



AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP B 01 D / 316 624 7

(22) 10.06.88

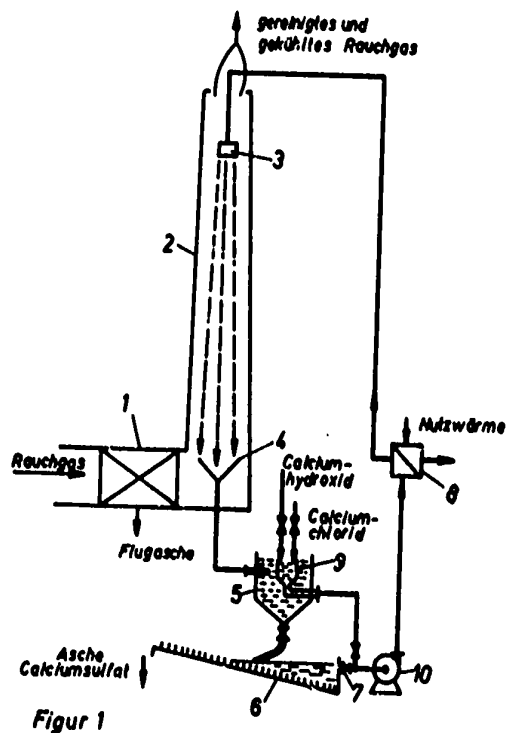
(44) 11.10.89

(71) Institut für Forschung und Rationalisierung der Zuckerindustrie, Schleusenstraße 3, Halle, 4080, DD
 (72) Hebecker, Dietrich, Prof. Dr. sc. techn.; Anders, Rüdiger, Dr.-Ing.; Friedemann, Ingwalt, Dr.-Ing.; Deutschmann, Klaus, Dipl.-Ing.; Reisewitz, Andreas, Dipl.-Ing., DD

(54) Verfahren zur Rückgewinnung der Wärme von Rauchgasen

(55) Wärmerückgewinnung, Rauchgasentschwefelung, Rauchgas, absorptiver Energieträger, schwefelhaltige Rauchgasschadstoffe

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Rückgewinnung der Wärme von Rauchgasen. Das Verfahren ist anwendbar zur Rückgewinnung der Wärme von Rauchgasen und durch eine integrierte Rauchgasentschwefelung besonders bedeutsam für Gebiete mit hohen Emissionen von Rauchgasschadstoffen. Erfindungsgemäß wird das Rauchgas mit einem oberhalb von 100°C siedenden und einem im Vergleich zu Wasser niedrigeren Wasserdampfpartialdruck aufweisenden, für schwefelhaltige Rauchgasschadstoffe und Wasserdampf absorptiven fluiden Energieträger, der im Kreislauf geführt wird, in direkten Kontakt gebracht. Dabei wird der Energieträger auf Temperaturen über 100°C erwärmt und das Rauchgas auf eine für das Ableiten in die freie Atmosphäre ausreichende Temperatur gebracht. Fig. 1



Patentansprüche:

1. Verfahren zur Rückgewinnung der Wärme von Rauchgasen aus Verbrennungsanlagen für fossile Brennstoffe durch direkten Kontakt des Rauchgases mit einem im Kreislauf geführten flüssigen Energieträger mit Rauchgasentschwefelung durch Reaktion von schwefelhaltigen Rauchgasschadstoffen mit einem vorzugsweise calciumhaltigen Absorbens und nachfolgender Regeneration des Energieträgers, **gekennzeichnet** dadurch, daß das Rauchgas mit einem oberhalb von 100°C siedenden und einem im Vergleich zu Wasser niedrigeren Wasserdampfpartialdruck aufweisenden, für schwefelhaltige Rauchgasschadstoffe und Wasserdampf absorptiven fluiden Energieträger in direkten Kontakt gebracht wird, wobei ein Übergang der Wärme und der schwefelhaltigen Rauchgasschadstoffe auf den Energieträger bei weitgehender Hemmung der Wasserverdunstung stattfindet und der Energieträger auf Temperaturen oberhalb von 100°C erwärmt und das derart behandelte Rauchgas nur auf eine für das Ableiten in die freie Atmosphäre noch ausreichende Temperatur von 80 bis 100°C abgekühlt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **gekennzeichnet** dadurch, daß als fluide Energieträger eine wäßrige Lösung, bestehend aus 20 bis 58% Calciumchlorid zur Erhöhung des Siedepunktes auf über 100°C, zur Absenkung des Wasserdampfpartialdruckes und zur Erhöhung der Löslichkeit von gasförmigen Rauchgasschadstoffen und Wasserdampf mit Zusätzen von 1, 2 bis 3% kalkhaltiger Produkte wie Kalkmilch, Branntkalk, Carbid Schlamm, Carbonationsschlamm oder Flugasche zur Erreichung der Schadstoffabsorptionseffekte oder eine wäßrige Lösung, bestehend aus 20 bis 60% Saccharose zur Erhöhung des Siedepunktes auf über 100°C und der Kalklöslichkeit mit Zusätzen von 1, 2 bis 3% kalkhaltiger Produkte zur Erreichung der Schadstoffabsorptionseffekte oder wasserfreie Flüssigkeiten mit einer Siedetemperatur oberhalb von 100°C mit absorptiven Zusätzen eingesetzt werden.

