



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) **DD** (11) **230 791 A1**

4(51) B 01 D 53/34

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21)	WP B 01 D / 255 475 7	(22)	06.10.83	(44)	11.12.85
(31)	P3237387.2	(32)	08.10.82	(33)	DE

(71)	Linde AG, 6200 Wiesbaden, DE
(72)	Linde, Gerhard, Dr.-Ing., DE

(54) Verfahren zur Entfernung unerwünschter gasförmiger Bestandteile aus heißen Rauchgasen

(57) Es wird ein Verfahren zur Entfernung unerwünschter gasförmiger Bestandteile aus heißen, bei der Verbrennung kohlenstoffhaltiger Brennstoffe anfallenden Rauchgasen beschrieben. Das Rauchgas wird zur Abkühlung und Vorreinigung über Regeneratoren geleitet und anschließend zur Absorption von SO₂ einer Wäsche mit einem physikalisch wirkenden Lösungsmittel zugeführt. Das Lösungsmittel wird nach Aufnahme des SO₂ einer Regenerierung unterzogen und in die Wäsche zurückgeführt. Um Energieeinsparungen zu ermöglichen, wird vorgeschlagen, das heiße Rauchgas in den Regeneratoren im Wärmetausch zu atmosphärischer Luft auf Temperaturen zwischen 0 und 60 °C abzukühlen und bei dieser Temperatur mit einem überwiegend aus Tetraäthylenglykoldimethyläther bestehenden Lösungsmittel zu waschen. Das erfindungsgemäße Verfahren gestattet eine völlige Ausnutzung der Abwärme des zu reinigenden Rauchgases.

Erfindungsanspruch:

1. Verfahren zur Entfernung unerwünschter gasförmiger Bestandteile aus heißen, bei der Verbrennung kohlenstoffhaltiger Brennstoffe anfallenden Rauchgasen, bei dem das Rauchgas zur Abkühlung und Vorreinigung über Regeneratoren geleitet und anschließend zur Absorption von SO_2 einer Wäsche mit einem physikalisch wirkenden Lösungsmittel zugeführt wird, das nach Aufnahme des SO_2 einer Regenerierung unterzogen und in die Wäsche zurückgeführt wird, **gekennzeichnet dadurch**, daß das heiße Rauchgas in den Regeneratoren im Wärmetausch zu atmosphärischer Luft auf Temperaturen zwischen 0 und 60°C abgekühlt wird und bei dieser Temperatur mit einem überwiegend aus Tetraäthylenglykoldimethyläther bestehenden Lösungsmittel gewaschen wird.
2. Verfahren nach Punkt 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Abkühlung auf Temperaturen zwischen 20 und 50°C erfolgt.
3. Verfahren nach Punkt 1 oder 2, **gekennzeichnet dadurch**, daß das Lösungsmittel zu mehr als der Hälfte aus Tetraäthylenglykoldimethyläther besteht.
4. Verfahren nach Punkt 3, **gekennzeichnet dadurch**, daß das Lösungsmittel auf Trockenbasis zu 60 bis 80% aus Tetraäthylenglykoldimethyläther, zu 15 bis 25% aus Triäthylenglykoldimethyläther, zu 2,5 bis 7,5% aus Pentaäthylenglykoldimethyläther und zu 2,5 bis 7,5% aus Halbäthern besteht.
5. Verfahren nach Punkt 4, **gekennzeichnet dadurch**, daß das Lösungsmittel auf Trockenbasis zu 70% aus Tetraäthylenglykoldimethyläther, zu 20% aus Triäthylenglykoldimethyläther, zu 5% aus Pentaäthylenglykoldimethyläther und zu 5% aus Halbäthern besteht.
6. Verfahren nach einem der Punkte 1 bis 5, **gekennzeichnet dadurch**, daß das Lösungsmittel bis zu 10%, vorzugsweise 2 bis 8% Wasser enthält.
7. Verfahren nach einem der Punkte 1 bis 6, **gekennzeichnet dadurch**, daß das heiße Rauchgas vor Absorption des SO_2 einer Wasserwäsche unterzogen wird.
8. Verfahren nach einem der Punkte 1 bis 7, **gekennzeichnet dadurch**, daß das Lösungsmittel bei einem Druck von 0,4 bis 0,7 bar absolut und bei einer Temperatur von 85 bis 110°C regeneriert wird.
9. Verfahren nach einem der Punkte 1 bis 8, **gekennzeichnet dadurch**, daß mindestens drei Regeneratoren verwendet werden, wobei ein Regenerator von der Hauptmenge der Luft als Kühlluft, ein zweiter Regenerator von einer kleineren Menge als Spülluft und der dritte Regenerator von Rauchgas durchströmt wird.
10. Verfahren nach Punkt 9, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Spülluftmenge 5 bis 25%, vorzugsweise 10 bis 20% der Gesamtluft beträgt.
11. Verfahren nach Punkt 9 oder 10, **gekennzeichnet dadurch**, daß die verunreinigte Spülluft dem nach der Wäsche anfallenden, entschwefelten Rauchgas beigemischt wird.
12. Verfahren nach einem der Punkte 9 bis 11, **gekennzeichnet dadurch**, daß der Spülluft vor Eintritt in den zweiten Regenerator ein kleiner Teil des entschwefelten Rauchgases zugemischt wird.
13. Verfahren nach einem der Punkte 9 bis 11, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Kühlluft nach Durchströmen des einen Regenerators mit erhöhter Temperatur zum überwiegenden Teil als Verbrennungsluft eingesetzt wird.
14. Verfahren nach Punkt 13, **gekennzeichnet dadurch**, daß der kleinere Teil der Kühlluft zum Regenerieren von Trocknern verwendet wird.

