

**PCT**WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
Internationales BüroINTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation <sup>7</sup> : <b>B01D 47/10, B05B 17/06, 7/04</b>	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: <b>WO 00/03788</b>  (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 27. Januar 2000 (27.01.00)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP99/04653		(81) Bestimmungsstaaten: AE, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW, ARIPO Patent (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SL, SZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
(22) Internationales Anmeldedatum: 5. Juli 1999 (05.07.99)		
(30) Prioritätsdaten: 198 32 174.0 17. Juli 1998 (17.07.98) DE		
(71) Anmelder ( <i>für alle Bestimmungsstaaten ausser US</i> ): BAYER AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; D-51368 Leverkusen (DE).		
(72) Erfinder; und		Veröffentlicht
(75) Erfinder/Anmelder ( <i>nur für US</i> ): LISTNER, Uwe [DE/DE]; Decksteiner Strasse 60, D-50354 Hürth (DE). SCHWEITZER, Martin [DE/DE]; Kolberger Strasse 88, D-51383 Leverkusen (DE).		<i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i>
(74) Anwalt: BAYER AKTIENGESELLSCHAFT; D-51368 Leverkusen (DE).		

**(54) Title:** METHOD AND DEVICE FOR LIQUID PURIFICATION OF CRUDE GAS FLOWS**(54) Bezeichnung:** VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR NASSREINIGUNG VON ROHGASSTRÖMEN**(57) Abstract**

A method and device for liquid purification of crude gas flows. The crude gas flows through one or several parallel venturi tubes with or without a low pressure loss of up to 30 mbars, preferably 20m bars, and said tube(s) is/are sprayed with a washing liquid by one or several periodically pulsating hybrid nozzles.

**(57) Zusammenfassung**

Verfahren und Vorrichtung zur Naßreinigung von Rohgasströmen, bei dem der Rohgasstrom ohne oder mit einem geringen Druckverlust bis 30 mbar, bevorzugt bis zu 20 mbar, durch eine oder mehrere parallele Venturikehlen strömt, der oder die durch eine oder mehrere periodisch pulsierende Hybriddüsen mit einer Waschflüssigkeit besprüht werden.

#### ***LEDIGLICH ZUR INFORMATION***

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

## VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR NASSREINIGUNG VON ROHGASSTRÖMEN

5 Verfahren und Vorrichtung zur Naßreinigung von Rohgasströmen, bei dem der Rohgasstrom durch eine Venturikehle strömt, die durch eine periodisch pulsierende Hybriddüse mit einer Waschflüssigkeit besprührt wird.

10 Zur Naßreinigung von Rohgasströmen werden häufig Venturiwäscher verwendet (US 4,152,126, und US 4,193,778). Sie bestehen aus einem Strömungsrohr mit einer Verengung, der Venturikehle, und einer über oder in der Kehle angeordneten Zu-15 führvorrichtung für die Waschflüssigkeit in Form einer Druckdüse.

15 Staub kann so bis zu Partikelgrößen von 0,1 µm gebunden werden. Die Staubabscheidung erfolgt in drei Phasen: 1. Die Teilchen treffen auf die Flüssigkeitsoberfläche, 2. sie bleiben an der Flüssigkeitsoberfläche haften, 3. die Tropfen der Flüssigkeit werden abgeschieden.

20 Gegenstand dieser Erfindung ist eine Verbesserung der Staubabscheidung durch eine Verbesserung der Phase 1. Phase 2 ist unproblematisch, da bei der Berührung des Flüssigkeitstropfens mit dem Staubkorn immer mit einer Anlagerung gerechnet werden kann. Die Phase 3 erfolgt in einem separaten Flüssigkeitsabscheider, z.B. in einem Zyklon.

25 Die Abscheidung der Staubkörner in Phase 1 auf den Flüssigkeitstropfen erfolgt hauptsächlich durch Trägheitsabscheidung an schnell fliegenden Tropfen. Die Trägheitabscheidung wird umso besser, je größer die Relativgeschwindigkeit zwischen Tropfen und Staubkorn und je kleiner der Tropfendurchmesser ist.

30 In einem Venturi mit konventioneller Bedüsung werden je nach Art der verwendeten Düse (Einstoffdüse, Zweistoffdüse oder Dralldüse) und Düsenvordruck Tropfen mit einem Größenspektrum von 30 -2000 µm erzeugt. Diese Tropfen haben in Düsen-

nähe alle die gleiche Anfangsgeschwindigkeit, die je nach Düsendruck im Bereich von 3-50 m/sec liegt. In der Venturikehle werden diese relativ großen Tropfen infolge der hohen Gasbeschleunigung und der Scherströmung in der Venturikehle in feinste Tröpfchen zerrissen und durch Turbulenzen verwirbelt. Die nunmehr kleinen  
5 Tröpfchen und die hohe Geschwindigkeitsstreuung der Tröpfchen in Betrag und Richtung relativ zum Gasstrom erlauben das Zusammentreffen vieler Staubpartikel mit einer Flüssigkeitsoberfläche, was zu einer hohen Abscheideleistung von Staub auf der Flüssigkeitsoberfläche führt. Die Abscheidung der staubbeladenen Flüssigkeitströpfchen als Kondensat erfolgt dann in einem Flüssigkeitsabscheider. Die  
10 Abscheideleistung wird gemessen als Verhältnis von Gehalt der abzuscheidenden Bestandteile im Reingas nach der Naßreinigung und im Rohgas vor der Naßreinigung.