Hierzu 2 Seiten Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Das erfindungsgemäße Verfahren ist anwendbar zur Rückgewinnung der Wärme von Rauchgasen aus der Verbrennung fossiler Brennstoffe, die bei der Dampferzeugung in Heizwerken und Heizkraftwerken sowie bei Anlagen der technischen Trocknung und der Metallurgie anfallen und durch eine integrierte Rauchgasentschwefelung besonders bedeutsam für Gebiete mit einer hohen Emission von Rauchgasschadstoffen.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Es sind bereits eine Vielzahl von Naßverfahren zur Entschwefelung von Rauchgasen bekannt, bei denen das Rauchgas mit vorzugsweise alkalischen Lösungen in speziellen Vorrichtungen, wie beispielsweise in Waschtürmen, in Kontakt gebracht wird, wobei die schwefelhaltigen Komponenten chemisch oder physikalisch gebunden aus der Lösung abgetrennt und einer Nachbehandlung unterworfen werden. Die regenerierte Lösung wird erneut eingesetzt.

Diese Naßverfahren sind mit den gemeinsamen Nachteilen behaftet, daß beim Einsatz der üblichen für schwefelhaltige Schadstoffe absorptiven Lösungen oder Suspensionen auch unterhalb der Siedetemperatur relativ große Mengen Wasser bis zur Sättigung der heißen Rauchgase durch Verdunstung aus dem flüssigen in den gasförmigen Zustand übergehen, wobei dem Rauchgas die für diesen Prozeß erforderliche Wärme entzogen wird. Durch die resultierende Rauchgasabkühlung ist die Nutzung der Rauchgaswärme nur noch teilweise oder auf einem erheblich niedrigeren Temperaturniveau unterhalb des Wassertaupunktes möglich.

Prozesse zum Wiederanwärmen der Rauchgase nach der Entschwefelung mittels Wärmetauschern oder Wärmepumpen sind mit hohem Investaufwand verbunden und verringern den Anteil der nutzbaren Rauchgaswärme.

Bei einigen dieser Naßverfahren, beispielsweise in DE-OS 3448552, wird durch einen rekuperativen Wärmetausch zwischen dem schwefelhaltigen Rauchgas und dem schwefelarmen Rauchgas eine niedrige Gastemperatur bei der Gaswäsche erreicht. Durch die Wärmerückgewinnung des gewaschenen Rauchgases wird dessen Abführung durch einen Schornstein mittels Naturzug ohne Kondensation von Schwefelbestandteilen gewährleistet. Nachteilig ist dabei, daß die Rauchgaswärme keiner nutzbringenden Verwendung zugeführt wird.

Im DE-PS 322885 wird ein Naßentschwefelungsverfahren beschrieben, bei dem die Wärme dem schwefelhaltigen Rauchgas und/oder der Waschlösung nach dem Waschturm entzogen und einer Nutzung außerhalb der Energieumwandlungsanlage zugeführt wird. Nachteilig ist dabei, daß das schwefelarme Rauchgas mit zusätzlichen Wärmeträgern angewärmt werden muß, damit die Rauchgasabführung durch einen Schornstein mittels Naturzug ohne Kondensation von Schwefelbestandteilen erfolgen kann.

Im DD-PS 202510 wird ein Verfahren beschrieben, bei dem eine weitgehend vollständige Ausnutzung der Enthalpie des Rauchgases durch seine Abkühlung auf Temperaturen nahe der Umgebungstemperatur bei annähernd vollständiger

Entschwefelung erfolgt. Durch eine spezielle Anordnung mehrerer Wäschen und Wärmeübertragern im Waschturm wird das Gas gereinigt und schrittweise auf 20 bis 30°C abgekühlt, wobei entsprechend dem jeweiligen Temperaturniveau Heizwasser und Luft vorgewärmt wird.

