstrom eingeleitet würden, bliebe die Heißgas-Temperatur theoretisch auf 920°C und damit ideal für den Trocknergesamtwirkungsgrad. In der Realität treten Temperaturverluste beim Heißgas durch Wärmeverluste, Falschluff, etc. auf und die Temperatur wird um bis zu ca. 100°C sinken. Hieraus wird ersichtlich, dass es sinnvoll ist, die Heißgasmenge des Thermalölkessels 6 möglichst zu 100% wieder der Brennkammer zurückzuführen.

## Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Heißgaserzeugung mit integrierter Erhitzung eines Wärmeträgermediums umfassend eine ausgemauerte Brennkammer (1) zur Heißgaserzeugung und einen in Strömungsrichtung des Heißgases hinter der Brennkammer (1) angeordneten und mit der Brennkammer (1) über eine Heißgasleitung (10) verbundenen Kessel (6) zur Erhitzung des Wärmeträgermediums, wobei zwischen der Brennkammer (1) und dem Kessel (6) wenigstens ein in die Heißgasleitung (10) integrierter ausgemauerter Heißgaszyklon (4) angeordnet ist, so dass das aus der Brennkammer (1) ausströmende Heißgas vollständig durch den wenigstens einen Heißgaszyklon (4) geleitet wird,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
in Strömungsrichtung des Heißgases hinter dem Heißgaszyklon (4) eine Bypassleitung (10a) von der Heißgasleitung (10) abzweigt, so dass der Heißgasstrom nach Austritt aus dem Heißgaszyklon in einen ersten und einen zweiten Teilstrom aufgeteilt wird, wobei der zweite Teilstrom über die Bypassleitung (10a) in den Kessel (6) zur Erhitzung des Wärme-

trägermediums eingeleitet wird, dass der Ausgang des Kessels (6) mit der Heißgasleitung (10) gasleitend verbunden ist, so dass der aus dem Kessel (6) austretende abgekühlte zweite Teilstrom zumindest zeitweise zur Regelung der Heißgastemperatur im ersten Teilstrom diesem zumischbar ist und dass der Ausgang des Kessels (6) und die Brennkammer (1) gasleitend miteinander verbunden sind, so dass der aus dem Kessel (6) austretende abgekühlte zweite Teilstrom zumindest teilweise, insbesondere vollständig, als Kühlgasstrom in die Brennkammer (1) zurückführbar ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
die Vorrichtung Mittel zur Entstickung des Heißgases aufweist, wobei die Mittel zur Entstickung als wenigstens eine Düse (30) zur Einleitung eines Reduktionsmittels, insbesondere von Harnstoff, in den tangentialen Einströmkanal des Heißgaszyklons ausgebildet sind.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
der Kessel (6) eine erste Strömungsstufe mit einem Strahlungswärmetauscher (6a) und eine zweite Strömungsstufe mit einem Konvektionswärmetauscher (6b) aufweist, wobei die erste Strömungsstufe von dem Heißgasstrom in Abwärtsrichtung durchströmbar ist und wobei die zweite Strömungsstufe anschließend von dem Heißgasstrom in Aufwärtsrichtung durchströmbar ist.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
der Kessel (6) Mittel zum Einsprühen eines Reinigungsfluids, insbesondere von Wasser, aufweist.
5. Vorrichtung nach Anspruch 3 und 4,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
die Mittel als wenigstens eine in der ersten Strömungsstufe des Kessels (6) angeordnete Düse (35) ausgebildet sind.
6. Vorrichtung nach Anspruch 5,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
die Düse (35) derart ausgebildet ist, dass sie beim Einsprühen der Reinigungsflüssigkeit eine Pendelbewegung ausführt.
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
die Brennkammer (1) eine Rostfeuerung, insbesondere eine Wanderrostfeuerung, aufweist, wobei fester, granular- oder faserförmiger Brennstoff auf dem von einem aufsteigenden Primärluftstrom durchströmten Rost (2) durch die Brennkammer (1) transportiert wird.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
die Vorrichtung eine Förderschnecke (24) und eine Schurre (29) in Form einer Rutsche zur kontinuierlichen Aufgabe des Brennstoffes auf den Rost (2) aufweist, wobei die Schurre (29) mittels einer Wasserindüsung (26) kühlbar ausgebildet ist.
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
in der Brennkammer (1) wenigstens zwei tangential angeordneter Brenner (3) zur Verbrennung von gas- und staubförmigem Brennstoff vorgesehen sind.
10. Trocknungsvorrichtung zur Trocknung insbesondere von Holzprodukten und/oder -abfällen mit einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei das aus dem Heißgaszyklon (4) ausströmende Heißgas zumindest teilweise in einen Trockner (140) zur Trocknung insbesondere von gehacktem Holz, Sägespänen, Hobelspänen, Holzfasern, Tierfutter, Getreide und dgl. eingeleitet wird.
11. Verfahren zur Heißgaserzeugung mit integrierter Erhitzung eines Wärmeträgermediums, wobei das Heißgas in einer ausgemauerten Brennkammer (1) erzeugt wird und in einen in Strömungsrichtung des Heißgases hinter der Brennkammer (1) angeordneten Kessel (6) zur Erhitzung des Wärmeträgermediums geleitet wird und wobei der aus der Brennkammer (1) austretende Heißgasstrom vor Eintritt in den Kessel vollständig durch wenigstens einen ausgemauerten Heißgaszyklon (4) geleitet wird,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
der Heißgasstrom nach Austritt aus dem Heißgaszyklon (4) in einen ersten und einen zweiten Teilstrom aufgeteilt wird, wobei der zweite Teilstrom über eine Bypassleitung (10a) in den Kessel zur Erhitzung des Wärmeträgermediums geleitet wird und dass der aus dem Kessel (6) austretende abgekühlte zweite Teilstrom zumindest teilweise als Kühlgasstrom in die Brennkammer (1) zurückgeführt wird.
12. Verfahren nach Anspruch 11,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
der erste Teilstrom des Heißgasstroms in eine Trocknungsvorrichtung (140) eingeleitet wird.
13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
der aus dem Kessel (6) austretende abgekühlte zweite Teilstrom zumindest zeitweise zur Regelung der Heißgastemperatur im ersten Teilstrom diesem zugemischt wird.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 13,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
der Kessel (6) im Betrieb zumindest zeitweise durch

