



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 103 20 559 A1** 2004.12.09

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **103 20 559.4**
 (22) Anmeldetag: **07.05.2003**
 (43) Offenlegungstag: **09.12.2004**

(51) Int Cl.7: **F23J 15/06**
F23L 15/00, F23G 5/46

(71) Anmelder:
ERK Eckrohrkessel GmbH, 14199 Berlin, DE

(72) Erfinder:
Hellwig, Udo, Dr., 12351 Berlin, DE; Jordan, Rainer, 14167 Berlin, DE

(74) Vertreter:
Erich, D., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 15751 Niederlehme

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
 gezogene Druckschriften:
DE 424 33 685 C2
DE 198 08 146 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

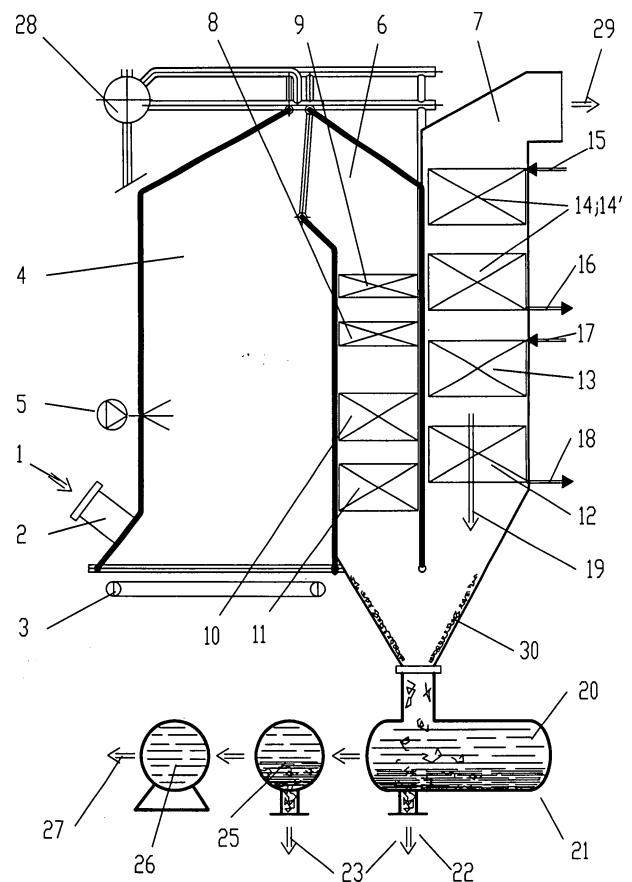
Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Einrichtung zur Erhöhung des Wirkungsgrades von Kesselanlagen mit einer Rauchgasreinigung, insbesondere von Anlagen, in den Biomasse und Sekundärbrennstoffe zur Einführung gelangen**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erhöhung des Wirkungsgrades von Kesselanlagen mit einer Rauchgasreinigung, insbesondere von Anlagen, in denen Biomasse und Sekundärbrennstoffe zur Einführung gelangen und mit Brennwerteffekt zur Ausnutzung der Latentwärme arbeiten, sowie eine Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Einrichtung der gattungsgemäßen Art zu schaffen, mit denen eine Verringerung des Schadstoffausstoßes durch eine Abführung der Schadstoffe über eine Beeinflussung des Kondensationsverhaltens der Gasgemische im Kessel erzielt wird.

Die Erfindung löst in einem Verfahren die Aufgabe dadurch, dass für eine Integration der Rauchgasreinigung in den Kesselbetrieb die Temperatur der Rohrwände in ausgewählten Bereichen des Kessels niedrig gehalten und die Rauchgase zum Auskondensieren ihrer Feuchte in den Rohrwänden gebracht werden sowie deren Kondensationswärme zurückgehalten und im Kessel ausgenutzt wird, wobei eine spontane Einbindung von Schadstoffen in das Kondensat, das dabei aufkonzentriert wird, in ihren Kontaktbereichen mit den Rohrwänden zum Vermeiden des Anhaftens an ihrer Oberfläche neutralisiert und zum Abscheiden zu einer Nachbehandlung gebracht werden, mit der ein Absenken des Taupunktes des Wasserkondensates erzielt und die entnommene Wärmemenge an die in den Kesselraum eingeführte Verbrennungsluft zur Temperaturerhöhung abgegeben wird.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erhöhung des Wirkungsgrades von Kesselanlagen mit einer Rauchgasreinigung, insbesondere von Anlagen, in denen Biomasse und Sekundärfestbrennstoffe zur Einführung gelangen und mit einem Brennwerteffekt zur Ausnutzung der Latentwärme arbeiten sowie eine Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

Stand der Technik

[0002] Die mit Abstand gängigsten Biomassennutzungstechniken zur Stromproduktion bzw. gekoppelten Strom- und Wärmeerzeugung beruhen auf Verbrennungstechnologien mit nachgeschalteten Dampfprozessen. Dabei kommen überwiegend Verbrennungssysteme zum Einsatz, die auf Wirkprinzipien schüttgutbefüllter Festbetтанlagen unter Verwendung verschiedener Rosttypen beruhen, wobei die flüchtigen Bestandteile der Brennstoffe ausgasen und das freigesetzte Gasgemisch über dem glühenden Brennstoffbett verbrennt. Bei Wirbelschicht-, Flugstrom- und insbesondere Staubeinblasfeuerungen, denen die Zyklidverbrennungssysteme zuzuordnen sind, findet die Verbrennung in einer Strömung mit räumlicher Vermischung von Brennstoffpartikeln und Gasbestandteilen statt.

[0003] Diese Systeme bieten einmal die Möglichkeit, mit Abstand höhere Nutzungsgrade zu erzielen, stellen jedoch zugleich weit höhere Ansprüche aus der Sicht ihrer Konstruktion, Brennstoffaufbereitung sowie Betriebsweise. Für ausgewählte Biomassefestbrennstoffe erweist sich dieser Mehraufwand jedoch als gerechtfertigt. Verbrennungssysteme solcher Art verarbeiten im Allgemeinen infolge eines mittleren Heizwertes biogene Brennstoffe mit Holzhackschnitzeln oder Bagasse-Shreddergut sowie Sekundärbrennstoffe mit Holzfeuchten zwischen 30 und 60 % und moderaten Heizwerten $H_u = 6\text{--}18 \text{ MJ/kg}$ üblicherweise bei etwa 850 °C Feuerraumtemperatur zur Beheizung eines Kessel. Bei der angenommenen Temperatur erfolgt praktisch ein vollständiger Austritt der flüchtigen Bestandteile und ein weitestgehender Kohlenstoffausbrand von mehr als 97 %. Die Asche ist inertisiert.