Nachteilig sind die hohen Investkosten für die Apparatur, die korrosionsfest ausgeführt werden muß. Weiterhin entstehen hohe Betriebskosten durch den kontinuierlichen Verbrauch von Alkalisierungs- und Oxidationsmitteln.

Bei dem in der DE-OS 3416947 beschriebenen Verfahren wird das schwefelhaltige Rauchgas durch einen Wärmetauscher geleitet, in welchem Feuchtigkeit auskondensiert und schwefelhaltige Komponenten im Kondensat gelöst werden. Die Kondensationsenthalpie wird zum Betreiben eines Wärmepumpenprozesses eingesetzt, der die Nutzung der Wärme auf einem höheren Temperaturniveau gegenüber der Anfalltemperatur gestattet. Die für das Betreiben der Wärmepumpe erforderliche Antriebsenergie und hohe Investitionskosten beeinflussen die Ökonomie des Prozesses nachteilig.

Im DD-WP 211 256 wird der Einsatz von offenen Absorptionswärmepumpen beschrieben, die ebenfalls die Erhöhung der Nutztemperatur gestattet. Nachteilig ist der erforderliche sehr hohe Investaufwand.

Die im DD-WP 240590 beschriebene Auskoppelung der Wärme aus dem Kreislauf einer Waschflüssigkeit, welche zwischen einer Neutralisationsvorrichtung und einem Naßabscheider für gasförmige, flüssige und feste Schadstoffe zirkuliert, die vorzugsweise mit einer Wärmepumpenanordnung erfolgen soll, weist den Nachteil eines unbefriedigend niedrigen Nutztemperaturniveaus auf.

Aus der GB-PS 2065500 geht hervor, daß Rauchgas in einer speziellen zweistufigen als Füllkörperkolonne ausgebildeten Waschkörperung in Gegenstrom mit einer dispergierten Flüssigkeit gebracht wird, sich dabei abkühlt und von Schadstoffen befreit wird.

Die wesentlichen Nachteile dieser Lösung sind der hohe Investaufwand, das Nutztemperaturniveau in noch unzureichender Höhe sowie die Gefahr von Inkrustationen in der Füllkörperschicht.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist die Entwicklung eines Verfahrens, bei dem die weitgehende Nutzung der Rauchgaswärme auf einem relativ hohen Temperaturniveau möglichst nahe oder oberhalb der Siedetemperatur von Wasser bei Umgebungsdruck und gleichzeitig eine starke Reduzierung der Schadstoffkonzentration im an die Umwelt abgeführten Rauchgas mit geringem apparativen und ökonomischen Aufwand bei stabilem Betrieb möglich ist.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zu entwickeln, das eine Wärmeübertragung vom Rauchgas auf einen flüssigen Energieträger bei umfassender Ausnutzung der Rauchgasexergie, also eine möglichst hohe Anwärmung des Energieträgers bis nahe oder oberhalb der Siedetemperatur von Wasser bei Umgebungsdruck gewährleistet, bei gleichzeitigem Stoffübergang von insbesondere schwefelhaltigen Schadstoffen vom Rauchgas auf den Energieträger.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß das zu behandelnde Rauchgas im Gleich- oder Gegenstrom mit einem oberhalb von 100°C siedenden und einem im Vergleich zu Wasser niedrigeren Wasserdampfpartialdruck aufweisenden, für schwefelhaltige Rauchgasschadstoffe und Wasserdampf absorptiven fluiden Energieträger in direkten Kontakt gebracht wird. Dabei erfolgt ein Übergang der Wärme und der schwefelhaltigen Rauchgasschadstoffe von dem Rauchgas auf den Energieträger bei weitgehender Hemmung der Wasserverdunstung, so daß der Energieträger auf Temperaturen über 100°C erwärmt und das behandelte Rauchgas nur auf eine für das Ableiten in die freie Atmosphäre noch ausreichende Temperatur von 80 bis 100°C abgekühlt wird.