Einsprühen eines Reinigungsfluids, insbesondere Wasser, gereinigt wird.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 14,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
der Brennstoffeintrag und die Zuführung von Verbrennungsluft in die Brennkammer (1) derart geregelt wird, dass in der Brennkammer (1) ein konstanter Unterdruck vorliegt.

## Claims

1. Device for producing hot gas with integrated heating of a heat transfer medium comprising a brick-lined combustion chamber (1) for producing hot gas and a boiler (6), which is arranged in the direction of flow of the hot gas downstream of the combustion chamber (1) and is connected to the combustion chamber (1) via a hot gas pipe (10), for heating the heat transfer medium, wherein at least one brick-lined hot gas cyclone (4) integrated with the hot gas pipe (10) is arranged between the combustion chamber (1) and the boiler (6), so that the hot gas flowing out of the combustion chamber (1) is completely directed through the at least one hot gas cyclone (4), **characterised in that** in the direction of flow of the hot gas downstream of the hot gas cyclone (4) a by-pass pipe (10a) branches off from the hot gas pipe (10), so that the hot gas flow after exiting the hot gas cyclone (4) is divided into a first and a second partial flow, wherein the second partial flow is fed via the bypass pipe (10a) into the boiler (6) for heating the heat transfer medium, **in that** the outlet of the boiler (6) is connected to the hot gas pipe (10) in a manner suitable for conducting gas, so that the cooled second partial flow exiting the boiler (6) can at least intermittently be mixed in with the first partial flow to regulate the hot gas temperature in the first partial flow, and **in that** the outlet of the boiler (6) and the combustion chamber (1) are connected to one another in a manner suitable for conducting gas, so that the cooled second partial flow exiting the boiler (6) can be at least partly, in particular fully, conveyed back as a cooling gas flow into the combustion chamber (1).
2. Device according to Claim 1, **characterised in that** the device has means for denitrifying the hot gas, wherein the means for denitrification are formed as at least one nozzle (30) for introducing a reducing agent, in particular urea, into the tangential inlet channel of the hot gas cyclone.
3. Device according to Claim 1 or 2, **characterised in that** boiler (6) has a first flow stage with a radiation heat exchanger (6a) and a second flow stage with a convection heat exchanger (6b), wherein the hot gas

flow can flow through the first flow stage in the downward direction, and wherein the hot gas flow can subsequently flow through the second flow stage in the upward direction.

