



(12) Ausschließungspatent

(11) DD 293 503 A5

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1
Patentgesetz der DDR
vom 27. 10. 1983
in Übereinstimmung mit den entsprechenden
Festlegungen im Einigungsvertrag

5(51) B 01 D 53/34
F 23 G 5/44
F 23 J 15/00

DEUTSCHES PATENTAMT

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21)	DD B 01 D / 339 754 1	(22)	12.04.90	(44)	05.09.91
(31)	P3912563.7	(32)	17.04.89	(33)	DE
	P3939413.1		29.11.89		

(71)	siehe (73)
(72)	Kürzinger, Karl, Dr.-Ing.; Stephan, Rainer, Dr.-Ing., DE
(73)	KRC Umwelttechnik GmbH, Würzburg, DE
(74)	Patentanwälte Felke + Walter, Am Stadtpark 2-3, O - 1156 Berlin, DE

(54) Verfahren zur Reinigung von Abgas mit hohem Chloridgehalt

(55) Abgasreinigungsverfahren; Abgas Chloridgehalt, hoch; Rektifikation; Aufkonzentrierung; Salzsäure
(57) Das Verfahren zur Reinigung von Abgas mit hohem Chloridgehalt, insbesondere von Abgas aus Müllverbrennungsanlagen durch mehrstufige Absorption der Verunreinigungen, wobei in einer Vorstufe die stark sauren Bestandteile des Abgases, wie HCl und HF, mit Wasser ausgewaschen werden, welches zunächst bis zu 20 g HCl/l enthält, und in späteren Stufen die weniger sauren Bestandteile des Abgases, wie SO₂ und NO_x, entfernt werden, wobei bereits in der Vorstufe eine Aufkonzentration der Salzsäure auf über 50 g HCl/l, vorzugsweise über 80 g HCl/l erfolgt und die so erhaltene verdünnte Salzsäure durch Rektifikation in konzentriertere Salzsäure und eine Sumpffraktion aufgetrennt wird.

Patentansprüche:

1. Verfahren zur Reinigung von Abgas mit hohem Chloridgehalt, insbesondere von Abgas aus Müllverbrennungsanlagen durch mehrstufige Absorption der Verunreinigungen, wobei in einer Vorstufe die stark sauren Bestandteile des Abgases, wie HCl und HF, mit Wasser ausgewaschen werden, welches zunächst bis zu 20 g HCl/l enthält, und in späteren Stufen die weniger sauren Bestandteile des Abgases, wie SO₂ und NO_x, entfernt werden, **dadurch gekennzeichnet**, daß bereits in der Vorstufe eine Aufkonzentration der Salzsäure auf über 50 g HCl/l, vorzugsweise über 80 g HCl/l erfolgt und die so erhaltene verdünnte Salzsäure durch Rektifikation in konzentriertere Salzsäure und eine Sumpffraktion aufgetrennt wird.
2. Verfahren gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Aufkonzentration der Salzsäure diskontinuierlich im Gegenstrom erfolgt.
3. Verfahren gemäß Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Aufkonzentration in einem Quencher erfolgt, in dem das Abgas auf Kühlgrenztemperatur gekühlt und Reststaub entfernt wird.
4. Verfahren gemäß Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Aufkonzentration zwischen einem Quencher und der Absorptionsstufe erfolgt.
5. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Rektifikation bei Normaldruck erfolgt und eine azeotrope Salzsäure von ca. 22 % HCl/l abgetrennt wird.
6. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Sumpffraktion der Rektifikation gegebenenfalls nach Abtrennung von Feststoffen teilweise in die Aufkonzentrationsstufe zurückgeführt wird.
7. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Sumpffraktion der Rektifikation teilweise in den Rauchgasstrom vor der Staubabscheidung eingedüst wird.
8. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Sumpffraktion der Rektifikation teilweise der Flugascheaufbereitung zugeführt wird.
9. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Abwasser eines nachgeschalteten Kondensations- oder Naß-E-Filter in der Vorstufe als Absorbens verwendet wird.
10. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Rauchgas nach einem Quenchprozeß einer mehrstufigen, bezüglich der Flüssigphase diskontinuierlichen Absorption unterzogen wird, wobei in der ersten Stufe nach der Quenchstufe die Salzsäure auf die gewünschte Endkonzentration aufkonzentriert wird und die Feinreinigung des Rauchgases erst in der letzten Absorptionsstufe erfolgt.

