

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: **A 1113/2008**

(22) Anmeldetag: **17.07.2008**

(43) Veröffentlicht am: **15.10.2009**

(51) Int. Cl.⁸: **B01D 53/18** (2006.01),
B01D 53/78 (2006.01)

(73) Patentinhaber:

AE&E AUSTRIA GMBH & CO KG
A-8074 RAABA (AT)

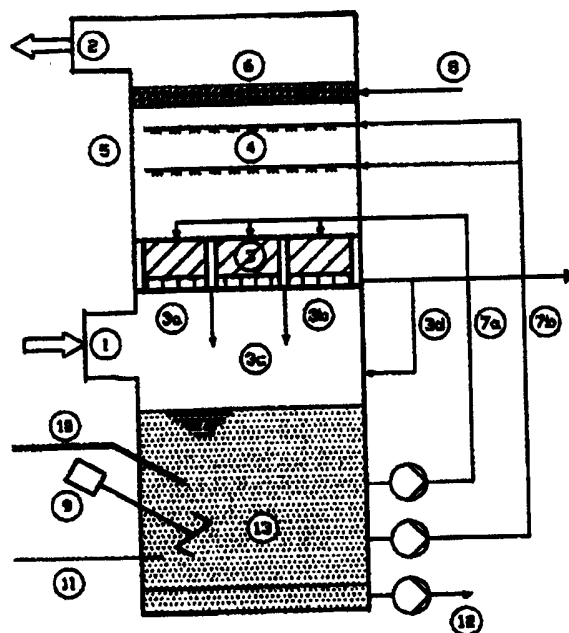
(72) Erfinder:

BÄRNTHALER KLAUS DR.
GRAZ (AT)
GRUBER-WALTL ANDREAS DIPL.ING.
GRAZ (AT)
REISSNER HARALD DR.
HAUSMANNSTÄTTEN (AT)

(54) **ANLAGE UND VERFAHREN ZUR ABSORPTION VON SCHADSTOFFEN IN GASEN**

(57) Die Erfindung betrifft eine Anlage zur Absorption von Schadstoffen in Gasen bei der eine Lösung mit alkalischen Bestandteilen mit dem Gas in Kontakt gebracht wird, wobei das Gas in einer ersten Stufe als disperse Phase durch eine Suspensionsschicht und in einer zweiten Stufe als kontinuierliche Phase geführt wird, in welche die Suspension als disperse Phase eingesprüht wird und wobei die beiden Stufen in einem einzelnen Wasserturm baulich vereint sind.

Die erfindungsgemäße Kombination von Blasen- und Tropfensäule in einem Kontaktapparat zur Abscheidung von sauren Schadgasen führt zu einem stofftransportmäßig und energetisch optimierten Abscheideapparat.



2008P13063AT

007848

9

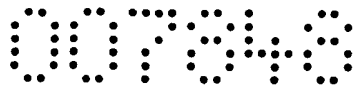
Zusammenfassung / Abstract

Die Erfindung betrifft eine Anlage zur Absorption von Schad-
stoffen in Gasen bei der eine Lösung mit alkalischen Bestand-
5 teilen mit dem Gas in Kontakt gebracht wird, wobei das Gas in
einer ersten Stufe als disperse Phase durch eine Suspensions-
schicht und in einer zweiten Stufe als kontinuierliche Phase
geführt wird, in welche die Suspension als disperse Phase
eingesprüht wird und wobei die beiden Stufen in einem einzel-
10 nen Waschturm baulich vereint sind.

Die erfindungsgemäße Kombination von Blasen- und Tropfensäule
in einem Kontaktapparat zur Abscheidung von sauren Schadgasen
führt zu einem stofftransportmäßig und energetisch optimier-
15 ten Abscheideapparat.

Fig. 1

2008P13063AT



1

Beschreibung

Anlage und Verfahren zur Absorption von Schadstoffen in Gasen

- 5 Die Erfindung betrifft eine Anlage und ein Verfahren zur Absorption von Schadstoffen in Gasen.

Bei vielen industriellen Prozessen, insbesondere bei Verbrennungsprozessen entstehen Rauch- beziehungsweise Abgase, welche saure Komponenten wie Schwefeldioxid (SO₂), Salzsäure (HCl), Fluorwasserstoff (HF) und/oder Stickoxide (NO, NO₂) enthalten, die aufgrund ihrer Schädlichkeit für das Ökosystem als Schadstoffe bezeichnet werden.