Die Abscheideleistung hängt bei den Venturiwäschern mit konventioneller Bedüsung  
15 davon ab, in welchem Maß die Tropfen der Waschflüssigkeit in der Venturikehle zerstäubt und mit dem Rohgas verwirbelt werden, so daß möglichst viele Staubpartikel auf die Flüssigkeitsoberflächen treffen und abgeschieden werden. Die Scherkräfte und der Grad der Verwirbelung des Rohgas- Flüssigkeitsgemischs in der Venturi-  
kehle nimmt mit der Größe der Venturikehle ab. Die Größe der Venturikehle und die  
20 Geschwindigkeit des Rohgasstroms ergeben den Venturidruckverlust des Roh-  
gasstroms. Der Druckverlust steigt mit Verkleinerung der Venturikehle und Vergrö-  
ßerung des Rohgasstroms. Die Abscheideleistung steigt mit zunehmendem Ventu-  
ridruckverlust.

25 Nachteilig an allen bekannten Venturiwäschern ist, daß nur ein hoher Venturidruck-  
verlust zu einer guten Abscheideleistung führt. Typische Venturiwässcher werden ab  
20-30 mbar Druckverlust bis zu 150 mbar Druckverlust betrieben. Ein hoher Druck-  
verlust bedeutet einen hohen Energiebedarf, um die benötigte Pumpleistung für den  
Rohgasstrom zu erreichen.

Es ist außerdem nachteilig, daß sich bei einer Änderung des Rohgasdurchsatzes bei fester Größe der Venturikehle wegen der veränderten Geschwindigkeit des Rohgases der Venturidruckverlust ändert. In DE 43 31 301 wird ein Rohrspalt-Venturiwäscher beschrieben, der deshalb zwei einstellbare Venturikehlen hat. Der Rohrspalt-Venturiwäscher weist einen Rohrspalt mit in etwa rechteckigem Querschnitt auf. Stromabwärts hinter diesem Rohrspalt oberhalb des Wäschersumpfes ist ein Verdrängerkörper angeordnet, der sich über die gesamte Spaltlänge erstreckt und auf den Rohrspalt zu und von diesem weg verschiebbar gelagert ist. Zwischen den Wänden des Rohrspaltes und der Verdrängerwand entstehen zwei parallel verlaufende Venturikehlen.

10 Durch Verschieben des Verdrängerkörpers sind die Querschnitte dieser beiden Venturikehlen einstellbar. Als Zuführvorrichtung für die Waschflüssigkeit werden Dralldüsen vorgeschlagen.

Der Nachteil an dieser Lösung zur Steuerung des Druckverlustes ist, daß sie der mechanischen Abnutzung unterliegt und die Verstelleinrichtung insbesondere durch den Sumpf unterhalb der Venturikehlen geführt werden muß, was zu Abdichtungsproblemen führt.

20 Aufgabe der Erfindung ist es hohe Abscheideleistungen in einem Venturiwäscher ohne oder bei niedrigen Druckverlusten zu erreichen und eine einfache Möglichkeit der Steuerung der Abscheideleistung bereitzustellen. Eine solche Steuerung ist insbesondere bei Nachrüstmaßnahmen, die zu einem höheren Gasdurchsatz führen, notwendig.

25 Die Lösung der erfindungsgemäßen Aufgabe besteht in einem Verfahren und einer Vorrichtung zur Reinigung eines Rohgasstroms mit Hilfe einer zerstäubten Waschflüssigkeit.

Nach dem erfindungsgemäßen Verfahren wird der Rohgasstrom durch eine Hybriddüse mit der zerstäubten Waschflüssigkeit besprührt und anschließend ohne oder mit einem geringen Druckverlust bis 30 mbar, bevorzugt bis zu 20 mbar, durch

eine oder mehrere Venturikehlen geleitet. Eine Hybriddüse ist an sich aus DE 43 15 385 bekannt.

Eine Hybriddüse wird konstant mit einer Waschflüssigkeit und einem Gas als 5 Zerstäubungshilfsmittel beaufschlagt. Die Flüssigkeits- und Gaszuführungen sind mit einer ersten Resonanzkammer verbunden, der über eine Blende mindestens eine weitere Resonanzkammer nachgeschaltet ist. Die in Strömungsrichtung gesehen letzte Resonanzkammer ist mit der Austrittsöffnung der Hybriddüse verbunden.

10 Als Zerstäubungshilfsmittel kann beispielsweise Luft oder Inertgas verwendet werden.

Die Hybriddüse kann sowohl den Betriebsmodus einer Druckdüse als auch den 15 Betriebsmodus einer Zweistoffdüse annehmen. Das kennzeichnende an der Hybriddüse ist, daß sie bei konstanter Beaufschlagung mit einer bestimmten Flüssigkeitsmenge und einer bestimmten Luftmenge, diese Flüssigkeitsmengen und Luftpengen nicht gleichmäßig verdüst, sondern pulsierend den Betriebsmodus ständig wechselt.