Erfindungsgemäß wird als fluider Energieträger eine wäßrige Lösung eingesetzt, die entweder aus 20 bis 58% Calciumchlorid zur Erhöhung des Siedepunktes auf über 100°C, zur Absenkung des Wasserdampfpartialdruckes und zur Erhöhung der Löslichkeit von Rauchgasschadstoffen und Wasserdampf mit Zusätzen von 1,2 bis 3% kalkhaltiger Produkte wie Kalkmilch, Branntkalk, Carbidschlamm, Carbonatationsschlamm oder Flugasche zur Erreichung der Schadstoffabsorptionseffekte oder aus 20 bis 60% Saccharose zur Erhöhung des Siedepunktes auf über 100°C und der Kalklöslichkeit mit Zusätzen von 1,2 bis 3% kalkhaltiger Produkte zur Erreichung der Schadstoffabsorptionseffekte besteht. Als fluider Energieträger können auch wasserfreie Flüssigkeiten mit einer Siedetemperatur oberhalb von 100°C mit absorptiven Zusätzen eingesetzt werden. Zur Vermeidung örtlicher Unterschreitungen der Schwefelsäuretaupunkttemperatur und damit von Schwefelsäurekorrosion im Energieträgerkreislauf wird durch den Zusatz der kalkhaltigen Produkte die Konzentration an Absorbens für die schwefelhaltigen Rauchgasschadstoffe so eingestellt, daß, ausgehend von einer Konzentration von 1,2 bis 3% zu Beginn des Kontaktes zwischen dem fluiden Energieträger und dem entschwefelten auf 80 bis 100°C abgekühlten Rauchgas, die Absorbenskonzentration bis auf einen Minimalwert von 0,01 bis 0,02% beim Kontakt des fluiden Energieträgers mit dem unbehandelten heißen Rauchgas mit einer Temperatur von 150 bis 250°C abfällt.

Der fluide Energieträger wird in vorteilhafter Weise über eine Verteilvorrichtung in einen geeigneten Kontaktraum, beispielsweise in den oberen Teil eines Rauchgasschornsteines in dispergierter Form und/oder als Fallfilm mit dem Rauchgas im Gegenstrom in direkten Kontakt gebracht.

Dabei erfolgt entlang der Kontaktstrecke zwischen dem fluiden Energieträger und dem Rauchgas ein Wärmeübergang vom Rauchgas auf den Energieträger, ein Feuchteübergang vom Energieträger auf das Rauchgas im Rauchgaseintrittsbereich bei hohen Gastemperaturen durch Verdunstung, ein Feuchteübergang vom Rauchgas auf den Energieträger im Rauchgasaustrittsbereich bei niedrigen Gastemperaturen durch Kondensation und Absorption, ein Übergang insbesondere der schwefelhaltigen Schadstoffe sowie Flugasche aus dem Rauchgas auf den Energieträger sowie eine Reaktion der schwefelhaltigen Schadstoffe mit dem im Energieträger enthaltenen Absorbens.

Die Menge des im Kreislauf geführten fluiden Energieträgers wird wärmeökonomisch vorteilhaft so bemessen, daß sich ein Gleichgewicht zwischen den verschiedenen Feuchteübergangsprozessen einstellt. Das bedeutet, daß im Eintrittsbereich des heißen Rauchgases ebensoviel Wasser in den dampfförmigen Zustand übergeht, wie im Austrittsbereich der abgekühlten Rauchgase kondensiert. Dadurch werden einerseits unzumutbar hohe Wasserverluste und damit auch Verluste durch Wasserdampfabfuhr vermieden, andererseits wirkt die freiwerdende Kondensationsenthalpie einer Abkühlung der Rauchgase im Austrittsbereich entgegen und trägt damit zur Aufrechterhaltung des natürlichen Auftriebes zur Rauchgasförderung und -ableitung durch den Schornstein bei.

Am unteren Teil des Kontaktapparates, beispielsweise am Schornsteinfuß, wird der Energieträger einschließlich der darin enthaltenen siedepunkterhöhenden Substanzen, des zugesetzten nicht umgesetzten Absorbens, dessen Reaktionsprodukten mit Rauchgasschadstoffen, sowie abgeschiedener Flugasche mit hoher Temperatur abgezogen. Die Nutzenanwendung erfolgt in bekannter Weise durch Auskreisen der Wärme zu einem Heißwasser- oder Niederdruckdampfzeuger, zur Luftanwärmung oder direkt zu einem technologischen Prozeß.