Anwendungsgebiet der Erfindung

Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ein Verfahren zur Reinigung von Abgas mit hohem Chloridgehalt, insbesondere von Abgas aus Müllverbrennungsanlagen durch mehrstufige Absorption der Verunreinigungen, wobei in einer Vorstufe die stark sauren Bestandteile des Abgases, wie HCl und HF, mit Wasser ausgewaschen werden, welches zunächst bis zu 20 g HCl/l enthält und in späteren Stufen die weniger sauren Bestandteile des Abgases, wie SO₂ und NO_x, entfernt werden.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Neben SO₂ und NO_x spielen bei der Reinigung von Rauchgasen auch HCl und HF eine große Rolle, insbesondere dann, wenn die Rauchgase aus einer Müllverbrennungsanlage stammen. Je nach Zusammensetzung des zur Verbrennung gelangten Mülls kann der HCl-Gehalt des Abgases sogar mehr als 10 g/m³ betragen. Solch hohe HCl-Gehalte bedürfen in der Regel einer besonderen Behandlung in Rauchgasreinigungsanlagen. Dies geschieht heutzutage vor allem dadurch, daß der SO₂-Reinigungsstufe eine HCl-Abscheidung vorgeschaltet wird. Die HCl-Abscheidung erfolgt hierbei oft simultan mit einer Quenchung des Rauchgases, wobei meist schon alkalische Chemikalien zugesetzt werden. Weiterhin wird bei dieser Quenchung auch ein großer Teil des im Abgas verbliebenen Reststaubes abgeschieden.

Die bei diesem Abscheideprozeß gewonnene, meist noch salzsaure Lösung bzw. Suspension, enthält im allgemeinen den größten Teil der im Rauchgas enthaltenen Schwermetalle. Meist wird diese salzsaure Lösung bzw. Suspension einer Abwasserbehandlung zugeführt. Durch Zugabe von Alkali bzw. Erdalkalicarbonaten oder -hydroxiden erfolgt eine Neutralisation und Ausfällung der Schwermetalle. Nach Filtration der Suspension wird in der Regel das Filtrat einem Vorfluter zugeleitet oder eingedampft und der Rückstand einer Deponie zugeführt. Bei der Einleitung in einen Vorfluter enthält das Abwasser meist noch größere Mengen löslicher Salze sowie gewisse Restgehalte an Schwermetallen.

Sofern man aus diesen Rückständen verwertbare Salze, wie Kochsalz oder Calciumchlorid, gewinnen will, muß im allgemeinen eine aufwendige und effektive Abwasseraufbereitung der Eindampfung vorgeschaltet sein und unter Umständen die während des Eindampfens ausfallende Kristallmasse ein- bis mehrfach umkristallisiert werden, was mit entsprechend hohem apparativen und energetischen Aufwand verbunden ist und trotzdem im allgemeinen noch nicht die von der Praxis geforderten Reinheitsgrade für die Salze sicherstellt.