20 Im Druckdüsenbetrieb werden fortwährend Tropfen mit einem relativ großen mittleren Tropfendurchmesser erzeugt. Der mittlere Tropfendurchmesser wird im wesentlichen von der Größe der Austrittsöffnung der Düse bestimmt. Die Reichweite eines Tropfens wird bestimmt durch seinen Anfangsimpuls. Die Anfangsgeschwindigkeit 25 der Tropfen ist für alle Tropfen gleich. Wegen ihrer höheren Masse haben die großen Tropfen einen höheren Anfangsimpuls und deshalb eine höhere Reichweite. 99 % der verdüsteten Flüssigkeitsmenge wird durch Tropfen gebildet, deren Durchmesser sich bis zu einem Verhältnis von 1:20 voneinander unterscheiden.

30 Eine Zweistoffdüse unterscheidet sich von einer Druckdüse dadurch, daß sie zusätzlich mit Luft beaufschlagt wird. Es werden fortwährend Tropfen mit einem im Vergleich zur Druckdüse kleinen mittleren Tropfendurchmesser erzeugt. Der mittlere Tropfendurchmesser wird durch das Mengenstromverhältnis von Zerstäuberluft zu

Flüssigkeit in der Düse bestimmt und sinkt mit zunehmender Zerstäuberluftmenge. Die Reichweite eines Tropfens wird durch den Impuls der Zerstäuberluft und den Übertrag dieses Impulses auf einen ganzen Tropfenschwarm bestimmt. Wie bei der Druckdüse werden 99 % der verdüsten Flüssigkeitsmenge durch Tropfen gebildet, 5 deren Durchmesser sich bis zu einem Verhältnis von 1:20 voneinander unterscheiden.

Der pulsierende Wechsel des Betriebsmodus bei der Hybriddüse kann abhängig von der Pulsationsfrequenz stattfinden zwischen dem Druckdüsenmodus und einem 10 Zweistoffmodus oder zwischen verschiedenen Zweistoffmodi, die sich durch die Menge der beaufschlagten Zerstäuberluft unterscheiden.

Der pulsierende Wechsel des Betriebsmodus bei zeitlich konstanter Beaufschlagung der Hybriddüse mit Druckluft und Flüssigkeit wird aufgrund periodischer Anlauf- 15 vorgänge in der Hybriddüse selbst erzeugt (Autopulsation).

Die Pulsation, findet mit einer Frequenz von vorzugsweise 5 bis 70 Hz, besonders bevorzugt von 10 bis 20 Hz statt. Die Frequenz wird bestimmt durch das Verhältnis der Größe der ersten Resonanzkammer in Strömungsrichtung hinter dem Punkt, an 20 dem die Flüssigkeit in die erste Resonanzkammer eintritt, zur Größe der zweiten Resonanzkammer. Durch Änderung des Eintrittspunktes der Flüssigkeit in die erste Resonanzkammer kann das Volumen dieser Resonanzkammer in Strömungsrichtung, und damit die Frequenz variiert werden. Je kleiner das Volumen der ersten Resonanzkammer in Strömungsrichtung im Verhältnis zur Größe der zweiten Resonanz- 25 kammer ist, desto höher wird die Pulsationsfrequenz.

Durch den pulsierenden Austritt aus der Hybriddüse wird eine breites Spektrum von Tropfengrößen und Tropfengeschwindigkeiten erzeugt. Auch gleichgroße Tropfen können stark differierende Geschwindigkeiten haben, ganz im Gegensatz zu den 30 konventionellen Düsen. Im Wechseltakt wird ein Sprühkegel mit groben Tropfen mit großem mittleren Tropfendurchmesser und großer Reichweite und ein Sprühke-

gel mit feinen Tropfen mit kleinem mittleren Tropfendurchmesser und kleiner Reichweite erzeugt. Das erzeugte Tropfenspektrum umfaßt Größenverhältnisse von Tropfen von bis zu 1:1000.

5 Die Anteile von Flüssigkeit und Luft im austretenden Sprühstrahl ändert sich bei kleinen Pulsationsfrequenzen bis etwa 20 Hz periodisch zwischen den Extremwerten 0 % bis 100 % Flüssigkeitsanteil. Mit höheren Pulsationfrequenzen wird die Amplitude kleiner bis sich der Flüssigkeitsanteil im Bereich von 70 Hz nur noch zwischen 45 % und 55 % periodisch ändert.

10 Es stellt sich durch die Pulsation kein stationärer Verdüszungszustand ein, so daß im Sprühstrahl lokal immer Anlaufströmungen vorhanden sind. Dadurch werden die Tröpfchenzerkleinerung und die Turbulenzen schon zwischen der Vorrichtung für die Zuführung der Waschflüssigkeit und der Venturikehle erreicht und nicht erst in der 15 Venturikehle. Damit hat die Größe der Venturikehle und der davon abhängige Venturidruckverlust kaum noch Einfluß auf die Abscheideleistung und der Venturiwäscher kann ohne Druckverlust in der Venturikehle betrieben werden. Die Venturikehle dient nicht mehr zur Zerkleinerung und Verwirbelung der Tröpfchen. Das durch die Hybriddüse erzeugte Spektrum an Tröpfchengrößen, Tröpfchengeschwindigkeiten 20 und Tröpfchenformen führt zu einer besonders effektiven Staubabscheidung in der Venturikehle.