Hierzu 1 Seite Zeichnung

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Entfernung unerwünschter gasförmiger Bestandteile aus heißen, bei der Verbrennung kohlenstoffhaltiger Brennstoffe anfallenden Rauchgasen, bei dem das Rauchgas zur Abkühlung und Vorreinigung über Regeneratoren geleitet und anschließend zur Absorption von SO_2 einer Wäsche mit einem physikalisch wirkenden Lösungsmittel zugeführt wird, das nach Aufnahme des SO_2 einer Regenerierung unterzogen und in die Wäsche zurückgeführt wird.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Das Problem der Entfernung unerwünschter gasförmiger Bestandteile aus Verbrennungsgasen gewinnt zunehmend an Aktualität. Insbesondere die schwefelhaltigen Bestandteile, die bei der Verbrennung fossiler Brennstoffe in kohle- oder ölbeheizten Kraftwerken in den Verbrennungsgasen auftreten, gelten als schädlich für die Umwelt und sind daher aus den Verbrennungsgasen zu entfernen, bevor diese als Abgas in die Atmosphäre entlassen werden.

Die Entfernung von Schwefeldioxid aus derartigen Verbrennungsgasen wurde bisher meist auf chemischem Wege durchgeführt, und zwar durch Wäsche mit Absorptionsmitteln, die als wirksame Bestandteile Alkali- oder Erdalkaliverbindungen enthielten. Gewöhnlich wurden in diesem Zusammenhang Erdalkalioxide oder -carbonate oder auch Alkalicarbonat, -hydrogencarbonate, -sulfite, -hydrogensulfite oder -thiosulfate, beispielsweise des Natriums, verwendet. Als Reaktionsprodukte ergaben sich dabei die entsprechenden schwefelhaltigen Salze, nämlich Sulfite, Hydrogensulfite und Sulfate. Diese chemischen Wäschen werden meist bei relativ hohen Temperaturen durchgeführt, die nur unwesentlich oder gar nicht unter denjenigen Temperaturen lagen, mit denen die Verbrennungsgase selbst anfielen. Die Apparaturen zur Durchführung dieser Reinigungsverfahren waren somit einer ständigen und starken thermischen Belastung ausgesetzt und mußten aus den geeigneten hitzebeständigen Werkstoffen gefertigt sein. Zudem wurden die schließlich abzublasenden, oft noch wasserdampfhaltigen Abgase bei relativ hohen Temperaturen in die Atmosphäre abgegeben, auch wenn ihnen ein Teil ihrer Wärmeenergie noch vorher, beispielsweise zur Erzeugung von Heißdampf oder zur Vorwärmung der Verbrennungsluft, entzogen wurde.