Ziel der Erfindung

Durch die vorliegende Erfindung wird ein wirtschaftliches, einfaches und zugleich wirkungsvolles Verfahren zur Reinigung von noch chloridhaltigen Abgasen insbesondere aus Müllverbrennungsanlagen zur Verfügung gestellt.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Die Erfindung hat sich die Aufgabe gestellt, das Verfahren zur Reinigung von Abgas mit hohem Chloridgehalt, insbesondere von Abgas aus Müllverbrennungsanlagen, weiter zu verbessern, zu vereinfachen und sicherer zu machen, wobei möglichst große Menge wiederverwendbarer Produkte entstehen und nur wenig das Abwasser oder Deponien belastende Abfallstoffe entstehen. Insbesondere hat sich die Erfindung die Aufgabe gestellt, die Abscheidung der stark sauren Bestandteile des Abgases, wie HCl und HF so zu gestalten, daß hieraus zuverlässig und preiswert wiederverwendbare Substanzen gewonnen werden. Das Verfahren geht aus von solchen Verfahren, bei denen in einer Vorstufe die stark sauren Bestandteile des Abgases, wie HCl und HF, mit Wasser ausgewaschen werden, welches zunächst bis zu 20 g HCl/l enthält und bei denen in späteren Stufen die weniger sauren Bestandteile des Abgases, wie SO₂ und NO_x entfernt werden.

Die Aufgabe kann dadurch überraschend einfach gelöst werden, daß bereits in der Vorstufe eine Aufkonzentration der Salzsäure auf über 50 g HCl/l, vorzugsweise über 80 g HCl/l erfolgt und die so erhaltene verdünnte Salzsäure durch Rektifikation in konzentriertere Salzsäure und eine Sumpffraktion aufgetrennt wird.

Es hat sich überraschenderweise gezeigt, daß es auf diese Art und Weise möglich ist, insbesondere azeotrope Salzsäure von ca. 22% HCl/l zu gewinnen, die obendrein nahezu frei von Verunreinigungen, insbesondere von Schwermetallen ist. Dieses Ergebnis war besonders überraschend, da in dem zur Rektifikation kommenden aufkonzentrierten Salzsäuren noch immer größere Mengen an Schwermetallen und anderen wasser- und salzsäurelöslichen Salzen vorhanden sind und diese bei der Rektifikation dennoch ausschließlich in der Sumpffraktion verbleiben. Dies war nicht vorherzusehen, da es bekannt ist, daß in den Gasen von Müllverbrennungsanlagen auch wasserdampfflüchtige Metallchloride vorhanden sind. Weiterhin hat sich überraschenderweise gezeigt, daß die im Rektifikationssumpf sich anreichernden Feststoffe und Salze, wie z. B. Calciumsulfat, zu keinerlei Anbackungen und damit zu keinerlei Betriebsstörungen führen. Bei herkömmlichen Eindampfanlagen für chloridsalzhaltige Abwässer kommt es durch derartige Anbackungen zu häufigen Betriebsstörungen und zu längeren Betriebsunterbrechungen. Sofern in der Vergangenheit in einer Vorstufe die stark sauren Bestandteile des Abgases, wie HCl und HF, nicht unter Zusatz von alkalischen Reagenzien, sondern nur mit Wasser ausgewaschen wurde, durfte die Konzentration an HCl maximal 20 g HCl/l betragen, da andernfalls zu große HCl-Mengen im Abgas verbleiben. Eine derartig verdünnte Salzsäure konnte aber aus Gründen der Wirtschaftlichkeit keinesfalls zu konzentrierterer Salzsäure verarbeitet werden. Erfindungsgemäß wird daher diese in der eigentlichen Absorptionsstufe anfallende verdünnte Salzsäure, welche bis zu 20 g HCl/l enthält, bereits in der Vorstufe einer Aufkonzentration auf über 50 g HCl/l unterworfen.

Vorzugsweise erfolgt die Aufkonzentration in dem Bereich von 80 bis 130 g HCl/l. Je nach HCl-Gehalt des Abgases sind aber auch noch höhere Aufkonzentrationen möglich. Diese Aufkonzentration in der Vorstufe kann beispielsweise dadurch erfolgen, daß die HCl-Wäsche kontinuierlich im Gegenstrom erfolgt und dabei schon eine konzentriertere Salzsäure anfällt.