25 Die Abscheideleistung in einer Venturikehle kann bei konstanter Beaufschlagung der Hybriddüse mit Flüssigkeit durch die zugeschaltete Menge an Druckluft in der Hybriddüse und durch die Pulsationsfrequenz gesteuert werden.

Die in die Hybriddüse beaufschlagte Menge an Verdüzungsluft für eine bestimmte Wassermenge ist proportional zu dem damit in die Hybriddüse induzierten spezifischen Energieeintrag (Verdüsungsenergie). Der Energieeintrag kann durch Variation 30 der in die Hybriddüse eingespeisten Verdüzungsluftmenge auf einen Wert im Bereich

von 0,5 kWh/1000 m<sup>3</sup> Gas bis 50 kWh/1000 m<sup>3</sup> Gas vorzugsweise 1 kWh/1000 m<sup>3</sup> Gas bis 30 kWh/1000 m<sup>3</sup> Gas eingestellt werden.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung besteht aus aus einem Strömungsrohr in dem sich eine oder mehrere Venturikehlen befinden und eine oder mehrere Hybriddüsen, die stromaufwärts der Venturikehlen angeordnet sind. Der Abstand der Hybriddüsen zu der oder den Venturikehlen kann einstellbar sein. Der Abstand zwischen Hybriddüse und Venturikehlen kann in Bezug auf die erzielte Abscheideleistung optimiert werden.

10

Der Abstand zwischen dem Düsenaustritt und der Mitte einer stromabwärts liegenden Venturikehle kann so gewählt werden, daß die Fläche der unter der Hybriddüse liegenden Venturikehle vom Sprühstrahl der Hybriddüse überdeckt ist, bevorzugt zu 110%.

15

Bei einer bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung werden die eine oder mehrere Venturikehlen durch mindestens zwei parallele Zylinder gebildet, die horizontal in einer Ebene nebeneinander angeordnet sind und bei der jeder Kehle jeweils mindestens eine Hybriddüse zugeordnet ist. Besonders bevorzugt werden die Venurikehlen durch die parallelen Zylinder in Verbindung mit einem oder mehreren Verdrängerkörpern gebildet, die stromabwärts der parallelen Zylinder angeordnet sind. Die Verdrängerkörper können axial beweglich sein.

Ein Meßsystem am Ausgang des dem Venturi nachgeschalteten Tropfenabscheiders zur Abscheidung der staubbeladenen Wassertropfen kann die Druckluftmenge und die Pulsationsfrequenz in der Hybriddüse in Abhängigkeit vom Abscheidegrad steuern.

Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens ist, daß eine einfache Steuerung der Abscheideleistung durch Steuerung der Gasmenge und der Frequenz in der Hybriddüse erfolgen kann. Die Gefahr der Verstopfung des Venturiwäschers durch einen engen

Venturispalt, wie er für hohe Abscheideleistungen mit konventionellen Venturiwäschen benötigt wird, besteht nicht. Auch in der Hybriddüse selbst besteht keine Gefahr der Anlagerung von Feststoffen auf Grund der Pulsation.

5 Die Menge der benötigten Waschflüssigkeit gegenüber den konventionellen Systemen ist deutlich herabgesetzt.

Überraschenderweise liegt die Abscheideleistung, die sich mit dem erfindungsgemäßen Venturiwäscher mit der Hybriddüse ergibt, im Vergleich deutlich höher als  
10 mit konventioneller Bedüsung.

Der erfindungsgemäße Venturiwäscher mit Hybriddüse kann für die Naßentstaubung von staubbeladenem Abgas oder zur Abscheidung von SO<sub>2</sub> und anderer gasförmiger Komponenten aus Abgasen verwendet werden.

## Beispiele und Zeichnungen

Im folgenden wird die Erfindung anhand von Zeichnungen und Ausführungsbeispielen näher beschrieben.

5

Es zeigen:

- Fig. 1 Hybriddüse mit schematisiert dargestellter, charakteristischer Zerstäubung.
- 10 Fig. 2 Perspektivische Ansicht eines Rohrspalt-Venturiwäschers mit nachgeschaltetem Zyklon.
- Fig. 3 Fließschema der Versuchsanordnung zur Naßentstaubung mit dem Venturiwäscher.
- 15 Fig. 4 Ausschnitt des Strömungsrohres eines Rohrspalt-Venturiwäschers mit konventioneller Druckdüse.
- Fig. 5 Ausschnitt des Strömungsrohres eines Rohrspalt-Venturiwäschers mit Hybriddüse.
- Fig. 6 Abhängigkeit der Staubabscheideleistung vom Druckverlust im Venturiwäscher für Druckdüse und Hybriddüse.
- 20 Fig. 7 Abhängigkeit der Staubabscheideleistung von der Verdüngungsenergie im Venturiwäscher mit Hybriddüse.
- Fig. 8 Rohrspalt-Venturiwäscher mit acht Venturikehlen.
- Fig. 9 Abhängigkeit der Staubabscheideleistung vom Druckverlust im Venturiwäscher für Druckdüse und Hybriddüse mit dem Wäscher mit acht 25 Venturikehlen.
- Fig. 10 Fließschema der Versuchsanordnung zur SO<sub>2</sub>-Absorption mit dem Venturiwäscher.