- 15 Zum Schutz von Menschen, Tieren und Pflanzen wurden daher gesetzliche Bestimmungen für zulässige Grenzwerte an Schadstoffen in Abgasen erlassen.

20 Damit diese Grenzwerte eingehalten werden, ist in vielen Fällen eine Reinigung der Abgase erforderlich.

Aus dem Stand der Technik sind verschiedene Technologien zur sogenannten nassen Abgasbehandlung bekannt, die bereits industriell eingesetzt werden. Bei diesen Verfahren wird für die Abscheidung von Schadstoffen meist Kalziumsorbens (Kalkstein, Branntkalk und Kalkhydrat) verwendet. Diese Kalziumverbindungen werden mit Wasser angemischt, liegen danach als Suspension vor und werden mit den im Rauchgas vorliegenden sauren Gasen in Kontakt gebracht, sodass die Absorption der Schadstoffe von der gasförmigen in die flüssige Phase stattfinden kann. Die in die flüssige Phase absorbierten sauren Schadstoffe liegen danach gelöst in ionischer Form vor und reagieren mit den in der Suspension gelösten Kalzium Ionen des Kalksorbens.

35

Die sich daraus ergebenden Reaktionsprodukte können in Abhängigkeit der weiteren Prozessführung in der Suspension gelöst

2008P13063AT



bleiben, bei entsprechender Übersättigung Kristalle bilden und schlussendlich sogar in fester Form ausfallen.

5 Der überwiegende Schadstoff in Abgasen, insbesondere bei öl- und kohlegefeuerten Verbrennungsprozessen ist Schwefeldioxid SO₂.

10 In sogenannten Rauchgasentschwefelungsanlagen wird das SO₂ aus dem Rauchgas mit den eingangs beschriebenen Verfahren abgetrennt, wobei als Kalziumsorbens hauptsächlich Kalkstein in Form einer Kalksteinsuspension eingesetzt wird. In diesen Anlagen entsteht aus dem absorbierten Schwefeldioxid SO₂ und dem gelösten Kalkstein in der Suspension nach Oxidations- und Kristallisationsprozessen verwertbarer Gips (CaSO₄ 2H₂O).

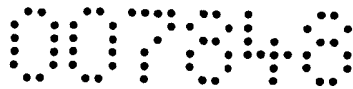
15 Aus dem Stand der Technik ist es bekannt, den Kontaktapparat für die Rauchgasentschwefelung als Sprühturm mit Tropfensäule auszuführen. In diesem Sprühturm wird die Kalksteinsuspension über mehrere in der Regel horizontal angeordnete Sprühebenen
20 und Sprühdüsen in einem vertikal rauchgas-durchströmten Apparat versprüht. Die aus der Sprühdüse austretenden Kalksteinsuspensionstropfen treten mit dem strömenden Rauchgas in Kontakt und es kommt zu Wärme- und Stofftransportvorgängen.

25 Betrachtet man das Rauchgas/Suspensionsgemisch als Emulsion wird das Rauchgas als kontinuierliche Phase und die Kalksteinsuspension als disperse Phase geführt.

30 Übliche Rauchgasleerrohrgeschwindigkeiten in diesen Sprühtürmen liegen zwischen 2,5 und 5 m/sec.

Bei den beschriebenen Wärme- und Stofftransportvorgängen wird dem Rauchgas in der Regel Wärme entzogen, welche zur Verdampfung von Wasser aus den Suspensionstropfen führt. Das verdampfte Wasser geht in die Gasphase (kontinuierliche Phase)
35 über und führt zu einer Sättigung des Rauchgases.

2008P13063AT



3

Das im Rauchgas enthaltene Schwefeldioxid SO_2 wird durch Absorption in den Suspensionstropfen gelöst und reagiert infolge mit den ebenfalls gelösten Kalziumionen (Ca^{++}) über Zwischenstufen zu Kalziumsulfid und nach weiterer Oxidation

5 durch den im Tropfen gelöst vorliegenden Sauerstoff zu Kalziumsulfat.

Die Suspensionstropfen fallen nach unten und nehmen entlang ihres Weges kontinuierlich Schwefeldioxid auf. Im unteren Bereich des Kontaktapparates werden sie in einem sog. Sumpf gesammelt und zur Erhöhung der Kontaktzeit durch ein Umwälzsystem erneut über die Sprühebenen mit dem Rauchgas in Kontakt gebracht.