Als vorteilhafter hat sich eine Aufkonzentration erwiesen, die diskontinuierlich im Gegenstrom erfolgt. Bei dieser Verfahrensweise wird das zu reinigende Abgas durch mindestens zwei Waschstufen geführt, wobei es zunächst mit Chargen verdünnter Salzsäure in Kontakt gebracht wird, die dabei aufkonzentriert werden, um dann mit Chargen frischen Wassers gewaschen zu werden, welches sich bis auf 20 g HCl/l anreichern darf. Sobald diese für den zulässigen Rest-HCl-Gehalt des Abgases kritische Grenze erreicht ist, wird die Charge durch Frischwasser ersetzt. Die aufkonzentrierte Salzsäure von mindestens 50 g HCl/l wird entnommen und durch die verdünntere HCl-haltige Waschlösung von maximal 20 g HCl/l ersetzt.

Diese Verfahrensweise ist vor allem apparativ einfacher zu gestalten. Der Chargenwechsel kann in einfacher Weise durch Messung des Chloridgehaltes an den Waschlösungen gesteuert werden. Um das Verfahren flexibel zu gestalten, bietet sich an, für die verschiedenen Fraktionen der Waschlösungen Zwischentanks vorzusehen.

Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung des Verfahrens besteht darin, daß die Aufkonzentration in einem Quencher erfolgt, in dem das Abgas auf Kühlgrenztemperatur gekühlt und Reststaub entfernt wird. In dem Sumpf eines derartigen Quenchers steigt der HCl-Gehalt ohne weiteres auf mindestens 50 g HCl/l. Dieser Quenchersumpf kann gegebenenfalls nach Abtrennung von Feststoffen unmittelbar in die Rektifikationsanlage eingegeben werden.

Aus der Rektifikationsanlage wird am Kopf Wasserdampf entnommen, der an beliebiger geeigneter Stelle in die Abgasreinigungsanlage zurückgeführt werden kann. Aus dem Sumpf wird eine nicht verbackene Suspension von Feststoffen und einem dem Rektifikationsdruck entsprechenden Gehalt an HCl entnommen. Weiterhin wird der Rektifikationskolonne das dem Rektifikationsdruck entsprechende azeotrope Gemisch aus HCl und Wasser entnommen. Sofern bei Normaldruck rektifiziert wird, erhält man eine azeotrope Salzsäure von ca. 22% HCl/l. Wird eine höher konzentrierte Salzsäure gewünscht, muß man den Rektifikationsdruck erniedrigen. Wird bei höheren Drucken gearbeitet, erhält man ein azeotropes Gemisch von HCl und Wasser, das nach der Kondensation weniger als 22% HCl/l enthält.

Bei der Rektifikation bei Normaldruck erhält man erfindungsgemäß zunächst eine azeotrope Salzsäure von ca. 22% HCl/l, die nur Spuren von Schwermetallen, wie Quecksilber, enthält und nicht einmal durch HF verunreinigt ist, da dieses sich offensichtlich schon während der Aufkonzentration und spätestens während der Rektifikation mit den stets vorhandenen Calcium- und Siliziumverbindungen umsetzt und daher mit den Feststoffen aus dem Quenchersumpf und/oder dem Rektifikationssumpf aus dem Verfahren ausgeschleust werden.

Auf alle Fälle erhält man erfindungsgemäß zunächst dem jeweiligen Rektifikationsdruck entsprechende azeotrope Salzsäure, die frei von störenden Verunreinigungen ist und daher für die verschiedensten Zwecke eingesetzt werden kann. Gewünschtenfalls kann sie natürlich auch dazu verwendet werden, ausreichend reine Alkali- oder Erdalkalicarbonate und/oder -hydroxide zu neutralisieren und daraus technisch verwertbare saubere Salze zu gewinnen, die zumindest nicht die bisher üblichen hohen Gehalte an Schwermetall aufweisen.