Fig. 1 zeigt eine Hybriddüse. Die Hybriddüse wird durch das Flüssigkeitsverteilerrohr 101 mit der Waschflüssigkeit beaufschlagt. Die Flüssigkeit wird in den ersten Resonanzraum 103 eingeleitet. Der erste Resonanzraum 103 ist in seiner Größe

durch das relativ zum Außenrohr der Hybriddüse bewegliche Flüssigkeitsverteilerrohr 101 variabel. Das Zerstäubungshilfsmittel z.B. Preßluft oder Dampf wird durch die Zuführung 102 eingespeist und ebenfalls in den Resonanzraum 103 geführt. Durch die Blende 104 abgetrennt befindet sich hinter dem ersten Resonanzraum 103 der zweite Resonanzraum 105. Der zweite Resonanzraum 105 hat eine feste Größe. Hinter dem zweiten Resonanzraum 105 befindet sich durch die Blende 106 abgetrennt der Sprühkopf 107. Die Zerstäubung mit der Hybriddüse ist schematisch ange deutet. Grober Sprüh 108 wird periodisch wechselnd mit feinem Sprüh 109 erzeugt.

10      **Beispiel 1:**

Zum Vergleich der Abscheideleistung eines konventionellen und eines erfindungsgemäßen Venturiwäschers, wurde ein Wäscher mit zwei einstellbaren Venturikehlen verwendet, der für einen Nenndurchsatz von 150m<sup>3</sup>/h Abluft konzipiert worden war. 15 Fig. 2 zeigt eine perspektivische Ansicht eines solchen Venturiwäschers 1 mit nachgeschaltetem Zyklon zur Wasserabscheidung 2 und einer konventionellen Wasserbe düsung 3. Der etwa rechteckige Rohrspalt 4 wird von zwei Zylindern 5 gebildet.

Unter dem Rohrspalt ist ein Verdrängerkörper 6 angeordnet, der sich über die 20 gesamte Spaltlänge erstreckt und auf den Rohrspalt 4 zu und von diesem weg verschiebbar gelagert ist. Zwischen den Wänden der Zylinder 5 und der Wand des Ver drängers 6 entstehen die beiden parallel nebeneinander verlaufenden Venturikehlen 7. Das Reingas verläßt zusammen mit dem Wassernebel den Venturiwäscher und gelangt in den Zyklon 2, wo das Wasser abgeschieden und über den Wasserablauf 8 25 abgeführt wird und das gereinigte Gas über den Ausgang 9 den Zyklon verläßt.

Fig. 3 zeigt ein Fließschema des Versuchsaufbaus.

Mit dem Ventilator 28 wurden 2000 m<sup>3</sup>/h Raumluft 29 angesaugt. In diese Raumluft 30 wurde ein Staub-Luft-Gemisch eingespeist, wobei der Staub mittels Dosierwaage 21 gravimetrisch in einen mit Treibluft 26 gespeisten Injektor 22 dosiert wurde. Als Teststaub 27 wurde Sillitin Z 86 weiß (Siliziumdioxid) mit einem mittleren Korn-

durchmesser von 1.7 µm verwendet. Mit Hilfe des Gebläses 24 wurde ein Teilstrom des aus Raumluft und Staub-Luft-Gemisch gebildeten Rohgases entnommen und mit einem Unterdruck bis zu max. 100 mbar durch den Venturiwäscher 1 gesaugt. Im Venturiwäscher wurde die Düse 3 durch die Zuführung 36 mit Wasser beaufschlagt.

5        Als Waschwasser wurde Betriebswasser mit einem Salzgehalt von 500 mg/l verwendet. Volumen und Druck des zugeführten Wassers wurden mit den Meßgeräten 32 und 35 gemessen. Die Hybriddüse wurde zusätzlich mit Preßluft aus der Zuführung 37 beaufschlagt, wobei Druck und Volumen über die Meßgeräte 33 und 34 gemessen wurden. Der Venturidruckverlust wurde mit dem Meßgerät  $\Delta p_1$  und der Druckverlust am Zyklon mit dem Meßgerät  $\Delta p_2$  bestimmt.

10

Die Waschflüssigkeit wurde zusammen mit dem abgeschiedenen Staub im Zyklon 2 in den Abwasserkanal 38 geleitet und das gereinigte Gas zusammen mit dem Rohgas über den einstufigen Rotationswäscher 23 dem hauseigenen Abluftsystem zugeführt.

15        Zur kontinuierlichen Messung des Reingas-Staubgehalts wurde ein Streulicht-Photometer 30 der Fa. Sigrist am Ausgang des Zyklons verwendet.