4. Device according to any one of Claims 1 to 3, **characterised in that** the boiler (6) has means for spraying a cleaning fluid, in particular water.
5. Device according to Claims 3 and 4, **characterised in that** the means are formed as at least one nozzle (35) arranged in the first flow stage of the boiler (6).
6. Device according to Claim 5, **characterised in that** the nozzle (35) is formed in such a way that it carries out an oscillating movement when spraying the cleaning liquid.
7. Device according to any one of Claims 1 to 6, **characterised in that** the combustion chamber (1) has a grate firing, in particular a travelling grate firing, wherein solid, granular or fibrous fuel on the grate (2) flowed through by a rising primary air flow is transported through the combustion chamber (1).
8. Device according to Claim 7, **characterised in that** the device has a screw conveyor (24) and a chute (29) in the form of a slide for continuously feeding the fuel to the grate (2), wherein the chute (29) is designed such that it can be cooled by means of a water injection (26).
9. Device according to any one of Claims 1 to 8, **characterised in that** at least two tangentially arranged burners (3) for burning gaseous and powdered fuel are provided in the combustion chamber (1).
10. Drying device for drying in particular wood products and/or wood waste with a device according to any one of Claims 1 to 9, wherein the hot gas flowing out of the hot gas cyclone (4) is at least partly fed into a dryer (140) for drying in particular chopped wood, sawdust, wood shavings, wood fibres, animal feed, cereals and suchlike.
11. Method for producing hot gas with integrated heating of a heat transfer medium, wherein the hot gas is produced in a brick-lined combustion chamber (1) and is directed into a boiler (6), which is arranged in the direction of flow of the hot gas downstream of the combustion chamber (1), for heating the heat transfer medium, and wherein the hot gas flow exiting the combustion chamber (1) is completely directed through at least one brick-lined hot gas cyclone (4) before entering the boiler (6), **characterised in that** the hot gas flow after exiting the hot gas cyclone (4) is divided into a first and a second partial flow, wherein the second partial flow is directed via a by-

pass pipe (10a) into the boiler (6) for heating the heat transfer medium, and **in that** the cooled second partial flow exiting the boiler (6) is at least partly conveyed back as a cooling gas flow into the combustion chamber (1).

12. Method according to Claim 11, **characterised in that** the first partial flow of the hot gas flow is fed into a drying device (140).
13. Method according to Claim 11 or 12, **characterised in that** the cooled second partial flow exiting the boiler (6) is at least intermittently mixed in with the first partial flow to regulate the hot gas temperature in the first partial flow.
14. Method according to any one of Claims 11 to 13, **characterised in that** the boiler (6) in operation is at least intermittently cleaned by spraying a cleaning fluid, in particular water.
15. Method according to any one of Claims 11 to 14, **characterised in that** the input of fuel and the supply of combustion air into the combustion chamber (1) is regulated in such a way that a constant negative pressure prevails in the combustion chamber (1).

## Revendications

1. Dispositif de générateur de gaz chaud avec chauffage intégré d'un agent caloporteur complété d'une chambre de combustion (1) briquetée de générateur de gaz chaud et d'une chaudière (6) agencée dans la direction d'écoulement du gaz chaud à l'intérieur de la chambre de combustion (1) et reliée à la chambre de combustion (1) par un conduit de gaz chaud (10) pour le chauffage de l'agent caloporteur, sachant qu'au moins un cyclone à gaz chaud (4) briqueté intégré dans le conduit de gaz chaud (10) est agencé entre la chambre de combustion (1) et la chaudière (6), de sorte que le gaz chaud sortant de la chambre de combustion (1) soit entièrement dirigé à travers au moins un cyclone à gaz chaud (4), **caractérisé en ce qu'à** partir du conduit de gaz chaud (10) une conduite de dérivation (10a) se ramifie dans la direction d'écoulement du gaz chaud dans le cyclone à gaz chaud (4), pour que le flux de gaz chaud soit réparti à la sortie du cyclone à gaz chaud en un premier ou deuxième écoulement partiel, sachant que le deuxième écoulement partiel dans la conduite de déviation (10a) de la chaudière (6) a lieu pour le chauffage de l'agent caloporteur, que la sortie de la chaudière (6) est reliée au conduit de gaz chaud (10) guidant le gaz, de sorte que le deuxième écoulement partiel sortant de la chaudière (6) soit refroidi au moins temporairement selon la température du gaz chaud du premier écoulement partiel auquel il s'ajou-