Auch die Sumpffraktion der Rektifikation kann erfindungsgemäß in mehrfacher Weise verwertet werden. So ist es

beispielsweise möglich, gegebenenfalls nach Abtrennung von Feststoffen, diese Sumpffraktion teilweise in die Aufkonzentrationsstufe zurückzuführen, zumal sie ja noch erhebliche Mengen an HCl enthält. Weiterhin ist es möglich, diese Sumpffraktion der Rektifikation teilweise in den Rauchgasstrom vor der Staubabscheidung einzudüsen. Dabei werden dann die festen Bestandteile zusammen mit dem Staub abgeschieden, während das HCl-Gas und das Wasser in das Verfahren zurückgeführt werden. Schließlich ist es möglich, die Sumpffraktion der Rektifikation teilweise der Flugascheaufbereitung zuzuführen und dadurch aus dem Verfahren auszuschleusen. Die Flugasche enthält im allgemeinen genügend alkalische Anteile, um den Salzsäuregehalt der Sumpffraktion zu neutralisieren und damit auch den aus dem Verfahren ausgeschleusten Anteil an HCl unschädlich zu machen.

Moderne Reinigungsanlagen für Abgase von Müllverbrennungsanlagen besitzen im zunehmenden Maße zusätzliche Kondensations- oder Naß-E-Filter. Das Abwasser dieser Filter kann problemlos als Absorbens für HCl und HF in der Vorstufe verwendet werden, so daß auch hier keine unerwünschten oder problematischen Abfallstoffe mehr entstehen.

Im Anschluß an die erfindungsgemäße Absorption der stark sauren Bestandteile des Abgases für HCl und HF mit Wasser erfolgt somit, gegebenenfalls nach Reinigung über Kondensations- oder Naß-E-Filter, die übliche Entfernung von SO₂ und NO_x. Für die Entschwefelung hat sich insbesondere das Zweikreisverfahren der Anmelderin unter Verwendung von Kalkstein bewährt. Auch die nachgeschaltete Entfernung von NO_x kann nach allen bisher üblichen und bekannt gewordenen Verfahren erfolgen. Die Wasser- und Energiebilanz des erfindungsgemäßen Verfahrens zeigt, daß die Aufkonzentration der Salzsäure und anschließende Rektifikation zu konzentrierter Salzsäure zu keinem spürbaren Anstieg des Wasser- oder Energieverbrauches führt. Der bei der Aufkonzentration und Rektifikation entstehende Dampf wird sowieso benötigt, um das zu reinigende Abgas für die Entschwefelungsanlage zu konditionieren. Aus dem Verfahren ausgeschleust wird nur der Wassergehalt der konzentrierteren azeotropen Salzsäure. Weiterhin fallen, wie beim Stand der Technik, Feststoffe an, die wie bisher bei dem Staubabscheider, dem Quenchersumpf und dem Abwasser von Kondensations- oder Naß-E-Filtern entnommen werden. Auch diese Fraktionen können erfindungsgemäß entweder wie bisher oder in leicht modifizierter Weise bearbeitet, verarbeitet oder weiterverwendet werden. Zusätzlich fällt bei dem erfindungsgemäßen Verfahren aber eine saubere und leicht verwendbare konzentrierte Salzsäure an, so daß auf die bisherige Beseitigung der Chloride verzichtet werden kann.

Für gewisse Anwendungszwecke wird aber auch eine höhere Konzentration von Salzsäure gefordert als das azeotrope Gemisch von 22%. Auch eine derartige höher konzentrierte Salzsäure kann erfindungsgemäß hergestellt werden, indem das Rauchgas nach einem Quenchprozeß einer mehrstufigen, bezüglich der Flüssigphase diskontinuierlichen Absorption unterzogen wird, wobei in der ersten Stufe nach der Quenchstufe die Salzsäure auf die gewünschte Endkonzentration aufkonzentriert wird und die Feinreinigung des Rauchgases erst in der letzten Absorptionsstufe erfolgt.