Es wurde auch schon vorgeschlagen (DE-OS 2848721), die Wäsche zur Entfernung der gasförmigen Bestandteile unterhalb von 0°C mit einem physikalisch wirkenden Waschmittel, wie insbesondere Dimethylformamid, durchzuführen. Dabei werden die an sich bekannten günstigen Wirkungen einer mit einem physikalisch wirkenden Waschmittel durchgeführten Tieftemperaturwäsche mit der Ausnutzung der in den heißen Abgasen enthaltenen Hochtemperaturwärme zur Deckung der bei der Tieftemperaturwäsche auftretenden Kälteverluste kombiniert. Der Nachteil dieses Verfahrens besteht jedoch darin, daß die physikalische Wäsche mit Dimethylformamid wegen des bei Umgebungstemperaturen relativ hohen Dampfdruckes des Waschmittels bei Temperaturen von etwa -40°C durchgeführt werden muß. Die Abkühlung des Rauchgases auf diese niedrigen Temperaturen erfordert verhältnismäßig viel Energie und apparativen Aufwand.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist die Bereitstellung eines verbesserten Verfahrens der eingangs genannten Art und es so auszugestalten, daß es bei gleichzeitiger Verringerung des Energiebedarfes und der Investitionskosten den Anforderungen der Behörden entsprechend wirksam durchgeführt werden kann und das abgetrennte SO₂ in reiner und daher chemisch verwertbarer Form gewonnen wird.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine selektive Absorption von SO₂ in einem geeigneten Waschmittel und einem Wärmeaustausch zwischen warmem Rauchgas und Verbrennungsluft zu kombinieren.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß das heiße Rauchgas in den Regeneratoren im Wärmetausch zu atmosphärischer Luft auf Temperaturen zwischen 0 und 60°C abgekühlt wird und bei dieser Temperatur mit einem überwiegend aus Tetraäthylenglykoldimethyläther bestehenden Lösungsmittel gewaschen wird.

Die Erfindung beruht auf der Erkenntnis, daß bei Kombination einer selektiven Absorption von SO₂ in einem geeigneten und vollständig regenerierbaren physikalisch wirkenden Waschmittel und einem Wärmeaustausch zwischen warmem Rauchgas und Verbrennungsluft ein überraschender synergistischer Effekt auftritt. Bei Verwendung des erfindungsgemäß vorgeschlagenen Lösungsmittels kann, da dieses Lösungsmittel einen im Vergleich zu Dimethylformamid niedrigen Dampfdruck besitzt, bei nahezu gleich hoher Löslichkeit für SO₂ bei Umgebungstemperatur gearbeitet werden.

Mit Vorteil erfolgt daher die Abkühlung des Rauchgases auf Temperaturen zwischen lediglich 20 und 50°C.