Das erfindungsgemäße Verfahren kann auch im Gleichstrom oder einer Kombination von Gleich- und Gegenstrom durchgeführt werden. Dadurch erfolgt in vorteilhafter Weise zusätzlich zur Wärme- und Stoffübertragung eine Impulsübertragung vom Energieträger auf das Rauchgas, wodurch eine Kompensation von Druckverlusten bei der Rauchgasförderung ohne den Einbau eines zusätzlichen Gebläses möglich ist. Weiterhin kann das erfindungsgemäße Verfahren in einer kompakt gestalteten Anlage realisiert werden. Durch zweckmäßige Gestaltung der Umwälzung für den Energieträger ist eine weitgehende Ausnutzung der Triebkräfte für den Wärme- und Stoffübergang auch bei teilweiser Gleichstromführung möglich.

Die Regenerierung des im Kreislauf geführten Energieträgers erfolgt durch Abtrennen der Flugasche und der unlöslichen Reaktionsprodukte mittels bekannter Trennverfahren, wie Sedimentation, Zyklonabscheidung und/oder Filtration. Die Abtrennung überschüssiger Wassermengen infolge von Neutralisationsreaktionen oder Rauchganfeuchte-kondensation erfolgt durch eine Verdampferstufe im Regenerierungsprozeß oder durch Auskreisen. Verluste an flüssigem Energieträger und verbrauchtem Absorbens werden im Kreislauf ergänzt.

Der Anfahrvorgang für das erfindungsgemäße Verfahren in vorzugsweiser Ausführung mit Verwendung einer wäßrigen Lösung als Energieträger kann in einfacher Weise durch Zuführung einer wäßrigen Lösung mit der erforderlichen Konzentration an gelöstem Stoff erfolgen. Liegt die Konzentration an gelöstem Stoff in der eingesetzten Lösung niedriger als gefordert, beispielsweise weil als Lösung ein Abprodukt eines anderen Verfahrens verwendet wird, das nur geringe Konzentrationen an gelöstem Stoff aufweist, dann ist der Einsatz dieses Abproduktes als Energieträger möglich, da es während des Anfahrvorganges zum Aufkonzentrieren des Energieträgers durch stärkeren Übergang von Wasser aus der Lösung in den dampfförmigen Zustand im entsprechenden Teil der Kontaktstrecke kommt. Überschüssiges Wasser wird dann solange mit dem Rauchgas den Schornstein verlassen, bis es zur oben beschriebenen Einstellung eines Gleichgewichtes zwischen dem Übergang von Wasser aus der Lösung in den dampfförmigen Zustand im Rauchgaseintrittsbereich mit hohen Gastemperaturen und dem Übergang von dampfförmigem Wasser in die Lösung durch Kondensation im Rauchgasaustrittsbereich mit niedrigen Gastemperaturen.

Ausführungsbeispiel 1

In einer in der Figur 1 dargestellten vorzugsweisen Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird Rauchgas, das beispielsweise aus der Verbrennung von Rohbraunkohle in der Feuerungsanlage eines Dampferzeugers stammt, einem Multizyklon 1, der im Rauchgaskanal angeordnet ist, zum Zwecke der weitgehenden Befreiung und von Flugasche zugeführt und gelangt anschließend in den Rauchgasschornstein 2. Beim Aufsteigen durch Naturzug im Rauchgasschornstein 2 strömt das Rauchgas mit einer durch die Sprüheinrichtung 3 eingebrachten und im Rauchgasschornstein 2 anfangs in dispergierter Form und später als Fallfilm an der Innenwand nach unten gelangenden wäßrigen Lösung von etwa 55% Calciumchlorid, dem Energieträger, und von etwa 1% Calciumhydroxid, dem alkalischen Absorbens, in direkten Kontakt. Dabei wird im unteren Teil des Rauchgasschornsteins 2 bei anfangs intensiver Abkühlung des Rauchgases von etwa 200°C auf etwa 90°C infolge einer Partialdruckdifferenz Wasser aus der Lösung verdunstet und vom Rauchgas aufgenommen, wobei sich die Lösung von etwa 38°C auf etwa 113°C erwärmt. Der Verdunstungsvorgang ist abgeschlossen, wenn die Wasserdampfpartialdrücke über der Lösung und im Rauchgas gleich sind. Beim weiteren Aufwärtsströmen des Rauchgases kehrt sich die Partialdruckdifferenz um und es kommt zur Kondensation von Wasserdampf aus dem Rauchgas an der Oberfläche der Lösung. Im Abschnitt der Kondensation kühlt sich das Rauchgas nur unmerklich ab, das Aufheizen der Lösung von deren Eintrittstemperatur, die etwa 64°C beträgt, auf 88°C erfolgt im wesentlichen durch die frei werdende Kondensationsenthalpie. Im Bereich der Verdunstung kommt es zu einer Neutralisationsreaktion des Calciumhydroxides mit den schwefelhaltigen Rauchgasschadstoffen, wie z. B. SO₂, SO₃, H₂, SO₄ und H₂S unter Bildung von Calciumsulfit und Calciumsulfat. Insbesondere durch die Bindung von SO₃ und H₂SO₄ wird erreicht, daß bei der relativ schnellen Abkühlung des Rauchgases der Schwefelsäuretaupunkt nicht unterschritten wird und damit die korrosive Wirkung der Schwefelsäure unterbleibt.