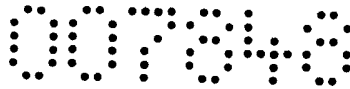
15 In dem Sumpf wird überdies durch Einblasen von sauerstoffhaltigem Gas wie z.B. Luft die Suspension mit Sauerstoff für die weitere Oxidationsreaktion angereichert, sodass es bei einer optimalen Prozessführung zu einer vollständigen Oxidation des Kalziumsulfids zum Kalziumsulfat kommt.

20 Mit zunehmender Verweilzeit steigt der Anteil des eingebundenen Kalziumsulfats im Sumpf an bis eine Übersättigung erreicht wird und nach einer Kristallisationsphase Kalziumsulfat in Form von Gips ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) ausfällt.

25 Durch entsprechende Regel- und Steuerkreise wird dem Kontaktapparat kontinuierlich Kalksteinsuspension und Prozesswasser (Verdampfungsverlust der Tropfen) zudosiert sowie auch Suspension aus dem Sumpf abgezogen, sodass sich ein stationärer Zustand einstellt. Die abgezogene Suspension aus dem Sumpf wird in der Regel einer nach geschalteten Entwässerung zur Gewinnung von Gips zugeführt.

35 Nachteilig an der beschriebenen Rauchgaswäsche mittels Sprüh-turm sind die erforderlichen Abmessungen der Anlagen mit 20-40 m hohen Türmen und der vergleichsweise hohe Energieverbrauch.

2008P13063AT



4

Als Alternative dazu ist z.B. aus der WO 96/00122 eine Anlage bekannt, bei welcher der Kontaktapparat als sogenannte Blasensäulen ausgeführt wird. Dabei ist die Phasenzuordnung von Rauchgas und Kalksteinsuspension gegenüber der Tropfensäule im Sprühturm vertauscht, d.h. die Suspension liegt als kontinuierliche Phase und das Rauchgas als disperse Phase vor.

Es wird eine bis zu 1,1 m hohe Suspensionsschicht gebildet, in die das Rauchgas über Verteilböden wie z.B. Siebböden unter der Suspensionsschicht oder über Tauchrohre mit einer Vielzahl von Verteilbohrungen, die in die Suspensionsschicht eintauchen, in Form von Blasen eingebracht wird. Dieser Apparatetyp wird daher auch als Blasenwäscher bezeichnet. Die Rauchgasleerohrgeschwindigkeit derartiger Blasenwäscher liegt allerdings nur bei etwa 1,5 bis 2,5 m/sec.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die beschriebenen Verfahren zu verbessern.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst mit einer Anlage zur Absorption von Schadstoffen in Gasen bei der eine Lösung mit alkalischen Bestandteilen mit dem Gas in Kontakt gebracht wird, wobei das Gas in einer ersten Stufe als disperse Phase durch eine Suspensionsschicht und in einer zweiten Stufe als kontinuierliche Phase geführt wird, in welche die Suspension als disperse Phase eingesprüht wird und wobei die beiden Stufen in einem einzelnen Waschturm baulich vereint sind.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen enthalten.

Erfindungsgemäß werden die Vorteile von Tropfen- und Blasen säule durch Kombination der beiden Verfahren in einem gemeinsamen Kontaktapparat genutzt.

Das den Waschturm von unten nach oben durchströmende Rauchgas wird in der ersten Stufe bei einer höheren Schwefeldioxid-

2008P13063AT



Konzentration in einer Blasensäule gereinigt. In der zweiten Stufe erfolgt die Reinigung in einer Tropfensäule.

5 Damit wird die der Erfindung zugrundeliegende Erkenntnis umgesetzt, wonach ein Sprühturm mit Tropfensäule bei der Reinigung von Gasen mit vergleichsweise geringen Schwefeldioxid-Konzentrationen einem Blasenwäscher vorzuziehen ist, während bei hohen Schwefeldioxid-Konzentrationen Blasenwäscher vorteilhaft sind.