Dabei wird das staubbeladene Abgas einer mindestens dreistufigen Naßwäsche unterzogen. Die erste Stufe ist als Gleichstrom-Sprühsorber aufgebaut. In mehreren Sprühebene wird das Rauchgas zunächst gequenchet und von Staub und Schwermetallverbindungen weitgehend befreit. Das Waschmittel wird hierbei im Kreislauf geführt. Verdampfte Flüssigkeit wird periodisch oder kontinuierlich dem Quenchersumpf zugeführt. Durch eine zeitlich gesteuerte Ausschleusung von Flüssigkeit aus dem Quenchersumpf wird die Salzkonzentration im Waschmittel auf einen bestimmten Wert begrenzt.

In dieser ersten Stufe stellt sich eine HCl-Konzentration ein, die mit dem HCl-Gehalt des Rauchgases im Gleichgewicht steht. Das Rauchgas gelangt jetzt über einen Kaminboden in die zweite und von dort gegebenenfalls in die weiteren Stufen des Absorbers, die vorzugsweise als Gegenstrom-Füllkörperwäscher ausgelegt sind. In jeder Stufe wird das Wasser im Kreis geführt. Die erste Stufe nach dem Quencher wirkt hierbei als Aufkonzentrierstufe, während in den darauf folgenden und insbesondere in der letzten Stufe die Feinreinigung erfolgt. Ist der gewünschte Reingaswert am Ausgang des letzten Absorbers erreicht, kann die Feinreinigungsstufe kein HCl mehr aufnehmen, ohne daß der Reingaswert ansteigen würde. Spätestens zu diesem Zeitpunkt erfolgt die Ausschleusung der aufkonzentrierten Säure der letzten Stufe in den Vorlagebehälter der vorgeschalteten Stufe, in der sie weiter aufkonzentriert werden kann. Die letzte oder Feinreinigungsstufe wird nach dem Flüssigkeitswechsel mit frischem Wasser oder angefallenem Abwasser aus dem Gesamtprozeß beschickt.

Bei dieser Schaltung ist die Aufkonzentrierung in der vorletzten Stufe stark abhängig von dem geforderten HCl-Reingaswert. Ist dieser hoch angesiedelt, vergeht eine relativ lange Zeit, bis sich die zum Reingaswert zugehörige Gleichgewichtskonzentration in der Flüssigphase eingestellt hat. Entsprechend lange kann die Aufkonzentrierung in der davor geschalteten Stufe erfolgen, wobei sich hier maximal die Konzentration einstellen kann, die mit dem HCl-Partialdruck am Eintritt der vorletzten Stufe im Gleichgewicht steht.

Da jedoch meist sehr niedrige Reingaswerte gefordert werden (<5-10 mg/m³), wird mit nur drei Stufen die Gleichgewichtskonzentration nicht erreicht. Um eine hoch konzentrierte Salzsäure einerseits und einen niedrigen Reingaswert andererseits zu erhalten, ist es daher im allgemeinen nötig, in insgesamt vier Absorptionsstufen zu arbeiten.

Eine zweckmäßige Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens nutzt die zur Quenchung notwendige Wassermenge aus zur Feinreinigung des Abgases. Dazu wird diese Wassermenge in der letzten Stufe zugegeben und nimmt dort die restliche Salzsäure auf. Diese sehr verdünnte Salzsäure wird dann direkt in die Quenchstufe geleitet. Diese Schaltung ermöglicht es, eine längere Zeit zu warten, bis der Flüssigkeitswechsel erfolgen muß, so daß in den mittleren Stufen höhere Konzentrationen erzielt werden. Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, eine bestimmte Zeit vor Erreichen des Reingaswertes am Ausgang des letzten Absorbers die Flüssigkeitszufuhr in die Quenchstufe abzustellen. Durch das heiße Rauchgas wird ein Teil der Quencherflüssigkeit verdampft, so daß die darin enthaltene Salzsäure zum erheblichen Teil in die Gasphase freigesetzt wird. Am Ausgang dieser Stufe ist somit der HCl-Partialdruck erhöht, wodurch sich auch die Salzsäurekonzentration in der danach folgenden Aufkonzentrierstufe erhöht.