- te, et que la sortie de la chaudière (6) et de la chambre de combustion (1) guidant le gaz soient reliées l'une à l'autre de sorte qu'au moins le deuxième écoulement partiel soit en partie ou entièrement ramené en flux de gaz de refroidissement dans la chambre de combustion (1).
2. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le dispositif comporte des moyens de dénitrations du gaz chaud, sachant que les moyens de dénitrations sont formés d'au moins une tuyère (30) à l'ouverture de l'agent de réduction, notamment à partir d'une urée, dans le canal d'entrée tangentiel du cyclone à gaz chaud.
  3. Dispositif selon les revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la chaudière (6) comprend un premier gradin d'écoulement avec un échangeur de chaleur par rayonnement (6a) et un deuxième gradin d'écoulement avec un échangeur thermique par convection (6b), sachant que le premier gradin d'écoulement du gaz chaud s'effectue dans le sens descendant et que le deuxième gradin d'écoulement du gaz chaud s'effectue dans le sens ascendant.
  4. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** la chaudière (6) est composée de moyens de vaporisation d'un fluide de nettoyage, et plus particulièrement d'eau.
  5. Dispositif selon les revendications 3 et 4, **caractérisé en ce que** les moyens sont composés d'au moins une tuyère (35) disposée dans le premier gradin d'écoulement de la chaudière (6).
  6. Dispositif selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** la tuyère (35) est disposée de telle sorte qu'elle effectue un mouvement de balancier en vaporisant le fluide de nettoyage.
  7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** la chambre de combustion (1) est composée d'un four à grille, et plus particulièrement d'un four à grille ambulant, sachant qu'un combustible solide, granulé ou fibreux est transporté par un premier écoulement d'air montant par la grille (2) à travers la chambre de combustion (1).
  8. Dispositif selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** le dispositif est composé d'un transporteur à vis rotative (24) et d'une goulotte (29) formant une glissière du flux continu de combustible par la grille (2), sachant que la goulotte (29) est formée au moyen d'une injection d'eau (26) refroidie.
  9. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** dans la chambre de combustion (1) soient prévues au moins deux brûleurs (3) disposés de manière tangentielle pour la combustion d'un combustible gazeux et de poussière.
  10. Dispositif de séchage pour sécher notamment des produits en bois et/ou des déchets de bois au moyen d'un dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, sachant que dans le cyclone à gaz chaud (4) le gaz chaud sortant est lancé au moins partiellement dans un séchoir (140) pour le séchage notamment de bois coupé, de sciure, de copeaux, de fibres de bois, d'aliments pour animaux et de céréales.
  11. Procédé de générateur de gaz chaud avec chauffage intégré d'un agent caloporteur, sachant que le gaz chaud est généré dans une chambre de combustion (1) briquetée et conduit dans une chaudière (6) agencée dans la direction d'écoulement du gaz chaud à l'intérieur de la chambre de combustion (1) pour le chauffage de l'agent caloporteur, et sachant qu'il est conduit dans la chambre de combustion (1) en un courant de gaz chaud sortant avant d'entrer totalement dans la chaudière par au moins un cyclone à gaz chaud (4) briqueté, **caractérisé en ce que** le courant de gaz chaud est réparti après la sortie du cyclone à gaz chaud (4) en un premier et un deuxième écoulement partiel, sachant que le deuxième écoulement partiel est conduit par une conduite de dérivation (10a) dans la chaudière pour le chauffage de l'agent caloporteur et que le deuxième écoulement partiel sortant refroidi de la chaudière (6) est ramené en flux de gaz de refroidissement dans la chambre à combustion (1).
  12. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le premier écoulement partiel de gaz chaud s'effectue dans un dispositif de séchage (140).
  13. Procédé selon les revendications 11 ou 12, **caractérisé en ce que** le deuxième écoulement partiel sortant refroidi de la chaudière (6) est mélangé au moins temporairement au gaz chaud dans le premier écoulement partiel pour régler la température.
  14. Procédé selon l'une quelconque des revendications 11 à 13, **caractérisé en ce que** la chaudière (6) est nettoyée en fonctionnement au moins temporairement par vaporisation d'un fluide de nettoyage, et plus particulièrement d'eau.
  15. Procédé selon l'une quelconque des revendications 11 à 14, **caractérisé en ce que** l'apport en carburant et l'alimentation en air comburant dans la chambre de combustion (1) sont réglés de telle sorte qu'une dépression constante soit présente dans la chambre de combustion (1).