10

Die Erfindung wird anhand von Figuren näher erläutert. Diese zeigen beispielhaft:

Fig. 1 eine erfindungsgemäße Anlage und

15 Fig. 2 Ausführungsvarianten der Dispergier- und Gasverteil-einrichtung

20 Fig. 1 zeigt einen Querschnitt durch einen zylindrischen Waschturm bei dem das Rauchgas über einen Rauchgaseintritt 1 in den Waschturm einströmt und in eine vertikale Aufwärtsströmung umgelenkt wird, wobei eine Leerrohrgeschwindigkeit von 2,5 m/s bis 4,5 m/s erreicht wird.

25 Durch die in diesen Bereich abtropfenden Suspensionstropfen aus der ersten Stufe der Blasenwäsche erfolgt bereits eine Rauchgasabkühlung, die im optimalen Fall bereits bis zur einer adiabaten Sättigungstemperatur des Rauchgases führt.

30 Danach tritt das Rauchgas über eine Dispergier- und Gasverteil-einrichtung 3 in die Suspensionsschicht der Blasenwäsche ein. Die Gasverteilung und Blasenbildung erfolgt dabei durch eine rostartig ausgeführte Bodenkonstruktion 3a zu der vorteilhafte Ausführungsvarianten in Fig. 2 dargestellt sind.

35 In der Dispergier- und Gasverteil-einrichtung 3 wird der freie Gasquerschnitt auf 15 % bis 50% des gesamten Wäscherquerschnitts reduziert wird. Durch die dabei erzielte Rauchgasbe-

2008P13063AT



6

schleunigung baut sich über der Dispergier- und Gasverteil-
einrichtung 3 eine Blasensäule auf, welche eine Höhe zwischen
0,4 m und 1,0 m erreicht. Die Höhe der Schicht wird durch ei-
ne Ablaufvorrichtung 3b beim Design des Waschturms festge-
legt. Übersteigt das Niveau der sich aufbauenden Blasensäule
die Designhöhe, dann läuft die Suspension über die Ablaufvor-
richtung 3b und Ableitungen 3c, 3d des Wäschers primär in den
Wäschersumpf 13 ab. Dabei wäre es auch denkbar, einen Teil
der ablaufenden Suspension einer Entwässerungseinheit zur Ge-
winnung von Trockengips zuzuführen. Das die Blasensäule ver-
lassende Rauchgas tritt nun direkt in einen sich über der
Blasensäule aufbauenden Absorptionsraum 5 eines Sprühturmes
bzw. eine Tropfensäule ein. Die Suspension wird über die
Sprühdüsen der Sprühebene 4 eingebracht und tritt in Trop-
fenform mit dem Rauchgas in Kontakt.

Beide Stufen werden durch eine Umwälzeinrichtung 7a, 7b mit
frischer Suspension versorgt. Nach Passieren der letzten
Sprühebene werden die vom Rauchgas mitgerissenen Tröpfchen in
einer Tropfenabscheidereinrichtung 6 abgeschieden, welche re-
gelmäßig durch eine Spüleinrichtung 8 gespült und damit abla-
gerungsfrei gehalten wird. Nach dem Tropfenabscheider 6 ver-
lässt das Rauchgas über eine entsprechende Rauchgasaustritts-
konstruktion 2 den Waschturm.

Die im Sumpf 13 gesammelte Suspension wird durch Einblasen
von Luft 11 mit Sauerstoff für die Oxidation versorgt.

Das Absetzen von Feststoffteilchen im Sumpf wird durch Rühr-
werke 9 verhindert, die außerdem eine ausreichende Vermi-
schung sicherstellen.

Um das gesamte Waschsystem in einem stationären Betrieb zu
halten wird frische Kalksteinsuspension dem System zugeführt
10 und ein entsprechender Suspensionsstrom zur Gewinnung von
Gips aus dem Waschsystem ausgeschleust 12.