[0004] Das aus der Verbrennung resultierende, mit Spuren von Metallen oder deren Verbindungen sowie Brennstoff und mineralischen Partikeln beladene Rauchgas verlässt den Feuerraum mit einer Austrittstemperatur bei 57 °C und durchläuft in der Regel mehrere Kesselzüge. Die Rauchgase verlassen den Überhitzer mit Temperaturen um 420 °C , der Wärmehalt des Rauchgases wird in diesem Bereich genutzt, indem aus Sattedampf trockener, überhitzter Heißdampf von ca. 420 °C zum Antrieb von Turbinenmaschinen erzeugt wird.

[0005] Ein Nachteil der Abscheidetechniken besteht darin, dass das Kondensat, wenn nicht Neutralisierungsmittel hinzugegeben werden, unter Betriebsbedingungen an Wärmeübertragern sehr aggressiv ist. Bei Rauchgasen, die aus Schwerölen entstehen, werden sich beispielsweise Schwefelsäure oder schweflige Säuren bilden, die auf die üblichen Kohlenstoffstähle der Konstruktion von Kesselanlagen zersetzend einwirken. Aus Abfällen entstandene Rauchgase bilden aufgrund ihrer hohen Chlorfrachten Salzsäure, die ebenfalls schnell zur Zerstörung des Kesselmaterials führen. Vor dem Temperaturbereich bei dem Wasserkondensation auftritt, kommt es bereits zur Säurekonzentration. Dieser Temperaturbereich endet, abhängig vom Partialdruck der Säure, in der Gasphase bei ca. 180 °C . Deswegen werden Rauchgase in der Regel nicht unter 200 °C abgekühlt, um die Kondensation von Salzsäuren infolge der hohen Chlorfracht in diesen Anlagen zu verhindern. Bei mit Schweröl befeuerten Anlagen bzw. bei entsprechenden Abhitzekesseln werden Rauchgastemperaturen von 150 °C vermieden. Die Kühlmedientemperaturen sind in den entsprechenden Bereichen angesiedelt.

[0006] Beobachtungen von Abfallverbrennungsanlagen haben ergeben, dass sich bei wesentlich niedrigeren Rauchgastemperaturen über lange Betriebszeiten keine Verschlechterungen hinsichtlich der allgemein auftretenden Verschleißerscheinungen ergeben haben.

[0007] Rauchgase können in der Regel nicht unbehandelt in die Umgebung entlassen werden. Biomasse bzw. Kohle oder auf Ölbrennstoffbasis beruhende Rauchgase enthalten oft hohe Schwefelfrachten. Aus Sekundärbrennstoffen gebildete Rauchgase führen eine hohe Chlorfracht, die als Salzsäure gasförmig mitgeführt wird. Verwendungsfähige Katalysatoren benötigen sehr trockenes Rauchgas, da das eingesetzte katalytische Material feuchteempfindlich ist. Deshalb werden die Stickstoffoxide reduktiv abgebaut. Die thermischen Wirkungsgrade derartiger Feuerungssysteme liegen bei 80 %. Theoretisch bestehen thermodynamisch unterschiedliche Möglichkeiten, den exergetischen Wirkungsgrad zu verbessern.

[0008] Im Allgemeinen wird ein Weg zu höheren Prozesstemperaturen (Dampftemperaturen) beschritten. Weitere Wege geht der Stand der Technik damit, dass die Grenztemperaturen vermindert werden. Es ist jedoch zu verzeichnen, dass in der Regel keine Nutzung der Kondensationswärme des Wassers im Rauchgas zur Optimierung des thermischen Wirkungsgrades stattfindet. Diese Art der Energienutzung ist unter dem Begriff Brennwerttechnik bekannt. Dieser Begriff wird überwiegend im eingeschränkten Sinn für flüssige und gasförmige Brennstoffe gebraucht, für die zu erwarten ist, dass ledig-

lich geringe Mengen fester, mineralischer Bestandteil und Aschen auftreten. Brennwertkessel ermöglichen im Allgemeinen die Nutzung der latenten Wärme der Rauchgase, indem diese unter die Kondensations-temperatur des darin gelösten Wasserdampfes abgekühlt werden, dessen Taupunkttemperatur als Funktion von Volumenanteil bzw. Partialdruck im Bereich von 30 bis 50 °C liegt. Bei Verwendung hochkalorischer, trockener Brennstoffe, z.B. Kohle, mit einem um den Faktor 3 höheren Heizwert als beispielsweise Holz und geringeren Masseanteilen an Wasserstoff spielt die Kondensationsenergie rückgewinnung des Wasserdampfes aus dem Rauchgas kaum eine Rolle. Beim Einsatz mittelkalorischer Biomasse und Sekundärfestbrennstoffen mit absoluten Feuchten zwischen 30 und 60 % ist die Menge der Kondensationswärme und -energie im Rauchgas erheblich, so dass in Abhängigkeit vom Wasserdampfgehalt der Kesselwirkungsgrad sehr gering ist. Bei Kesselanlagen zur Verwendung von Biomasse und Sekundärfestbrennstoffen ist die Möglichkeit, den Brennwerteffekt im Bereich des Economisers bzw. Luftvorwärmers zu realisieren, noch unzureichend entwickelt. Ferner ist in Betracht zu ziehen, dass die effektive Kondensationstemperatur der Gasgemische deutlich von denen der Reinstoffe abweicht. Aufgrund der Aggressivität des Kondensats und den damit zu erwartenden Abzehrungen an den Wärmeübertragerheizflächen war bisher auf den Einsatz der Brennwerttechnologie bei Feststofffeuerungsanlagen und insbesondere bei Anlagen der Abfallverbrennung verzichtet worden.

Aufgabenstellung

[0009] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Erhöhung des Wirkungsgrades von Kesselanlagen mit einer Rauchgasreinigung, insbesondere von Anlagen in denen Biomasse und Sekundärfestbrennstoffe zur Einführung gelangen und mit einem Brennwerteffekt zur Ausnutzung der Latentwärme arbeiten sowie eine Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens zu schaffen, mit denen eine Verringerung des Schadstoff ausstoßes durch eine Abführung der Schadstoffe über eine Beeinflussung des Kondensationsverhaltens der Gasgemische im Kessel erzielt wird.