In Weiterbildung des Erfindungsgedankens ist vorgesehen, daß das Lösungsmittel zu mehr als der Hälfte aus Tetraäthylenglykoldimethyläther besteht. Insbesondere kann das Lösungsmittel auf Trockenbasis zu 60 bis 80% aus Tetraäthylenglykoldimethyläther, zu 15 bis 25% aus Triäthylenglykoldimethyläther und zu 2,5 bis 7,5% aus Halbäthern bestehen. Diese Zusammensetzung bietet den Vorteil, daß der Dampfverlust des Lösungsmittels gering ist. Da im Lösungsmittel außerdem keine hochmolekularen Homologen (mit mehr als 6 Äthylengruppen) enthalten sind, ist die Viskosität des Lösungsmittels so niedrig, daß es ohne Schwierigkeiten umgewälzt werden kann. Ganz besonders günstig ist es dabei, wenn das Lösungsmittel folgende Zusammensetzung auf Trockenbasis aufweist: 70% Tetraäthylenglykoldimethyläther, 20% Triäthylenglykoldimethyläther, 5% Pentaäthylenglykoldimethyläther und 5% Halbäther.

Für den Fall, daß das Rauchgas noch Staub oder andere Verunreinigungen, wie z. B. HCl, enthält, ist nach einer weiteren Ausgestaltungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens vorgesehen, daß das Lösungsmittel bis zu 10%, vorzugsweise 2 bis 8% Wasser enthält. Dieses Wasser dient außerdem dazu, Lösungsmittel in der Waschsäule zurückzuwaschen und damit eventuelle Verluste zu reduzieren.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist vorgesehen, daß das heiße Rauchgas vor Absorption des SO₂ einer Wasserwäsche unterworfen wird. Insbesondere eignet sich hierzu eine im Kreislauf betriebene und durch Kühlwasser gekühlte Wasserwäsche. Durch diese vorgeschaltete Wasserwäsche werden neben Reststaub auch halogenhaltige Stoffe aus dem Rauchgas entfernt sowie ein Teil des im Rauchgas enthaltenen Wasserdampfes auskondensiert und damit der H₂O-Gehalt und die Temperatur des Rauchgases bei Eintritt in die eigentliche Wäsche zur SO₂-Entfernung 5 bis 25%, vorzugsweise 10 bis 20%, der Gesamtluftmenge.

Das entschwefelte Rauchgas fällt mit Temperaturen zwischen 0 und 60°C, insbesondere zwischen 20 und 50°C, an. Diese Temperaturen reichen üblicherweise jedoch nicht aus, um einen genügend hohen Auftrieb im Kamin zu gewährleisten. Aus diesem Grunde ist erfindungsgemäß vorgesehen, daß die verunreinigte Spülluft dem nach der Wäsche anfallenden entschwefelten Rauchgas beigemischt wird, wodurch die Temperatur des Rauchgases ansteigt. In manchen Fällen, insbesondere wenn die Wäsche bei Temperaturen zwischen 0 und 30°C durchgeführt wird, reicht jedoch diese Anwärmung des entschwefelten Rauchgases nicht aus, da die Spülluftmenge relativ gering ist. Es ist deshalb nach einer weiteren erfindungsgemäßen Variante vorgesehen, der Spülluft vor Eintritt in den zweiten Regenerator einen kleinen Teil des entschwefelten Rauchgases zuzumischen. Somit wird bereits ein Teil des gereinigten Rauchgases in dem Regenerator angewärmt und insgesamt nach Zumischung dieses Teils und der angewärmten Spülluft zum entschwefelten Rauchgas dessen Temperatur soweit erhöht, daß ein ausreichender Auftrieb des Rauchgases im Kamin gewährleistet ist.

Die Kuhlluft wird gemäß einer weiteren Ausführungsform des Erfindungsgedankens nach Durchströmen des einen Regenerators mit erhöhter Temperatur zum überwiegenden Teil als Verbrennungsluft eingesetzt. Auf diese Weise wird der Gesamtwirkungsgrad des Verbrennungskessels erhöht. Der kleinere Teil der Kuhlluft kann zum Regenerieren von Trocknern verwendet werden.

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren wird somit die Abwärme des zu reinigenden Rauchgases praktisch vollständig ausgenutzt.