Fig. 4 zeigt einen Ausschnitt des Strömungsrohres eines Rohrspalt-Venturiwäschers mit einer konventionelle Druckdüse (Nr. 460.683 der Fa. Lechler) 31, die oberhalb des Rohrspalts 4 angeordnet ist. Die Druckdüse hat ein Vollkegelsprühbild mit einem Sprühwinkel von 45 Grad. Die Plazierung im Anströmrohr wurde so gewählt, daß im Bereich des Rohrspaltes der gesamte Rohrquerschnitt benetzt wurde. Die Durchsatzleistung der Düse bei 3 bar Druckabfall betrug 353 l/h Wasser. Der mittlere Tropfendurchmesser im Sprüh dieser Druckdüse lag bei 270 µm bei einem Wasserdurchsatz von 280 l/h.

Fig. 5 zeigt einen Ausschnitt des Strömungsrohres 43 eines Rohrspalt-Venturiwäschers mit einer Hybriddüse 41, die oberhalb des Rohrspalts 4 angeordnet ist. Die Hybriddüse 41 sitzt an einer Zerstäubungslanze 42 achsmittig im Strömungsrohr 43. Der Abstand zum Rohrspalt ist veränderbar und die Position der Düse in bezug auf

die Rohrwände des Strömungsrohres kann durch einen Zentrierstab 44 eingestellt werden. Das Preßluft kann über die Öffnung 45 und die Flüssigkeit über die Öffnung 46 zugeführt werden. Die Hybriddüse erzeugt ein Fächersprühbild in Form eines schmalen Rechtecks. Der Sprühwinkel zwischen den Breitseiten des Rechtecks beträgt 18 Grad und zwischen den Schmalseiten je nach verwendeter Düse zwischen 40 bis 160 Grad, wobei die beste Abscheideleistung bei 160 Grad erzielt wurde. Der Abstand vom Rohrspalt war so eingestellt, daß der Spalt zu 110 % vom Sprüstrahl überdeckt wurde.

Fig. 6 zeigt die gemessene Abhängigkeit der Staubabscheideleistung  $\eta$  in % vom Druckverlust im Venturi  $\Delta p_{Venturi}$  und vom Rohgasstaubgehalt bei einem Rohgasdurchsatz von 100 m<sup>3</sup>/h, einem Wasserdurchsatz an der Druckdüse von  $v_{WD}=280$  l/h und einem Wasserdurchsatz an der Hybriddüse von  $v_{WZ}=150$  l/h. Die Abscheideleistung mit der Druckdüse steigt mit zunehmendem Venturi-Druckverlust stark an, während die Abscheideleistung mit der Hybriddüse nur geringfügig abhängig vom Venturi-Druckverlust ist.

Die absoluten Abscheideraten bei einem Rohgasstaubgehalt von 250 mg/m<sup>3</sup> liegen für die Druckdüse bei 84 % bei 11 mbar Venturi-Druckverlust und bei 92,5 % bei 54 mbar Druckverlust.

Bei demselben Rohgasstaubgehalt erreicht die Hybriddüse im gesamten Druckverlustbereich von 1 bis 93 mbar eine Abscheideleistung von 99 bis 99,5 %. Dabei beträgt die benötigte Wassermenge bei der Druckdüse mit 280 l/h fast das Doppelte der mit der Hybriddüse benötigten Wassermenge von 150 l/h.

Bei höheren Rohgasstaubgehalten von z.B. 550 mg/m<sup>3</sup> liegen die Abscheideraten mit der Druckdüse insgesamt etwas höher, erreichen aber bei weitem nicht die Abscheideleistung die mit der Hybriddüse erzielt wurde.

Fig. 7 zeigt wie die Abscheiderate mit der Hybriddüse bei Beaufschlagung mit einer bestimmten Wassermenge (40, 80, 120, 150, 270 l/h) mit zunehmendem Energieeintrag W durch die Verdüsingluft zunimmt. Die Abscheiderate kann somit durch die Verdüsingluftmenge, die zum Energieeintrag proportional ist, gesteuert werden.

5 Der Druckabfall im Venturi betrug 0 mbar, das heißt der Venturispalt war weit geöffnet. Der Gasdurchsatz durch den Venturi im dargestellten Versuch betrug 120 m<sup>3</sup>/h, was zu etwas niedrigeren Abscheideleistungen führte als in Fig. 6. Der Staubgehalt im Rohgas betrug 250 mg/ m<sup>3</sup> wie in Fig. 6.

10 **Beispiel 2:**

In den in Fig. 3 dargestellten Versuchsaufbau wird ein anderer Rohrspalt-Venturiwäscher, der für einen Gasdurchsatz von etwa 1000 m<sup>3</sup>/h ausgelegt ist und acht Venturikehlen aufweist statt des Venturi-Wäschers aus Beispiel 1 integriert. Dieser andere Wäscher ist in Fig. 8 dargestellt. Er weist anströmseitig vier Rohrspalte 4 (Primärspalte) auf, die durch fünf zylindrische Körper 5 gebildet werden. Unterhalb der Primärspalte sind vier Verdrängerkörper 6 angeordnet, so daß acht Venturispalte 7 gebildet werden. Die Verdrängerkörper sind auf einem Rohr gelagert, das mittels einer nicht dargestellten Gewindestange axial verschiebbar ist. Dadurch ist es möglich die insgesamt acht Venturispalte in ihrer Größe zu verändern und so den Druckverlust des Venturiwäschers einzustellen. Oberhalb der Primärspalten befinden sich vier Hybriddüsen 74, die im Druckbetrieb (nur mit Flüssigkeit) oder als Hybriddüsen betrieben werden können. Durch die Zuführungen 81 wird den Düsen die Waschflüssigkeit und durch die Zuführungen 82 wird den Hybriddüsen bei Bedarf die Druckluft zugeführt. Die Düsen haben ein fächerförmiges Sprühbild und bedecken die jeweils darunterliegende Primärspalte vollständig mit dem Sprüh. Der maximal einstellbare Druckverlust durch die Größenveränderung der Venturikehlen beträgt in diesem Venturi-Wäscher 23 mbar.