[0010] Die Erfindung löst die Aufgabe dadurch, dass für eine Integration der Rauchgasreinigung in den Kesselbetrieb die Temperatur der Rohrwände in ausgewählten Bereichen des Kessels niedrig gehalten und die Rauchgase zum Auskondensieren ihrer Feuchte an den Rohrwänden gebracht werden sowie ihre Kondensationswärme zurückgehalten und im Kessel ausgenutzt wird, wobei eine spontane Einbindung von Schadstoffen in das Kondensat erfolgt, das dabei aufkonzentriert wird, in seinen Kontaktbereichen mit den Rohrwänden zum Vermeiden des Anhaftens an ihrer Oberfläche neutralisiert und zum Abscheiden zu einer Nachbehandlung gebracht wird,

mit der ein Absenken des Taupunktes des Wasserkondensats erzielt und die entnommene Wärmemenge an die in den Kesselraum eingeführte Verbrennungsluft zur Temperaturerhöhung abgegeben wird. Alternativ kann die Wärme auch an ein anderes Arbeitsmedium mit niedriger Temperatur, z.B. eines Kälteprozesses, abgegeben werden.

[0011] Es ist ein Vorteil der erfindungsgemäßen Lösung, dass die Temperatur vorzugsweise im Bereich des Economisers und des Luftvorwärmers abgesenkt und dabei die Temperatur der wärmeaufnehmenden Wände gering gehalten wird. Erfindungsgemäß wird das Rauchgas auf eine Temperatur von 20 bis 40 °C abgekühlt, damit die Feuchte weitgehend auskondensieren und die Kondensationswärme vollständig zurückgewonnen werden kann. Nach der Erfindung wird die Rauchgastemperatur auch im Bereich des Wärmeübertragers eines Kessels auf 40 bis 20 °C abgesenkt oder auch dem Economiser der Wärmeübertrager eines Kälteprozessors nachgeschaltet, in dem die Temperatur abgesenkt werden kann.

[0012] Eine Ausbildung der Erfindung kann darin gesehen werden, dass die Rauchgastemperatur im Bereich des Economisers um 30 °C und im Bereich des Luftvorwärmers, mit diesem zusammenwirkend, auf 40 bis 20 °C abgesenkt sowie die Feuerraumeintrittstemperatur bis zu 100 °C mittels eines weiteren Wärmeübertragers angehoben wird. Eine Ausbildungsart der Erfindung ist darin zu sehen, dass die Rauchgastemperatur ohne Verwendung eines Economisers im Bereich des Luftvorwärmers abgesenkt wird. Die Erfindung ist ausgeformt, wenn eine Erhöhung des Wirkungsgrades des Kessels mittels einer spontanen Einbindung der Schadstoffe in das Kondensat erreicht wird, indem die Schadstoffe dem Kondensat zugeführt, als stark aufkonzentrierter Volumenstrom ausgebildet werden, und die Rauchgasreinigung an den Wänden des Kessels während seines normalen Betriebes erfolgt. Variiert ist die erfindungsgemäße Lösung damit, dass die Schadstoffe in dem an den Rohrwänden haftendem Kondensat gebunden und gemeinsam mit den Partikeln des Flugstaubes, die als Kondensationskeime wirken, ausgeschieden werden und damit eine Neutralisierung des Kondensats erreicht wird. Letzteres bedingt, dass dem Rauchgas vorher geeignete Agenzien, z.B. Kalkmilch, Kalk oder ähnliches, zugeführt werden. Ausgeformt ist die Lösung weiterhin, wenn an ausgewählten Rohrbündeln Wärmeübertrager mit Kühleinrichtungen mit einer Oberflächentemperatur von unter 0 °C angeordnet sind und das zugeführte Rauchgas gekühlt wird, wobei an den Rohrbündeln im Bereich des Economisers Kühleinrichtungen mit Oberflächentemperaturen unter 0 °C angeordnet werden sowie das zugeführte Rauchgas bis zu 5 °C abgekühlt, der Anlage zugeführt wird. Eine Ausbildung findet die Erfindung darin, dass der Kessel ohne den Einsatz eines Luftvorwärmers arbeitet und eine Sen-

kung des Temperaturniveaus des Rauchgases in einem mit verdampfenden Kühlmitteln arbeitenden Wärmeübertrager durchgeführt und der Rauchgasstrom mit einer Temperatur von 90 °C auf 40 °C abgekühlt wird. In einer ähnlichen Ausbildung wird der Rauchgasstrom von oben einem Verdampfer sowie danach dem Economiser zugeführt und damit eine Vermischung und Anreicherung des Kondensatstromes mit dem Rauchgasstrom erreicht. In einer vorzugsweisen Ausbildung der Erfindung wird der mit einer Temperatur von 600 °C dem Verdampfer zugeführte Rauchgasstrom den darauf folgenden Economiser mit ca. 150 °C verlassend, einem Verdampfer mit Kühlmittel zugeführt, aus dem er mit einer Temperatur von 40 °C als mit Staub angereichertes Kondensat austritt, und einem Austritt aus dem Kessel zugeleitet wird. Das mit Staub angereicherte Kondensat durchläuft danach einen Trockenabscheider und wird als trockener Rauchgasstrom de Anlage zugeführt.

[0013] Die Erfindung ist ausgeformt, wenn die Kühleinrichtung mit einer Kälteanlage betrieben wird, deren Abwärme zum Aufheizen des trockenen Rauchgases verwendet wird. Eine Ausbildungsform der Erfindung ist darin zu sehen, dass das mit Feststoffpartikeln angereicherte Kondensat im Bereich der Heizflächen aufgenommen und einer Kondensatbehandlungseinrichtung zur Aufbereitung des Prozesswassers zugeführt wird, wobei die Aufbereitungsanlage das Kondensat in eine Qualität überführt, die dessen Einleiten in einen Vorfluter ermöglicht.

[0014] Die Erfindung ist vorteilhaft ausgebildet, wenn das Verfahren in Kesseln durchgeführt wird, deren Rohre und Rohrwände zur Aufnahme des Kondensats bzw. Kondensatnebels Nebenformen aufweisen, womit die Erfindung dadurch eine vorteilhafte Ausbildung erhält, dass die Rohre sowie die damit ausgeführten Rohrwände beulenartige Nebenformen aufweisen, womit die Vermischung des Kondensats mit den Festpartikeln intensiviert wird. Eine Ausbildungsform der Erfindung ist darin zu sehen, dass zum Vermeiden einer Tieftemperaturkorrosion an den Rohren und Rohrwänden dem Rauchgas für seine Neutralisierung Stoffe wie Kalk und Kalkmilch zugegeben werden. Das Verfahren ist ausgeformt, wenn das trockene Rauchgas einer Entstickungseinrichtung, die sich vorzugsweise Methan als Entstickungsredukt bedient, zugeführt wird und danach die im Kamin entstehende Wärme zur Aufheizung der Umgebung Verwendung finden kann und vorteilhafterweise zur Auftriebserhöhung zusätzlich aufgeheizt wird.