Ausführungsbeispiel

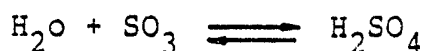
Im folgenden wird das erfindungsgemäße Verfahren anhand eines schematisch dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert.

Zu reinigendes Rauchgas wird nach einer Staubbabtrennung bei einer Temperatur von 130 bis 150°C über Leitung 1 einem Gebläse 2 zugeführt, auf etwa 0,15 bar Überdruck verdichtet und im Regeneratorsystem 3 auf etwa 40°C abgekühlt. Das Regeneratorsystem 3 besteht im Ausführungsbeispiel aus drei voneinander getrennten, mit keramischer Speichermasse, wie Raschigringen oder Berlsätteln, gefüllten Regeneratoren A, B, C. Während z. B. in Regenerator A Rauchgas in Strömungsrichtung von oben nach unten an der Speichermasse abgekühlt, wird ein Teilstrom des gereinigten Rauchgases über Leitung 4 sowie ein kleiner Teilstrom der über Leitung 5 mit Gebläse 6 zugeführten atmosphärischen Luft bei Durchströmung von Regenerator B von

Gleichzeitig wird in Regenerator C die Hauptmenge der über 5 zugeführten Luft ebenfalls in Strömungsrichtung von unten nach oben angewärmt und anschließend zum großen Teil über Leitung 7 einem nicht dargestellten Verbrennungskessel zugeführt. Auf diese Weise wird die Abwärme des zu reinigenden Rauchgases praktisch vollständig ausgenutzt, einerseits zur Vorwärmung der Verbrennungsluft, d. h. zur Erhöhung des Gesamtwirkungsgrades des Kessels, und andererseits zur erforderlichen Wiederaufheizung des gereinigten Rauchgases vor Eintritt in den Kamin.

Die Durchströmung der Regeneratoren 3 wird zyklisch beispielsweise von rechts nach links nach einer Schaltzeit von z. B. ca. 3 Minuten vertauscht. Demnach wird im nächsten Zyklus der Regenerator A von gereinigtem Rauchgas und Spülluft, B von Kühlluft und C von ungereinigtem heißen Rauchgas durchströmt. Vor der Umschaltung der Kühlluft auf Regenerator B wird kurzzeitig für einige Sekunden die Durchströmung mit gereinigtem Rauchgas unterbrochen und statt dessen nur mit Spülluft gespült wird. Hierdurch wird die Verbrennung im nachgeschalteten Kessel durch die Schaltung nicht gestört, sondern es strömt immer kontinuierlich reine Luft mit praktisch konstant warmer Temperatur in den Verbrennungsraum. Die Spülluft und der angeheizte Anteil des entschwefelten Rauchgases, der 10 bis 25 % der Gesamtmenge betragen kann, werden über Leitung 8 dem Hauptteil des gereinigten Rauchgases in Leitung 9 vor dem Kamin zugemischt und damit entsprechend angewärmt, z. B. auf ca. 65°C.

Bei der Abkühlung des Rauchgases im Regenerator A wird der Säuretaupunkt unterschritten, d. h. Säuretröpfchen kondensieren auf der Speichermasse aus. Dieses Kondensat wird bei der Durchströmung von Luft in umgekehrter Richtung wieder verdampft und mit der Kühlluft zum Verbrennungsraum gasförmig zurückgetragen. Die Rückverdampfung wird unterstützt dadurch, daß die Reaktion



wegen des wesentlich niedrigeren Anteiles an Wasserdampf der Kühlluft gegenüber dem des Rauchgases bei der Durchströmung mit Luft bevorzugt von rechts nach links abläuft. Das so mit der Luft zum Kessel zurückgetragene SO_3 wird bei der hohen Verbrennungstemperatur zum großen Teil wieder zu SO_2 reduziert. Die interne SO_3 -Rückführung kann also nur zu einem geringen Anstieg, d. h. praktisch nur zu einer Erhöhung des SO_3 -Gehaltes von einigen ppm im Rauchgas führen, bis ein konstanter Pegel erreicht ist.