30 In Fig. 9 sind die Meßergebnisse als Abscheidegrad  $\eta$  in % über dem Venturi-Druckverlust aufgetragen, die im Druckdüsenbetrieb und im Hybriddüsenbetrieb mit

dem in Fig. 8 dargestellten Venturi-Wäscher erzielt worden sind. Das Rohgas war mit  $380 \text{ mg/m}^3$  Staub beladen. Die Rohgasströme lagen bei  $900 \text{ m}^3/\text{h}$  bis  $1100 \text{ m}^3/\text{h}$ . Außerdem sind zum Vergleich als gestrichelte Linien die Ergebnisse eingetragen, die mit dem Venturi-Wäscher aus Beispiel 1 erreicht wurden.

5

Es zeigt sich in Fig. 9 dasselbe Verhalten wie in den Versuchen mit dem Venturi-Wäscher aus Beispiel 1. Die Abscheideraten im Druckdüsenbetrieb (gestreifter Bereich) steigen mit zunehmendem Venturi-Druckverlust stark an. Diese Abhängigkeit ist unabhängig von der Zahl der verwendeten Düsen und Rohrspalten. Die höchsten Abscheideraten wurden beim Einsatz von zwei Düsen und zwei Spalten bei maximal möglichem Venturi-Druckverlust mit 92,2 % erzielt. Dabei betrug das Verhältnis von verdüster Flüssigkeit (L) zur Rohgasmenge (G)  $L/G=2,9 \text{ l/m}^3$ . Das heißt, es konnte ein mit  $380 \text{ mg/m}^3$  belastetes Rohgas bei einem Venturi-Druckverlust von 23 mbar auf  $30 \text{ mg/m}^3$  gereinigt werden. Die dabei in den beiden Düsen eingesetzte Wassermenge betrug  $2900 \text{ l/h}$  bei  $1000 \text{ m}^3/\text{h}$  Rohgasdurchsatz.

10

15

Im Hybriddüsenbetrieb wurde der Venturiwäscher mit vier Düsen und zwei oder vier Rohrspalten betrieben unter Variation des Verhältnisses von verdüster Flüssigkeit (L) zur Rohgasmenge (G) und bei verschiedenen Druckverlusten an den Düsen.

20

25

Es zeigt sich in Fig. 9 wie auch schon in Fig. 6, daß die Abscheiderate im Hybriddüsenbetrieb fast unabhängig vom Venturi-Druckverlust ist und insgesamt deutlich höher liegt als im Druckdüsenbetrieb. Die Messungen schließen sich nahtlos an die in Beispiel 1 durchgeführten Messungen an, die als gestrichelte Linie bei  $\eta=99\%$  dargestellt sind.

30

Weiterhin zeigen die Ergebnisse, daß die Abscheiderate an der Düse im Hybriddüsenbetrieb mit zunehmendem Düsendruck  $\Delta p_{\text{Düse}}$  zunimmt. Der Düsendruck wurde auf die Werte 2 bar, 3,5 bar, 5,3 bar, 5,5 bar und 5,6 bar eingestellt. Das Verhältnis von L/G wurde zwischen 0,4 und  $1,7 \text{ l/m}^3$  variiert und lag damit immer unter dem  $L/G=2,9 \text{ l/m}^3$  im Druckdüsenbetrieb.

Mit den Hybriddüsen konnte ein mit  $380 \text{ mg/m}^3$  belastetes Rohgas bei 5,3 bar Düsenvordruck bei  $L/G=0,8 \text{ l/m}^3$  und ohne Venturi-Druckverlust auf  $3,8 \text{ mg/m}^3$  gereinigt werden. Dabei wurde insgesamt eine Wassermenge von 800 l/h in den vier Düsen verbraucht bei  $1000 \text{ m}^3/\text{h}$  Rohgasdurchsatz.

**Beispiel 3:**

10

Mit dem Rohrspalt-Venturiwäscher wurde Abgas von  $\text{SO}_2$  gereinigt.

Fig. 10 zeigt das Fließschema einer Versuchsanlage mit dem für  $1000 \text{ m}^3/\text{h}$  Abluft ausgelegten Rohrspalt-Venturi 1 aus Beispiel 2. Der Venturi-Wäscher 1 wird von einer aus Raumluft 201 und  $\text{SO}_2$ -haltiger Mischluft bestehenden synthetischen Abluft (SAL) durchströmt.