Eine Nachentschwefelung erfolgt im Bereich der Kondensation im oberen Schornsteinteil, wo das teilweise von schwefelhaltigen Schadstoffen befreite Rauchgas auf Calciumhydroxid in höherer Konzentration trifft. Das am Schornsteinkopf austretende Rauchgas besitzt noch genügend Auftrieb, um weiträumig in die Atmosphäre verteilt zu werden. Das bei der Neutralisationsreaktion gebildete Wasser wird durch Verdunstung auf das Rauchgas übertragen und mit dem Rauchgas in die Atmosphäre abgeführt.

Die Lösung wird am Schornsteinfuß in einem Auffangbehälter 4 gesammelt. In ihr befinden sich neben etwa 55% Calciumchlorid auch die Reaktionsprodukte Calciumsulfit und Calciumsulfat und restliches, nicht umgesetztes Calciumhydroxid, sowie Flugasche, die im Multizyklon nicht abgeschieden wurde. Anschließend gelangt sie in den Vorabscheider 5 für die unlöslichen Reaktionsprodukte und Flugasche, die sich im Bodenprodukt anreichern, welches diskontinuierlich über ein Austrittsventil in einen darunter angeordneten Rechenklassierer 6 abgezogen wird. Im Rechenklassierer 6 kommt es zu einer weiteren Trennung des Bodenproduktes aus dem Vorabscheider 5 in ein stark eingedicktes Gemisch aus Flugasche, Calciumsulfit und Calciumsulfat, das abgeschieden wird und den über den Klarlaufaustritt 7 abgeführten regenerierten Teil des Bodenproduktes. Mit der regenerierten Lösung, die beim Eintritt in den Wärmeübertrager 8 noch eine Temperatur von etwa 108°C besitzt, erfolgt die Anwärmung des Nutzwärmeträgers Wasser im Wärmeübertrager 8 auf etwa 105°C, wobei sich die

Lösung auf etwa 64°C abkühlt. Die regenerierte und abgekühlte Lösung gelangt anschließend zur Sprüheinrichtung 3, womit der Energieträgerkreislauf geschlossen wird. Im Vorabscheider 5 angeordnet ist eine Überlaufvorlage 3 für die Zugabe der infolge Reaktion und Abtrennung über den Rechenklassierer 6 verminderten Lösungsbestandteile Calciumhydroxid bzw. Calciumchlorid. Die zugegebenen Stoffe vermischen sich in der Überlaufvorlage 9 mit der vorgeklärten heißen Lösung und werden über die Umwälzpumpe 10 gemeinsam mit dem Klarlauf des Rechenklassierers 6 zum Wärmeübertrager 8 gefördert.