Während der Zeit der HCl-Verdampfung in der Quenchstufe wird die dafür vorgesehene Wassermenge in den Waschkreislauf der Feinreinigungsstufe gegeben, deren Pumpenvorlagebehälter nur entsprechend groß dimensioniert sein muß. Die HCl-Verdampfung im Quencher kann solange erfolgen, bis der gewünschte Reingaswert nach der Feinreinigung erreicht ist. Beim Flüssigkeitswechsel wird dann der gespeicherte Flüssigkeitsanteil dem Quenchersumpf zugegeben. Insbesondere wenn das Rauchgas schon relativ stark abgekühlt in die Quenchstufe eintritt, verringert sich die zur Quenchung notwendige Wassermenge. Es ist dann sinnvoll, das betriebene HCl-Verdampfungsverfahren einzusetzen und das Gesamtverfahren um eine Stufe zu erweitern. Es ist dann möglich, bei gleichem niedrigen HCl-Reingaswert dennoch in der Aufkonzentrierstufe die geforderte hohe HCl-Konzentration zu erreichen. Es ist somit durchaus möglich, auch aus relativ stark abgekühlten Rauchgasen mit niedrigem HCl-Gehalt über mehrere Stufen eine hochkonzentrierte Salzsäure zu erhalten und dennoch niedrige HCl-Reingaswerte einzuhalten.

Das erfindungsgemäße Verfahren kann durch Messung der HCl-Reingaswerte in der Gasphase gesteuert werden. Sobald der geforderte HCl-Reingaswert erreicht wird, erfolgt der beschriebene Flüssigkeitswechsel von den nachgeschalteten Stufen zu den vorgeschalteten Stufen.

Ausführungsbeispiel

Das erfindungsgemäße Verfahren wird durch das nachfolgende Beispiel unter erschwerten Betriebsbedingungen näher erläutert:

Beispiel 1

In einer Müllverbrennungsanlage werden Abgase mit ca. $1,5 \text{ g HCl/m}^3$ nach einem Staubabscheider einem Quencher zugeführt, der mit Betriebswasser gespeist wird. In diesem Quencher sammelt sich restlicher Feinstaub an. Weiterhin steigt im Quenchersumpf die Konzentration an HCl durch die Wasserverdampfung auf 60 bis 70 g HCl/l . Der Quenchersumpf wird nach Abtrennung der Feststoffe über eine Zentrifuge in eine Rektifikationsanlage eingeschleust, aus der am Kopf Wasserdampf und am Sumpf eine salzsaure, nicht verbackende Suspension von Feststoffen entnommen wird. Ungefähr am unteren Drittel der Rektifikationskolonne wird das azeotrope Gemisch von HCl und Wasser entnommen. Nach der Kondensation ergibt es eine ungefärbte Salzsäure mit einem Gehalt von 22% HCl/l. Der Gehalt an Quecksilber und sonstigen Schwermetallen liegt unter der Nachweisgrenze bzw. im Bereich handelsüblicher azeotroper Salzsäure. Der Rauchgasstrom der Verbrennungsanlage wird vom Quencher in eine zweite Waschstufe mit Wasser geleitet, in der dafür gesorgt wird, daß der Gehalt an Salzsäure nicht über 20 g HCl/l steigt. Damit ist gewährleistet, daß der diese Waschstufe verlassende Abgasstrom nur noch den zulässigen HCl-Gehalt aufweist. Die verdünnte Salzsäure dieser Waschstufe wird in den Quencher geleitet.

Nach dieser Chloridwäsche befindet sich ein Naß-E-Filter. Von diesem aus wird der Abgasstrom in einen Zweikreis-Absorptionswäscher mit Kalkstein geleitet und entschwefelt. Das Abwasser des Naß-E-Filters wird dem Waschwasser der Chloridwäsche zugeleitet.