[0015] Gemäß der Erfindung wird als Reduktionsmittel Methan eingesetzt, welches die Stickoxide auf den Rohroberflächen katalytisch reduziert. Im Sinne der Erfindung wird gezielt als Heizmedium Sattdampf eingesetzt, um eine konstante Reduktionsreaktion zu erhalten. Es ist ein Vorzug der erfindungsgemäßen

Lösung, dass in dem Feuerraum eines Kessels eine Aufgabevorrichtung zum Einführen von Agenzien in den Brennstoff zum Initialisieren der Neutralisierung von kondensierenden Anteilen des Rauchgases vorgesehen ist, die an im Rauchgaszug angeordneten Verdampfer sowie Überhitzerheizflächen einschließlich der Economiser nach unten ziehen und im Rauchgaszug von unten eintreten, dabei zu Luftvorwärmern geleitet sind, die im Rauchgaszug in Richtung der Strömung der Rauchgase Rauchgaserhitzern zugeordnet sind und das Rauchgas beim Überstreichen der Flächen zum Kondensieren bringen, wobei ein Kondensatgemisch entsteht, das aus Festpartikeln des Rauchgases und Kondensat gebildet, nach unten fließend einem Kondensatbehälter zugeordnet ist. Das dabei gereinigte Rauchgas wird an Rauchgaserhitzern weitergeführt und in einem Rauchgasstrom aus dem Kessel geführt. Eine vorteilhafte Ausbildung der Erfindung ist dadurch gebildet, dass zwischen den Rauchgaszugwänden, in den Rauchgasstrom ragend, ein mit einer Kältemaschine verbundener Wärmeübertrager eingeordnet ist, dessen Kältemittel mit einer Temperatur von -20 °C in den Wärmeübertrager eintritt, diesen durchströmt und das Rauchgas von einer Temperatur von 90 °C auf eine Temperatur von 40 °C beim Verlassen des Wärmeübertragers abgekühlt ist. Ausgeübt ist die Erfindung, wenn das Kühlmittel eine Kühlflüssigkeit ist, die den Wärmeübertrager durchströmt, das Rauchgas kühlt und an den Wänden des Kessels zur Bildung von Kondensflüssigkeit führt. Weiterhin ist die erfindungsgemäße Lösung geformt, wenn der Wärmeübertrager im Kessel zwischen Rauchgaswänden eines abwärtsgerichteten Rauchgaszustromes angeordnet ist, der mit einer Temperatur von 600 °C einströmt und an Verdampferheizflächen sowie Überhitzerheizflächen geleitet mit einer Temperatur von 150 °C dem Wärmeübertrager zuströmt, dabei abkühlend Kondensat bildet, das Festpartikel aus dem Rauchgas aufnimmt und als mit Staub angereichertes Kondensat direkt einem Abstrom zugeführt ist und in einen Auffangbehälter gelangt. Eine weitere Form der Erfindung ist darin zu sehen, dass das mit Staub angereicherte Kondensat-Rauchgasgemisch in einen Rauchabgasstrom überführt wird, dem ein Tropfabscheider vorgeordnet ist, welcher das Rauchgas trocknet.

[0016] Es ist ein Vorteil der Erfindung, dass neben der Erhöhung des Wirkungsgrades der Anlage eine gelenkte Einbindung von Schadstoffen in das Kondensat im Rahmen eines technisch gesteuerten, physikalisch verwertbaren Effektes erfolgt. Durch die Überführung des Schadstoffstromes in die Wasserphase wird deren zu behandelnder Volumenstrom des Kondensats stark aufkonzentriert und die nachgeschaltete Rauchgasreinigung kann deutlich kleiner dimensioniert ausgeführt werden oder ganz entfallen. In der Übersicht der Vorteile der Erfindung gilt insbesondere, unter den Bedingungen der Säurekonzent-

ration, vorzugsweise auf den ECO-Heizflächen, dass sich die abgelagerten Aschen durch Neutralisierung unter Bildung von Salzen im Hinblick auf die Heizflächenabreinigungserfordernisse leichter abreinigen lassen. Dabei entstehen bei den niedrigen Rohrwandtemperaturen des Economisers sowie der Luftvorwärmer und unter dem neutralisierenden Einfluss der Flugasche nicht korrosive bzw. schwach korrosive Beläge, die sich mit geringem Aufwand durch das Kondensationsaufkommen auf den Kesselwänden abreinigen. Um darüber hinaus in den Bereich des tiefer liegenden Wassertaupunktes zu kommen, bietet sich die erfindungsgemäße Lösung vorteilhaft an, die entsprechende Wärmemenge an die in der Umgebung entnommene Verbrennungsluft abzuführen. Erfindungsgemäß ergibt sich dadurch der alternative Vorteil, die Wärme auf das Prozesswasser zu übertragen.

[0017] In den Kondensationsbereichen werden gemäß der Erfindung in der wässrige Phase nahezu der gesamte Flugstaub, dessen feste Partikel als Kondensationskeime wirkend vereinigt. Dabei verlaufen entsprechend dem erfindungsgemäßen Verfahren vorteilhaft verschiedene Reaktionen ab, insbesondere eine intensive Kondensatneutralisation. Daraus resultiert ferner eine Reduktionsmöglichkeit für das Rauchgasvolumen. Die Erfindung schafft die technische Voraussetzung, indem sie Heizflächenanordnungen für die Sammlung und Drainage des Kondensats samt Flugstaubbestandteilen sicherstellt, um sie vorteilhafterweise auch einer nachgeschalteten mechanischen Kondensateinheit zuzuführen. In Kombination mit der Absenkung der unteren Rauchgastemperatur um ca. 30°C im Bereich des ECO und um etwa 110 °C im Bereich der Luftvorwärmer und der Anhebung der oberen Prozesstemperatur um ca. 100°C im Bereich des Feuerraums, ist durch das erfindungsgemäße Verfahren eine deutliche Verbesserung des thermischen und damit des exergetischen Wirkungsgrades des Kesselbetriebs erreicht worden.

[0018] Das Ziel der erfindungsgemäßen Lösung ist dadurch erreicht worden, dass die Absorbtionswirkung des Kondensationswassers in Bezug auf die im Rauchgas der Feuerung enthaltenen Schadstoffe vollständig erreicht und eine umfassende Nutzung der latenten Wärme des Wassers im Rauchgas zur Optimierung des Wirkungsgrades stattfindet.