Ausführungsbeispiel 2

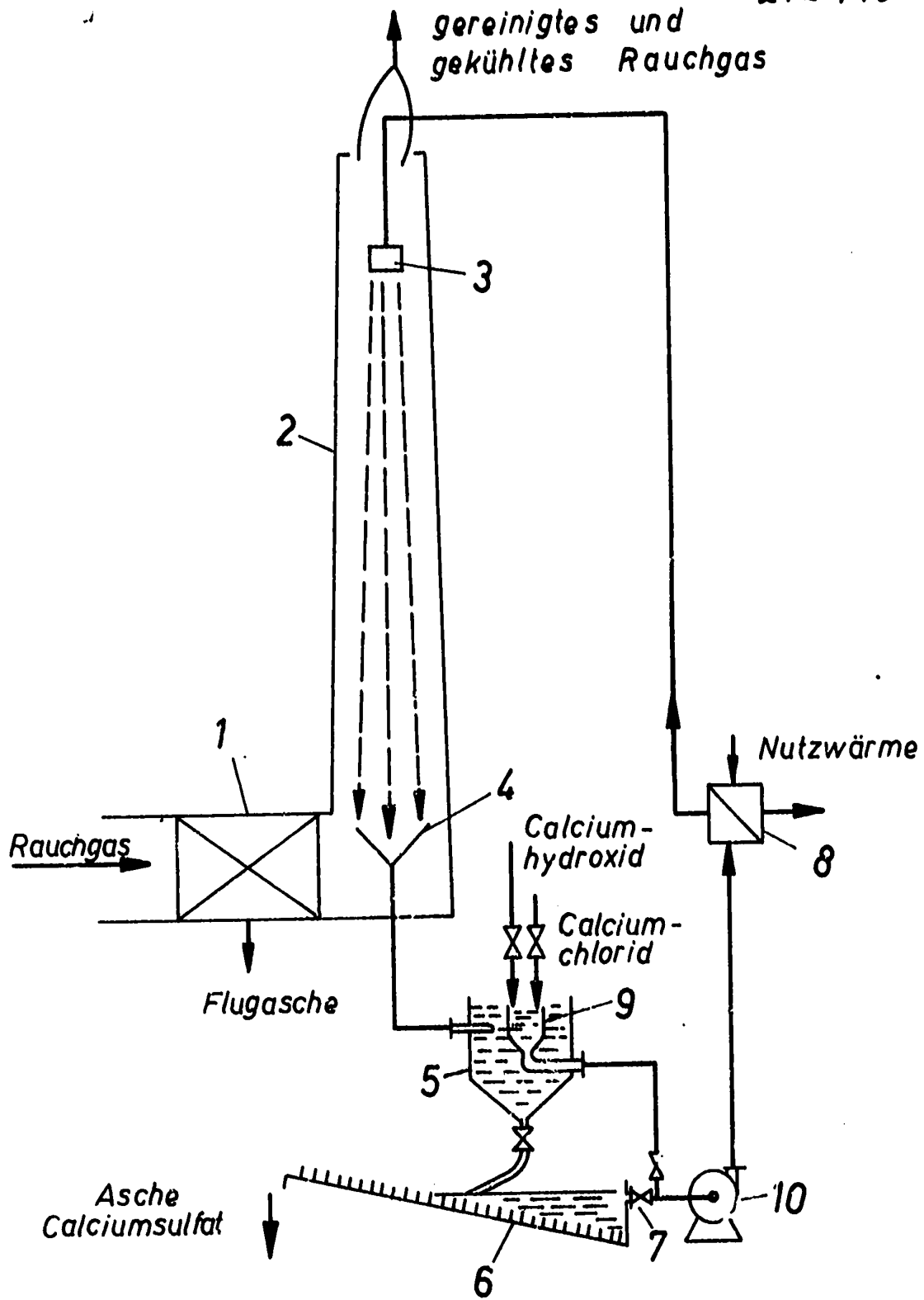
In einer weiteren in Figur 2 dargestellten Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens strömt das Rauchgas in einer ersten Kontaktstufe, dem Strahlgaswäscher 11, im Gleichstrom mit dem als Treibstrahl fungierenden dispergierten Energieträger von oben nach unten. Dabei laufen die gleichen Wärme- und Stoffübertragungsvorgänge ab, die im Ausführungsbeispiel 1 im unteren Teil des Rauchgasschornsteins 2 beschrieben sind.

Das teilweise abgekühlte und entschwefelte Rauchgas gelangt durch den Überströmkanal 12 in die als Sprühkolonne 13 ausgebildete zweite Kontaktstufe und tritt im Gegenstrom mit dem aus dem Strahlgaswäscher 11 abgepumpten Energieträger, der auf dem Weg vom Energieträgeraustrittsstutzen 14 über die Pumpe 15 zur Sprüheinrichtung 3 im Wärmeübertrager 8 durch Auskühlung von Wärme zwecks Nutzung von etwa 110°C auf 80 bis 85°C abgekühlt wird, in Kontakt und verläßt die Sprühkolonne 13 mit einer Temperatur von 90 bis 100°C durch den Abgasstutzen 16.