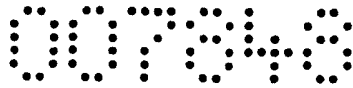
2008P13063AT



Patentansprüche

1. Anlage zur Absorption von Schadstoffen in Gasen bei der
eine Lösung mit alkalischen Bestandteilen mit dem Gas in
Kontakt gebracht wird, dadurch gekennzeichnet, dass das
Gas in einer ersten Stufe als disperse Phase durch eine
Suspensionsschicht und in einer zweiten Stufe als konti-
nuierliche Phase geführt wird, in welche die Suspension
als disperse Phase eingesprüht wird und dass die beiden
Stufen in einem einzelnen Waschturm baulich vereint
sind.
2. Anlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass
die Suspensionsschicht der ersten Stufe eine Höhe zwi-
schen 0,25 m und 1,0 m aufweist.
3. Anlage nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet,
dass eine Dispergier- und Gasverteilereinrichtung (3) in
der Weise vorgesehen ist, dass der freie Gasquerschnitt
auf 15% bis 50% des gesamten Querschnittes des Waschtur-
mes reduziert wird.
4. Anlage nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die
Dispergier- und Gasverteilereinrichtung (3) aus zumindest
zwei übereinander angeordneten Stab- oder Rohrrosten
aufgebaut ist.
5. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekenn-
zeichnet, dass zur Aufrechterhaltung einer konstanten
Schichthöhe des Blasenregimes eine Ablaufvorrichtung
(3b) vorgesehen ist, welche zur Ableitung der Suspension
mit einem Wäschersumpf (13) verbunden ist (3c, 3d).
6. Anlage nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die
Ablaufvorrichtung (3b) eine zusätzliche Verbindung nach
Außen (3d) aufweist.

2008P13063AT



8

- 5 7. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die intern über die Ablaufvorrichtung (3b) ablaufende Suspension unter der Dispergier- und Gasverteilereinrichtung (3) über eine Vorrichtung verdüst wird.
- 10 8. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Stufe zumindest eine Sprühebene (4) aufweist, und dass die eingesprühten Tropfen einen Sauterdurchmesser im Bereich von 600 µm bis 6000 µm aufweisen.
- 15 9. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass zusätzlich vor der ersten Stufe eine Sprühebene vorgesehen wird.
- 20 10. Verfahren zur Absorption von Schadstoffen in Gasen bei der eine Lösung mit alkalischen Bestandteilen mit dem Gas in Kontakt gebracht wird, dadurch gekennzeichnet, dass das Gas in einem ersten Schritt als disperse Phase durch eine Suspensionsschicht geführt wird und dass das Gas in einem zweiten Schritt als kontinuierliche Phase geführt wird, in welche die Suspension als disperse Phase eingesprüht wird.
- 25