Ausführungsbeispiel

[0019] Die erfindungsgemäße Lösung soll anhand eines bzw. mehreren Ausführungsbeispielen näher erläutert werden. In der zugehörigen Zeichnung zeigen:

[0020] Fig. 1: eine zur Durchführung des Verfahrens gestalteten Brennwertkessel,

[0021] Fig. 2: den Einsatz eines Wärmeübertragers im Brennwertkessel,

[0022] Fig. 3: eine Einrichtung zur Nutzung des Brennwerteffektes im rauchgasseitigen Abstrom.

[0023] Entsprechend Fig. 1 wird ein Brennstoff **1** einer Aufgabevorrichtung **2** zugeführt und mittels dieser einem Verbrennungssystem zugeleitet. Verfahrensgemäß wird schon bei diesem Vorgang die Möglichkeit eröffnet, dem Brennstoff Agenzien beizumischen, die eine Neutralisierung der Rauchgase bzw. deren kondensierende Anteile bewirken können. Vom Verbrennungssystem **3** gehen Rauchgase ab und gelangen unmittelbar anschließend in den Feuerraum **4**, der mit einer Eindüsungsvorrichtung **5** ausgestattet ist, die Agenzien in dispergierter Form in die heißen Rauchgase leitet. Die Agenzien werden in den Feuerraum **4** eingeleitet, um die Rauchgase unmittelbar in situ, aber auch im Verlauf ihrer Abkühlung, im gesamten Kesselraum zu neutralisieren. Die Rauchgase verlassen den Feuerraum **4** bei Temperaturen, die in einer Größenordnung von 1000 °C liegen und streben einer Gruppe von Konvektionsheizflächen zu, die im Allgemeinen aus einer Überhitzerfläche **9**, einer Verdampferheizfläche **8** und einer Economisergruppe **10**; **11** bestehen. Verfahrensgemäß verlassen die Rauchgase die Economiser **10**; **11** bei Temperaturen von ca. 150 °C. Begründet durch die über die Eindüsungsvorrichtung **5** eingeführten neutralisierenden Agenzien ist es gestattet, im Kessel auch niedrigere Rauchgastemperaturen, in ausgewählte Bereiche zwischen 100 und 150 °C einzustellen, bei denen die Kondensation der im Rauchgas befindlichen Säureanteile eintritt. Unter dem Einfluss der Agenzien bilden sich auf dem Weg bis zum Bereich des Economisers **10** korrespondierende Salze, welche auf den Kesseloberflächen trockene, mechanisch entfernbare Beläge bilden. Ein dem Economiser nachgeschalteter Bereich ist durch eine Luftvorwärmergruppe **12**; **13** gebildet, mit der die Verbrennungsluft vorgewärmt wird. Die Luftvorwärmer **12**; **13** sind im Gegenstrom geschaltet, das heißt, dem Rauchgasstrom entgegen gerichtet strömt die Verbrennungsluft durch die Rohre. Der Temperaturbereich zwischen 44 und 60 °C ist durch die Kondensation des Wassers **19** gebildet, das entgegen der Rauchgasstrom nach unten als Kondensationswasser fließend in einen Auffangtrichter **30** abgeführt wird. Im Bereich des ersten Luftvorwärmers **12**, der eine Temperatur der Luft zwischen 80 und 60°C hält, kann Wasser wieder grundsätzlich verdunsten. Gemäß dem Verfahren stellt sich zwischen Kondensation und Verdunstung ein Gleichgewicht ein, das zu einer gewollten Ausspeicherung des Kondensats **19** in diesem Bereich führt. Das effektiv abströmende Wasser bindet dabei nach vorhandenen Staub sowie noch vorhandene Salze, die im Rauchgas mitgeführt und leitet diese den Wänden des Trichters **30** zu, wo sie weiter dem Abwassertank eines Kondensatsam-

melbehälters **20** zugeführt werden. Dabei werden die sedimentierbaren Feststoffe und als Sumpf **21** auf den Behälterboden abgesenkt. Über eine Entleerungseinrichtung **22** kann dieser Sumpf **21** bei Bedarf abgezogen und zur Reinwassergewinnung verwendet werden. Die geklärte Phase des Behälters **20** wird einem Salzabscheider **25** zugeleitet, indem mittels Neutralisationsagenzien **24** ein fällungsfähiges Feststoffgemisch erzeugt und abgeschieden wird. Der dabei entstehende Sumpf **21** kann wie zuvor über eine Ablasseinrichtung **23** entfernt werden. Der weiter verwendungsfähige Anteil des Salzabscheiders **25** wird in einen Ionenaustauscher **26** überführt und darin von den restlichen Verunreinigungen befreit. Es entsteht dabei chemisch reines, grundsätzlich als Prozesswasser zu verwendendes Wasser. Es ist auch möglich, Prozesswasser in einer vorhergehenden Stufe zu erreichen, wenn die Mengen der Verunreinigungen entsprechend gering sind. Das trockene Rauchgas wird verfahrensgemäß in einem Rauchgaserhitzer **14** auf Schornsteintemperatur gebracht und über ein Heizmedium über einen Auslass **24** des Rauchgasabstromes zum Schornstein geleitet.

[0024] Fig. 2 zeigt die Variation eines Teiles der erfindungsgemäßen Lösung, in der anstelle des Luftvorwärmers **12**, der naturgemäß auf hohem Temperaturniveau kühlt, hier verfahrensgemäß im Bereich von 20 bis 40 °C, ein Wärmeübertrager **31** eingesetzt wird, der als verdampfende Kältemaschine **32** arbeitet. Das Kältemittel strömt der Kältemaschine **32** bei der Position **33** zu und wird bei der Position **34** wieder abgeführt. Dem Kältemittelverdampfer wird ein Rauchgasstrom **29** mit einer Temperatur von 90°C zugeleitet, durchdringt ihn und hat bei seinem Verlassen im Teilstrom **29'** eine Temperatur von 40°C erreicht. Der Vorteil dieser Vorgehensweise besteht darin, dass wesentlich kleiner Übertragerflächen im Kessel erforderlich sind, da größere Temperaturdifferenzen auftreten. Die Oberflächentemperatur des Wärmeübertragers **31** stellt sich auf 0°C oder wenig darunter ein. Dieses Verhalten entspricht dem Gefrierpunkt reinen Wassers bzw. entsprechender Salzwassergemische. Der Wärmeübertrag **31** ist zwischen zwei Wänden **30; 30'** des Rauchgaszuges eingeordnet, wobei die Kältemaschine **32** aus der Wand **30'** herausragt.