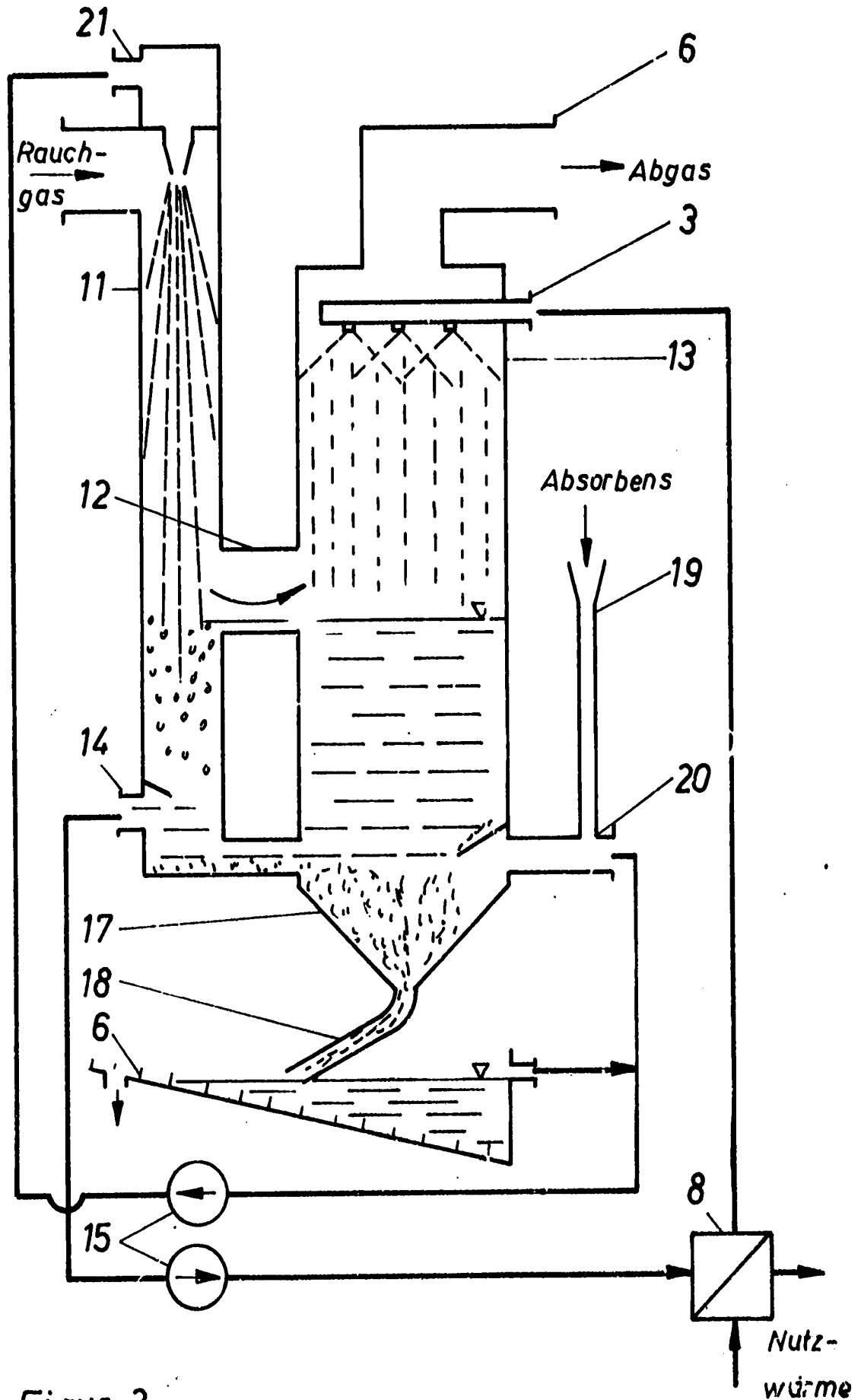
Dabei erfolgt eine Nachentschwefelung und die Fortsetzung Rauchgasabkühlung in der Weise, wie sie für den oberen Schornsteinteil des Ausführungsbeispiels 1 beschrieben ist.

Der untere Teil der Sprühkolonne 13 ist als Sedimentationszone 17 ausgebildet, in deren unterem Bereich eine Anreicherung von Feststoffen, insbesondere von Calciumsulfat, -sulfid und Flugasche im Energieträger erfolgt.

Der sedimentierte Feststoff wird vorzugsweise diskontinuierlich durch den Abzugsstutzen 18 in einen Rechenklassierer 6 abgeführt. Der in der Sprühkolonne 13 auf etwa 100°C angewärmte Energieträger wird nach der Zugabe des verbrauchten Absorbens über den Zugabestutzen 19 durch den Energieträgerabgabestutzen 20 oberhalb der Sedimentationszone 17 abgezogen und mittels einer Pumpe 15 zum Energieträgereintrittsstutzen 21 des Strahlgaswäschers 11 zur Anwärmung auf 110 bis 115°C gefördert.



Figur 1



Figur 2