Das auf etwa 40°C gekühlte Rauchgas wird über Leitung 10 einer Waschsäule 11 zugeführt durch physikalische Absorption von SO_2 entschwefelt. Als Waschmittel dient ein Äthylenglykoldimethyläther der beanspruchten Zusammensetzung mit einigen Prozent Wasser, das über Leitung 12 der Waschsäule in der Mitte aufgegeben wird. Vor Eintritt in diese Wäsche werden im unteren Abschnitt der Waschsäule durch einen geschlossenen Wasserkreislauf 13 Reste an Staub und direkten Säurebildnern, wie SO_3 und HCl ausgewaschen. Am oberen Ende der Waschsäule 11 wird durch eine relativ kleine Menge an über Leitung 14 zurückgeführtem Wasser der dem sehr niedrigen Dampfdruck entsprechende Anteil an gasförmigen Lösungsmittel zurückgewaschen. Das entschwefelte Rauchgas verläßt die Waschsäule am Kopf der Leitung 9.

Das mit SO_2 und einer geringen Menge an mitgelöstem CO_2 beladene Lösungsmittel wird über Leitung 15 abgezogen, in einem Wärmetauscher 16 gegen regeneriertes Waschmittel aufgewärmt und in eine Regeneriersäule 17 geleitet, in der Regeneriersäule 17 werden durch Beheizung 18 mit Niederdruckdampf die gelösten Gase über Kopf (Leitung 19) abgetrieben.

Zur Rückgewinnung des im Waschwasser vom Kopf der Waschsäule 11 gelösten Lösungsmittels wird auch dieser Strom über Leitung 20 im oberen Abschnitt der Regeneriersäule 17 durch Destillation in konzentriertes Lösungsmittel und Wasserdampf getrennt. Dieser Wasserdampf wird am Kopf der Regeneriersäule 17 an einem Kühlwasser gekühlten Kondensator 21 rückverflüssigt.

Mit besonderem Vorteil wird der Druck und damit das Temperaturniveau in der Regeneriersäule 17 so gewählt, daß 50 bis 75 % der bei der Beheizung 18 benötigten Wärme wieder nutzbar gemacht werden. Als geeignet haben sich hierbei ein Druck zwischen 0,4 und 0,7 bar absolut und eine Sumpftemperatur von 85 bis 110°C erwiesen. Zur Wärmerückgewinnung wird in einem am Kopf der Regeneriersäule 17 angebrachten Wärmetauscher warmes Wasser von 50 bis 60°C, z. B. Vakuumdampfkondensat in Energiekraftwerken oder Rücklaufwasser bei Fernwärme (Heizkraftwerk), auf etwa 70 bis 85°C angewärmt. Dieser Wärmetauscher könnte beispielsweise mit dem Kondensator 21 gekoppelt sein.

Die beiden regenerierten Flüssigkeitsströme, nämlich regeneriertes Lösungsmittel vom Sumpf und Waschwasser vom Kopf, gehen über Leitung 12 bzw. 14 zurück zur Waschsäule 11, wobei das regenerierte Lösungsmittel im Wärmetauscher 16 auf etwa 40°C abgekühlt wird.

Um zu verhindern, daß durch Sekundärreaktionen im wasserhaltigen Lösungsmittelkreislauf eine Schädigung des Absorptionsmediums auftritt, wird die Regeneriersäule 17 unter leichtem Unterdruck (ca. 0,6 bar absolut) und damit bei möglichst nicht zu hoher Sumpftemperatur betrieben.