[0025] Gemäß Fig. 3 wird die Nutzung des Brennwerteffektes im rauchgasseitigen Abstrom des entsprechend dem Verfahren ausgerüsteten Kessels dargestellt. Zwischen den Wänden **40; 40'** eines Rauchgaszuges **6**, der nach Fig. 1 gestaltet ist, kann der Brennwerteffekt schon unmittelbar hinter den Verdampferheizflächen **8** erreicht werden, indem die erste Economiserstufe **11** ausgenutzt wird. Der Vorteil dieser Ausgestaltung der Erfindung ist darin zu sehen, dass sich der Kondensatorstrom und der Rauchgasstrom **39** gleichzeitig nach unten bewegen.

Dadurch wird eine sichere Abscheidung des staubangereicherten Kondensats **37** an den Trichterwänden des Kessels ermöglicht. die nicht erwünschte Weiterleitung von Tropfen oder sonstigen Partikeln wird durch einen Tropf- oder Staubabscheider **36** unterbunden. Der Rauchgasabstrom kann grundsätzlich direkt über den Rauchgasauslass **35** in die Umgebung abgeleitet werden. Wahlweise ist dem Auslass **35** ein Rauchgaserhitzer zur Erzeugung eines Auftriebs nachgeschaltet.

Bezugszeichenliste

1	Brennstoffgemisch
2	Aufgabevorrichtung
3	Verbrennungssystem
4	Feuerraum
5	Aufgabevorrichtung
6; 7	Rauchgaszug
8	Verdampferheizfläche
9	Überhitzerheizfläche
10; 11	Economiser
12; 13	Luftvorwärmer
14, 14'	Rauchgaserhitzer
15	Heißdampfeinführung
16	Kondensatabführung
17	Luft Eintritt
18	Luftaustritt
19	Wasserkondensatgemisch
20	Kondensatsammelbehälter
21	Sumpf
22	Schlammabblasseinrichtung
23	Salzabblasseinrichtung
24	Neutralisierungsmittelzugabe
25	Salzabscheider
26	Ionenaustauscher
27	Prozesswasser
28	Wasserumlauf eines Naturumlaufsystems
29	Rauchgasabstrom
29'	Rauchgaszustrom
30	Trichter
31	Wärmeüberträger
32	Kältemaschine
33	Kältemittelzustrom
34	Kältemittelabstrom
35	Rauchgasabstrom
36	Tropfabscheider
37	staubangereichertes Kondensat
38	Abstrom
39	Zustrom
40; 40'	Rauchgaszugwand

Patentansprüche

1. Verfahren zur Erhöhung des Wirkungsgrades von Kesselanlagen mit einer Rauchgasreinigung, insbesondere von Anlagen in denen Biomasse und Sekundärfestbrennstoffe zur Einführung gelangen und mit einem Brennwerteffekt zur Ausnutzung der Latentwärme arbeiten, **dadurch gekennzeichnet**,

dass für eine Integration der Rauchgasreinigung in den Kesselbetrieb die Temperatur der Rohrwände in ausgewählten Bereichen des Kessels niedrig gehalten und die Rauchgase zum Auskondensieren ihrer Feuchte an den Rohrwänden gebracht werden sowie deren Kondensationswärme zurückgehalten und im Kessel ausgenutzt wird, wobei eine spontane Einbindung von Schadstoffen in das Kondensat, das dabei aufkonzentriert wird, in ihren Kontaktbereichen mit den Rohrwänden zum Vermeiden des Anhaftens an ihre Oberfläche neutralisiert und zum Abscheiden zu einer Nachbehandlung gebracht werden, mit der ein Absenken des Taupunktes des Wasserkondensats erzielt und die entnommene Wärmemenge an die in den Kesselraum eingeführte Verbrennungsluft zur Temperaturerhöhung abgegeben wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Temperatur vorzugsweise in den Bereichen des Economisers und Luftverwärmers abgesenkt und dabei die Temperatur der wärmeaufnehmenden Wände gering gehalten wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Rauchgas auf eine Temperatur von 20 bis 40 °C gekühlt wird, damit die Feuchte auskondensiert und die Kondensationswärme vollständig zurückgewonnen wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Rauchgastemperatur ausschließlich im Bereich des Economisers auf 40 bis 20 °C abgesenkt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass dem Economiser ein Rohrbündel nachgeschaltet wird, in dem die Rauchgastemperatur auf 40 bis 20 °C abgesenkt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Rauchgastemperatur im Bereich des Economisers um 30 °C und im Bereich des Luftvorwärmers zusammenwirkend auf 40 bis 20 °C abgesenkt und die Feuerraumeintrittstemperatur bis zu 100 °C angehoben wird.

7. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Rauchgastemperatur ohne Verwendung eines Economisers ausschließlich im Bereich des Luftvorwärmers abgesenkt wird.

8. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine Erhöhung des Wirkungsgrades des Kessels mittels einer spontanen Einbindung der Schadstoffe in das Kondensat erreicht wird, indem die Schadstoffe dem Kondensat zugeführt, als stark aufkonzentrierter Volumenstrom ausgebildet werden und die Rauchgasreinigung an den Wänden des Kessels während seines normalen Betriebes erfolgt.

9. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Schadstoffe in dem an den Rohrwänden haftendem Kondensat gebunden und gemeinsam mit den Partikeln des Flugstaubes, die als Kondensationskeime wirken, ausgeschieden werden und damit eine Neutralisierung des Kondensats erreicht wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass an ausgewählten Rohrbündeln Wärmeübertrager mit Kühleinrichtungen mit einer Oberflächentemperatur unter 0 °C angeordnet sind und das zugeführte Rauchgas gekühlt wird.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass an dem Rohrbündel im Bereich des Economisers Kühleinrichtungen mit Oberflächentemperaturen mit unter 0 °C angeordnet werden und das zugeführte Rauchgas auf Temperaturen bis zu 5 °C abgekühlt und der Anlage zugeführt wird.

12. Verfahren nach Anspruch 1 und einem oder mehreren der darauffolgenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Kessel ohne den Einsatz eines Luftvorwärmers arbeitet und eine Senkung des Temperaturniveaus des Rauchgases in einem mit verdampfenden Kühlmitteln arbeitenden Wärmeübertrager durchgeführt und der Rauchgasstrom mit einer Temperatur von 90 °C auf 40 °C abgekühlt wird.

13. Verfahren nach Anspruch 1 und einem oder mehreren der darauffolgenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Rauchgasstrom von oben einem Verdampfer sowie danach dem Economiser zugeführt wird und damit eine Vermischung und Anreicherung des Kondensatstroms mit dem Rauchgasstrom erreicht wird.