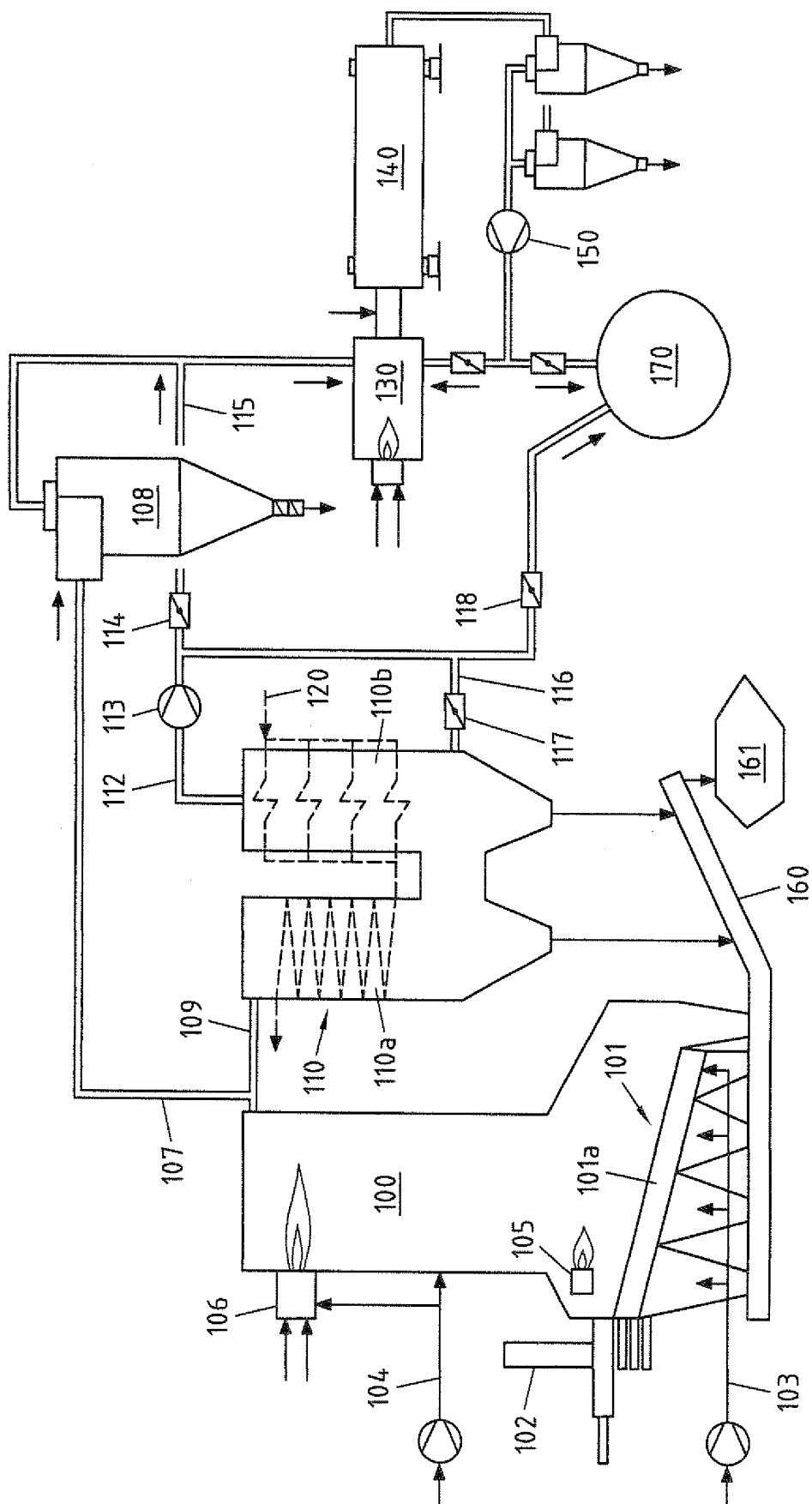


Fig.1 Stand der Technik

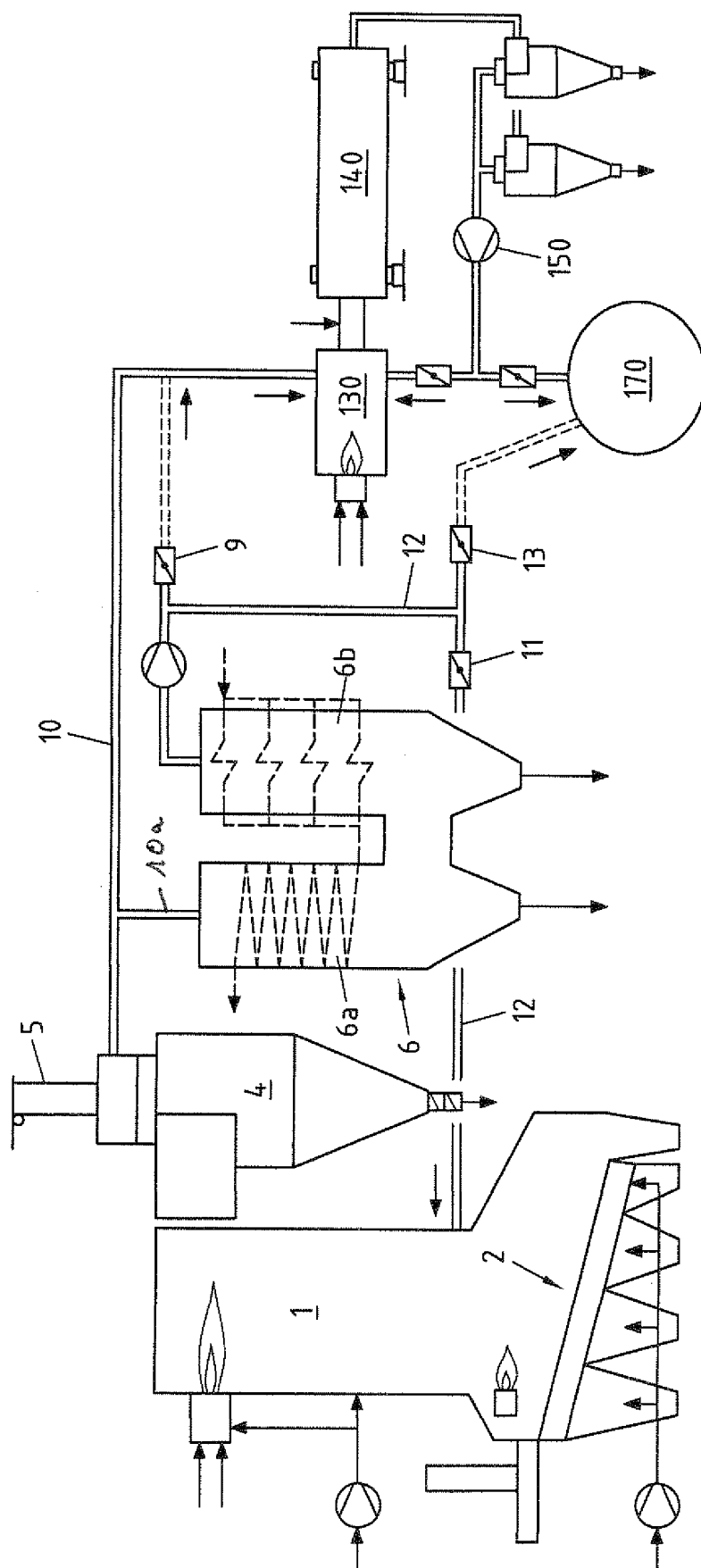