2008P13063AT

007848

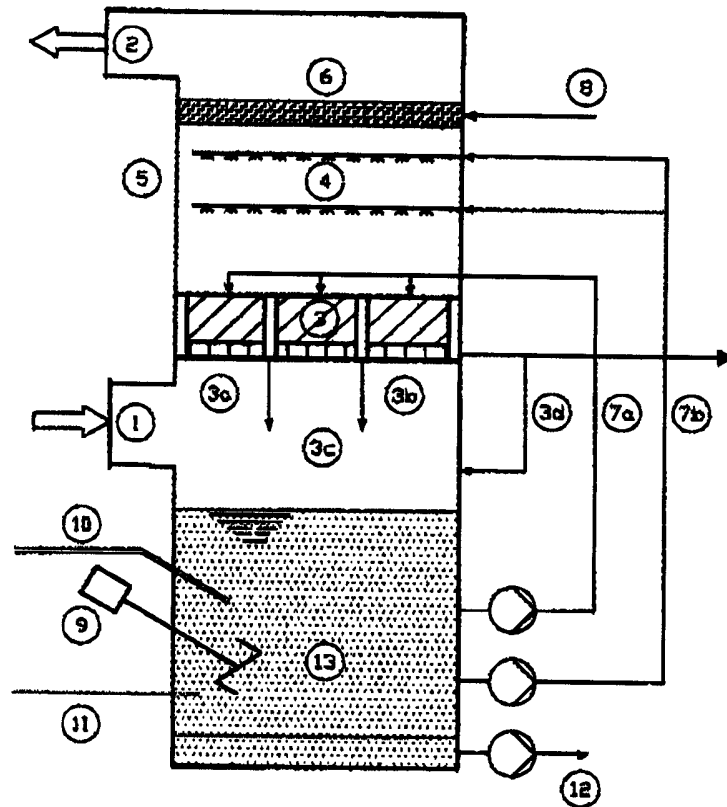


Fig.1

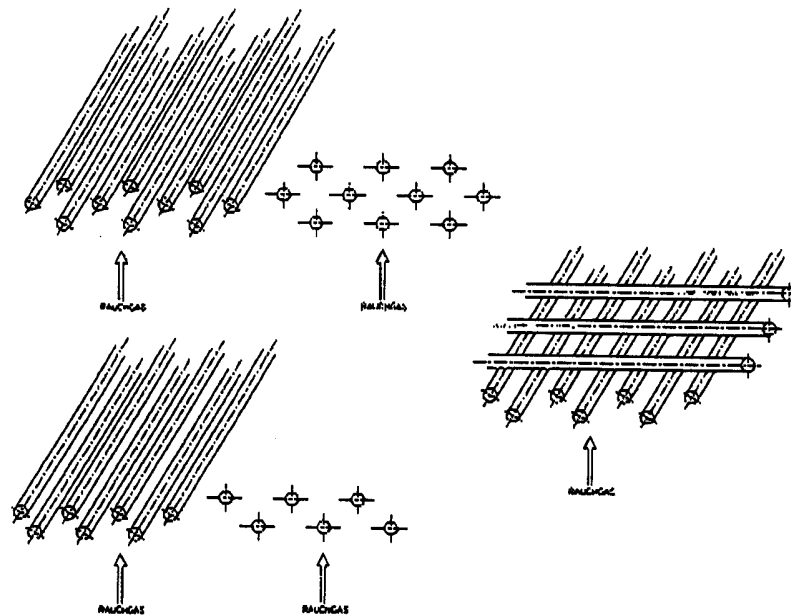
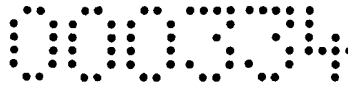
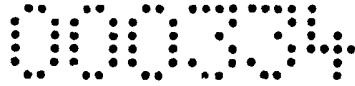


Fig.2

*Neue* Patentansprüche

1. Anlage zur Absorption von Schadstoffen in Gasen bei der eine Lösung mit alkalischen Bestandteilen mit dem Gas in Kontakt gebracht wird, dadurch gekennzeichnet, dass eine erste Stufe vorgesehen ist, in welcher das Gas als disperse Phase durch eine Suspensionsschicht geführt ist und dass eine zweite Stufe vorgesehen ist, in welcher das Gas als kontinuierliche Phase geführt ist, in welche die Suspension als disperse Phase eingesprüht ist und dass die beiden Stufen in einem einzelnen Waschturm baulich vereint sind.
2. Anlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Suspensionsschicht der ersten Stufe eine Höhe zwischen 0,25 m und 1,0 m aufweist.
3. Anlage nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass eine Dispergier- und Gasverteileinrichtung (3) in der Weise vorgesehen ist, dass der freie Gasquerschnitt auf 15% bis 50% des gesamten Querschnittes des Waschturmes reduziert wird.
4. Anlage nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Dispergier- und Gasverteileinrichtung (3) aus zumindest zwei übereinander angeordneten Stab- oder Rohrrosten aufgebaut ist.
5. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass zur Aufrechterhaltung einer konstanten Schichthöhe des Blasenregimes eine Ablaufvorrichtung (3b) vorgesehen ist, welche zur Ableitung der Suspension mit einem Wäschersumpf (13) verbunden ist (3c, 3d).
6. Anlage nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Ablaufvorrichtung (3b) eine zusätzliche Verbindung nach Außen (3d) aufweist.

NACHGEREICHT



- 5 7. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass eine Vorrichtung zur Verdüsung der intern über die Ablaufvorrichtung (3b) ablaufenden Suspension unter der Dispergier- und Gasverteileinrichtung (3) vorgesehen ist.
- 10 8. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Stufe zumindest eine Sprühebene (4) aufweist, und dass die eingesprühten Tropfen einen Sauterdurchmesser im Bereich von 600 μm bis 6000 μm aufweisen.
- 15 9. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass zusätzlich vor der ersten Stufe eine Sprühebene vorgesehen wird.
- 20 10. Verfahren zur Absorption von Schadstoffen in Gasen bei der eine Lösung mit alkalischen Bestandteilen mit dem Gas in Kontakt gebracht wird, dadurch gekennzeichnet, dass das Gas in einem ersten Schritt als disperse Phase durch eine Suspensionsschicht geführt wird und dass das Gas in einem zweiten Schritt als kontinuierliche Phase geführt wird, in welche die Suspension als disperse Phase
- 25 se eingesprüht wird.

NACHGEREICHT