14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass der mit einer Temperatur von 600 °C dem Verdampfer zugeführte Rauchgasstrom darauf folgend den Economiser mit ca. 150 °C verlassend, einem Verdampfer mit Kältemittel zugeleitet wird, aus dem er mit einer Temperatur von 40 °C, verbunden mit Staub angereichertem Kondensat austritt und einem Abstrom zugeführt wird.

15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass das mit Staub angereicherte Kondensat einen Trockenabscheider durchläuft und als trockener Rauchgasstrom einem Kamin zugeführt wird.

16. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Kühleinrichtung mit einer Kälteanlage betrieben wird, deren hochgradige Abwärme zum Aufheizen des trockenen Rauchgases verwendet wird.

17. Verfahren nach Anspruch 16 und einem oder mehreren der darauf folgenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das mit Feststoffpartikeln angereicherte Kondensat im Bereich der Heizflächen aufgenommen und einer Kondensatbehandlungseinrichtung zur Aufbereitung als Prozesswasser zugeführt wird.

18. Verfahren nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass in die Aufbereitungsanlage das Kondensat in eine Qualität überführt wird, die das Einleiten in einen Vorfluter ermöglicht.

19. Verfahren nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Aufnahme des Kondensats bzw. Kondensatnebels an Rohren und Rohrwänden mit Nebenformen vorgenommen wird.

20. Verfahren nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass die Rohre sowie die damit ausgeführten Rohrwände beulenartige Nebenformen aufweisen und damit die Vermischung des Kondensats mit den Festpartikeln intensiviert wird.

21. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zum Vermeiden einer Tieftemperaturkorrosion an Rohren und Rohrwänden dem Rauchgas zur Neutralisierung Stoffe wie Kalk und Kalkmilch zugegeben werden.

22. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das trockene Rauchgas einer Entstickungseinrichtung zugeführt wird.

23. Verfahren nach Anspruch 1 und einem oder mehreren der darauf folgenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das trockene Rauchgas zur Ableitung einem Kamin zugeführt wird, wobei das trockene Rauchgas zur Auftriebserhöhung zuvor aufgeheizt wird.

24. Verfahren nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass als Reduktionsmittel Methan eingesetzt wird, das auf den Rohroberflächen die Stickoxyde katalytisch reduziert.

25. Verfahren nach Anspruch 21 und 24, dadurch gekennzeichnet, dass als Heizmedium gezielt Sattendampf zum Erhalten einer konstanten Reduktionsreaktion eingesetzt wird.

26. Einrichtung zur Erhöhung des Wirkungsgrades von Kesselanlagen mit einer Rauchgasreinigung, insbesondere von Anlagen in denen Biomasse und Sekundärfestbrennstoffe zur Einführung gelangen, mit einem Brennwerteffekt zur Ausnutzung der Latentwärme arbeiten, mit einem Kessel in dessen Feuerraum (4) eine Aufgabevorrichtung (5) zum Einführen von Agenzien in den Brennstoff zum Initialisieren der Neutralisierung von kondensierenden Anteil

len des Rauchgases vorgesehen ist, die an im Rauchgaszug (6) angeordneten Verdampfer- sowie Überhitzerheizflächen (8; 9) einschließlich der Economiser (10) nach unten ziehen und im Rauchgaszug (6) von unten eintreten, dabei zu Luftvorwärmern (12; 13) geleitet sind, die im Rauchgaszug (6) in Richtung der Strömung der Rauchgase Rauchgaserhitzern (14; 14') zugeordnet sind und das Rauchgas beim Überstreichen der Flächen zum Kondensieren bringen, wobei ein Kondensatgemisch entsteht, das aus Festpartikeln des Rauchgases und Kondensat gebildet, nach unten fließend, einem Kondensatsammelbehälter (20) zugeführt ist sowie das schon gereinigte Rauchgas an den Rauchgaserhitzern (14; 14') weitergeführt und in einem Rauchgasstrom (29) aus dem Kessel geführt ist.

27. Einrichtung nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen den Rauchgaszugwänden (40, 40') durch die Wand (40) gegen die Wand (40') in den Rauchgasstrom (29; 29') ragend, ein mit einer Kältemaschine (32) verbundener Wärmeübertrager (31) eingeordnet ist, dessen Kältemittel mit -20 °C in den Wärmeübertrager (31) bei (33) ein- und bei (34) austritt und diesen durchströmt, wobei der Rauchgasstrom bei (29) eine Temperatur von 90 °C und bei (29') eine Temperatur 40 °C aufweist.

28. Einrichtung nach Anspruch 26 und 27, dadurch gekennzeichnet, dass das Kühlmittel eine Kühlflüssigkeit ist, die den Wärmeübertrager (31) durchströmt, das Rauchgas kühlt und an den Wänden des Kessels zur Bildung von Kondensflüssigkeit führt.