Fig.2

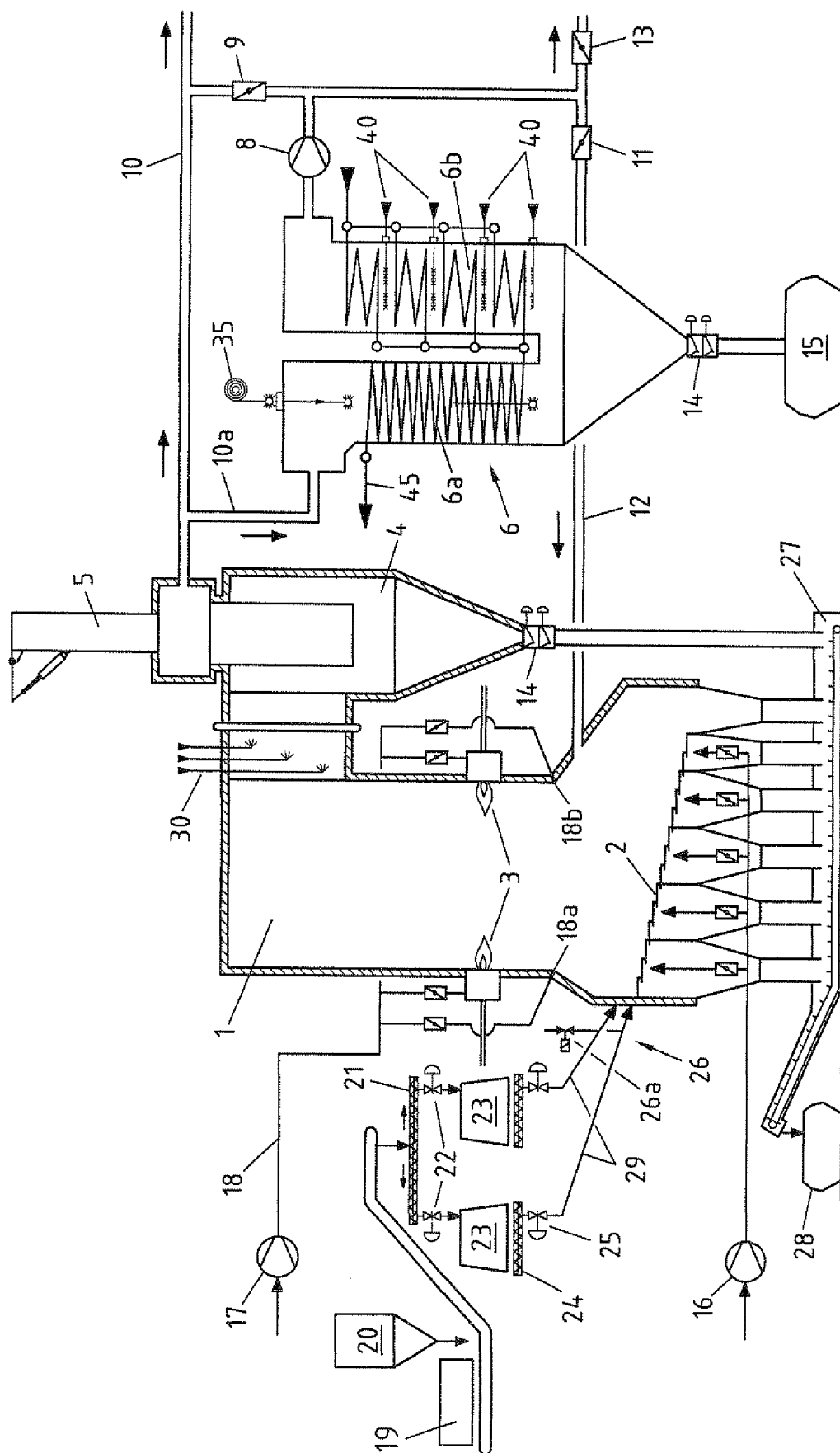


Fig.3

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- DE 202007005195 U1 [0002]
- US 3831535 A1 [0007]