Das im Kopf der Regeneriersäule 17 gewonnene SO_2 -reiche Gas wird über Leitung 19 einem Verdichter 22 zugeführt, auf einen Druck von ca. 2,5 bar gefördert und nach Trocknen an säurefesten, umschaltbaren Adsorbern 23 in einem Wärmetauscher 24 gegen Kältemittel verflüssigt. Der enthaltene Anteil an CO_2 sowie Reste von N_2 kondensieren dabei praktisch nicht, sie gehen zusammen mit dem Dampfdruck bei Verflüssigungstemperatur entsprechenden gasförmigen Anteil an gasförmigem SO_2 über Leitung 26 zurück zur Waschsäule 11. In einem Tank 25 kann somit reines, trockenes, flüssiges SO_2 gesammelt und gespeichert werden zu beliebiger Weiterverwendung.

Die Adsorber 23 sind umschaltbar, d. h. während z. B. im Adsorber 23a der SO_2 -haltige Gasstrom getrocknet wird, wird der Adsorber 23b durch einen Teil der im Regenerator C angewärmten Kühlluft, die über Leitung 27 herangeführt wird, getrocknet. Durch Sekundärreaktionen im geschlossenen System gebildete Säuren können aus dem Waschkreislauf an verschiedenen Stellen, die beispielhaft durch die gestrichelten Leitungen 28a, 28b und 28c dargestellt sind, ausgeschleust und in einem Behälter 29 durch Zugabe von Chemikalien, wie z. B. CaO , neutralisiert werden.

Es ist klar, daß das erfindungsgemäße Verfahren auch dann ausführbar ist, wenn z. B. nur zwei Regeneratoren oder beispielsweise keine Trockner für das SO_2 -haltige Gas verwendet werden.

Unter Zugrundelegung des beschriebenen Ausführungsbeispiels sieht die Wärmebilanz der verwendeten Regeneratorsystems folgendermaßen aus:

Die Wärmekapazität (Menge $\times$ spezifischer Wärme) des Rauchgases ist im allgemeinen ca. 10% höher als die der benötigten Verbrennungsluft, d. h. bei Abkühlung des Rauchgases um ca. 100°C könnten also außer der Verbrennungsluft noch ca. 10% des gereinigten Rauchgases um denselben Betrag von 100°C angewärmt werden. Damit würde das gesamte gereinigte Gas vor dem Kamin um ca. 10°C angewärmt werden. Eine Wiedererwärmung des gereinigten Gases um ca. 25%, d. h. auf etwa 65°C durch Erhöhung des entsprechenden Anteiles im Regenerator geht auf Kosten einer um ca. 15% geringeren Aufwärmung der Verbrennungsluft. Für die Energierückgewinnung durch die Nutzung dieser, bei der schwefelhaltigen Rauchgasen üblicherweise verloren gegebenen Abwärme bedeutet dies, daß ca. 75% der Abwärme für den Kraftwerksprozeß und ca. 25% für die Rauchgaswiederaufwärmung nach der Entschwefelung genutzt wird.

Beispiel

Es werden 1 600 000 Nm³/h Rauchgas aus einem 500 MW Kohlenkraftwerk (3,5% S in der Kohle) gereinigt. Das Rauchgas hat die folgende Zusammensetzung:

76,6 Vol.% N₂

2,1 Vol.% O₂

12,2 Vol.% CO₂

0,24 Vol.% SO₂ + SO₃ ($\triangleq$ 3840 Nm³/h $\approx$ 11 t/h)

8,86 Vol.% H₂O

Das Rauchgas wird mit 1600 t/h Lösungsmittel erfindungsgemäßen Zusammensetzung gewaschen. Der Rest SO₂-Gehalt im gereinigten Gas beträgt 100 Vppm (= 160 Nm³/h = 480 kg/h). Somit wird bei Verwendung des erfindungsgemäßen Lösungsmittels ein Entschwefelungsgrad von 95,6% erreicht.

Der Dampfbedarf für die Regenerierung des beladenen Lösungsmittels beträgt ca. 30 t/h Dampf von 2 bar. Zur Verdichtung des regenerierten Lösungsmittels im Vakuumverdichter 22 ist eine Leistung von ca. 400 kW erforderlich.