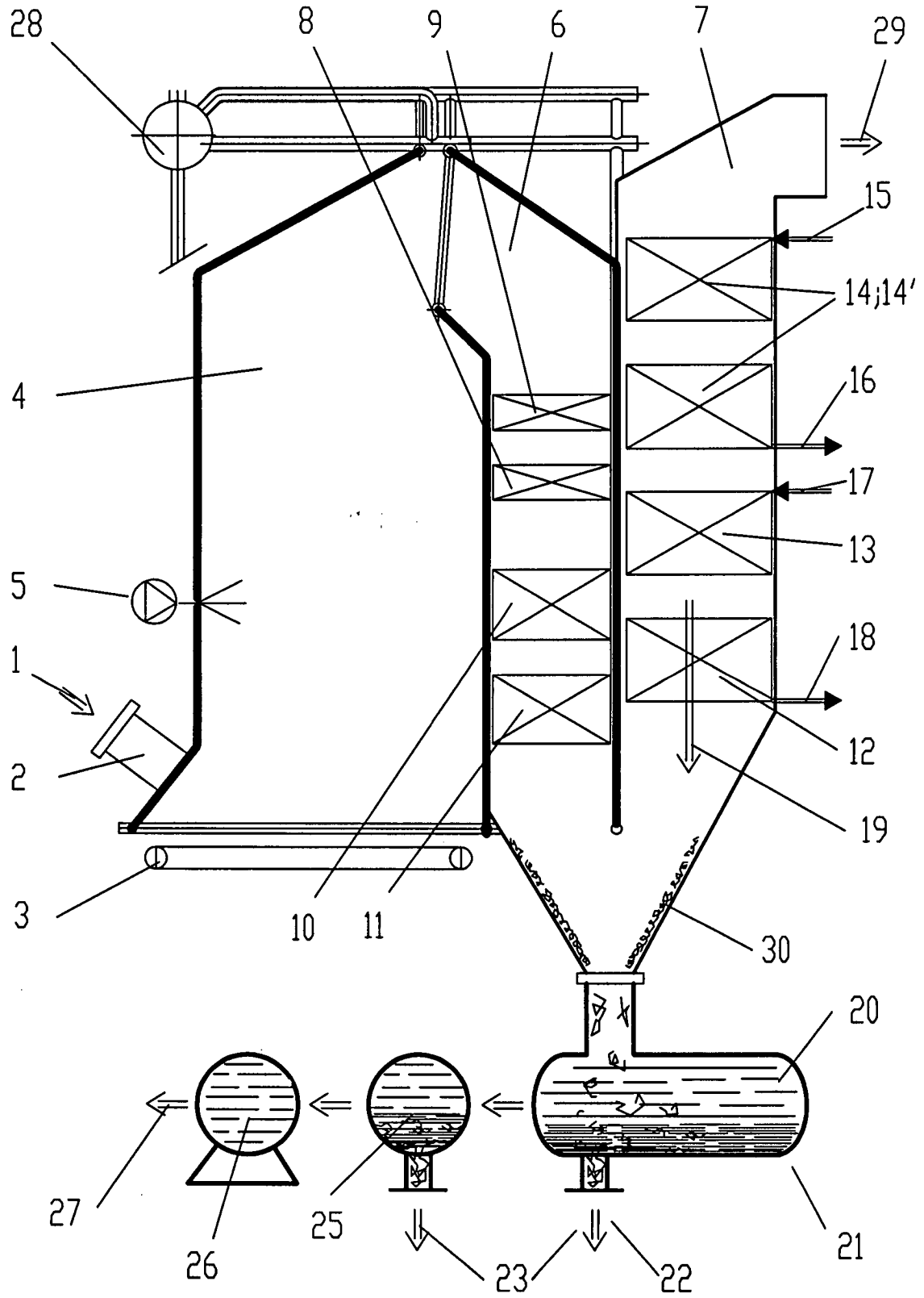
29. Einrichtung nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, dass der Wärmeübertrager (31) im Kessel zwischen Rauchgaswänden (40; 40') eines abwärts gerichteten Rauchgaszustromes (39) angeordnet ist, der mit einer Temperatur von 600 °C einströmt und an Verdampferheizflächen (8) sowie Überhitzerheizflächen (10) geleitet, mit einer Temperatur von 150 °C dem Wärmeübertrager (31) zuströmt, dabei abkühlend Kondensat bildet, das Festpartikel des Rauchgases aufnimmt, und als mit Staub angereichertes Kondensat (37) direkt einem Abstrom (38) zugeführt ist und in einen Auffangbehälter gelangt.

30. Einrichtung nach Anspruch 26 und 28, dadurch gekennzeichnet, dass das mit Staub angereicherte Kondensat-Rauchgas-Gemisch in einen Rauchabgasstrom (35) überführt wird, dem ein Tropfabscheider (36) vorgeordnet ist, welcher das Rauchgas trocknet.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig.1



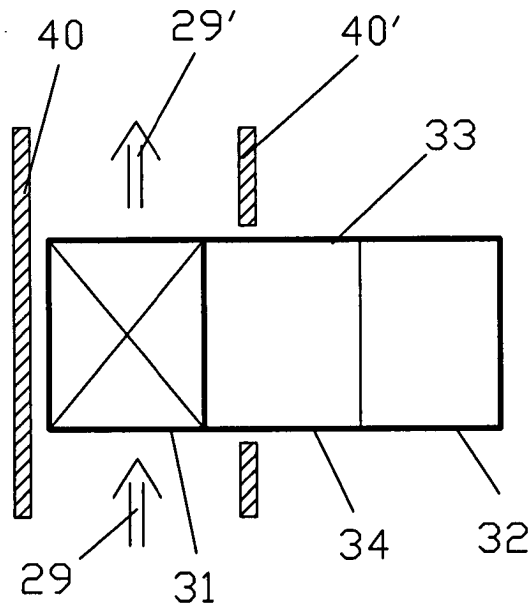


Fig. 2

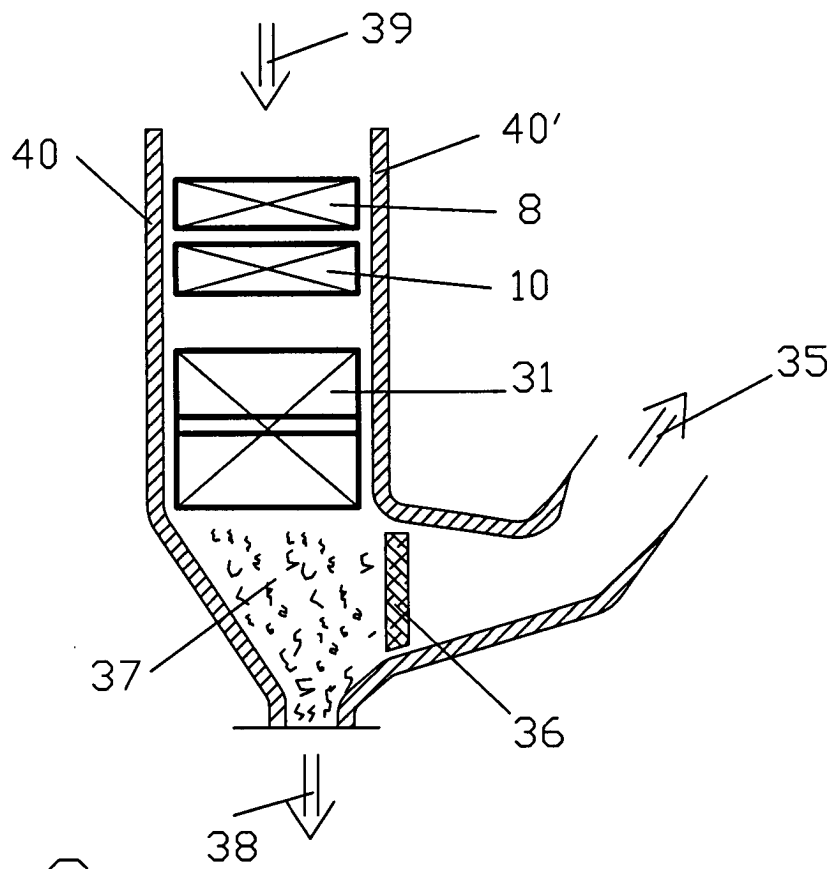


Fig. 3