15

In einem Statikmischer 92 wird der Mischluft 202 aus dem Preßluftnetz  $\text{SO}_2$  aus einer Druckgasflasche 91 zugemischt. Der Volumenstrom des  $\text{SO}_2$  wird mittels eines Schwebekörper-Durchflußmessers F1 angezeigt. Die  $\text{SO}_2$ -haltige Mischluft strömt drucklos in die Zuleitung 99 des Venturiwäschers und vermischt sich in der Leitung 203 bis zum Eintritt in den Wäscher mit der Raumluft. Raumluft und  $\text{SO}_2$ -haltige Mischluft bilden die synthetische Abluft (SAL). Der SAL-Durchsatz und die  $\text{SO}_2$ -Konzentration werden bedarfsweise mittels Prandtl-Rohr und IR-Meßgerät (URAS 3E, Fa. Hartmann und Braun) 205 bestimmt. Die Volumenstrommessung erfolgt entsprechend den in DIN 2066 festgelegten Kriterien.

25

Aus dem Wäschersumpf 98' wird die Absorptionslösung mit einer drehzahlgeregelten Pumpe 100 den Zerstäuberdüsen 39 im Kopf des Venturiwäschers zugeführt. Volumenstrom, pH-Werte und Druck werden kontinuierlich mit den Meßgeräten pH,  $F_{l_w}$  und  $p_w$  gemessen. Der pH-Wert wird, falls erforderlich, durch Zugabe von NaOH-Lauge in einem für die Absorption günstigen Bereich gehalten. Für die Beauf-

schlagung der Düsen mit Luft wird Preßluft mit dem Druck  $P_L$  über die Zuleitung 204 zugeführt.

Nach der Bedüsung der  $\text{SO}_2$ -haltigen Raumluft im Venturiwäscher 1 gelangen die 5 abgeschiedenen Flüssigkeitstropfen in den Absorbersumpf 98'. Auch die im Zyklon 2 abgeschiedene Flüssigkeit gelangt in den Absorbersumpf 98, der mit dem Absorbersumpf 98' in Verbindung steht. Das gereinigte Gas wird einem einstufigen Rotationswäscher 23 zugeführt, bevor es über das hauseigene Abluftsystem in die Atmosphäre abgegeben wird.

10

Der Venturidruckverlust wurde mit dem Meßgerät  $\Delta p_1$  und der Druckverlust am Zyklon mit dem Meßgerät  $\Delta p_2$  bestimmt.

15

Als Venturiwäscher 1 wurde der in Fig. 8 abgebildete Wäscher verwendet, wobei die beiden äußereren, rohrwandnahen Spalten abgedeckt waren. Die Bedüsung der beiden achsnahen Rohrspalte erfolgte entweder mit allen vier oder mit den zwei über den achsnahen Primärspalten installierten Düsen. Als Düsen wurden die Hybriddüsen und zum Vergleich kommerzielle Zweistoffdüsen (Fa. Lechler, Baureihe KSD, Größe 1x150.008 und 1x150.013) eingesetzt.

20

25

Bei den Zweistoffdüsen findet die Zerstäubung in zwei Phasen statt. Die zugeführte Flüssigkeit wird zunächst zentral mit einer Druckdüse unter Bildung eines Hohlkegels mit einem Sprühwinkel von  $100^\circ$  zerstäubt. Die mit Drall aus einem nahe der Druckdüse angeordneten Ringspalt austretende Zerstäuberluft zerreißt vorzugsweise die größeren der mit Druckzerstäubung erzeugten Tropfen. Wird anstelle von Zerstäuberluft über den Ringspalt Wasser geleitet, treten aus dem Ringspalt entsprechend der Drallerzeugung durch die Schlitze acht Sprühstrahle auf. Jeder Einzelstrahl besteht im Kern aus bis zu 1 mm großen Tropfen und ist umgeben von einer Wolke kleinerer Tropfen. Der Winkel zwischen zwei gegenüberliegend austretenden Sprühstrahlen beträgt  $40^\circ$ . Bei gleichem Druckabfall an der Düse ergibt sich ein Verhältnis von zentral zerstäubtem Wasser zu verdüstem Ringspaltwasser von 1:4,5.

Die SO<sub>2</sub>-Konzentration des Rohgases betrug vor dem Eintritt in den Venturiwäscher entweder 100 mg/m<sup>3</sup> oder 500 mg/m<sup>3</sup>. Der Gesamtdurchsatz durch den Absorber betrug 1000 m<sup>3</sup>/h.

5

Die Hybriddüse erreichte bei beiden SO<sub>2</sub>-Konzentrationen bei einem Düsendruck von 5,5 bar und einem Verhältnis von verdüster Flüssigkeit zur Rohgasmenge von L/G=0,9 l/ m<sup>3</sup> und ohne Druckverlust im Venturiwäscher einen Abscheidegrad von 99 %. Die konventionelle Zweistoffdüse erreichte mit denselben Parametern und bei 10 einer SO<sub>2</sub>-Konzentration im Rohgas von 100 mg/m<sup>3</sup> eine Abscheideleistung von 95,5 %.

Bei Druckverlusten im Venturi-Wäscher bis zu 23 mbar blieb die Abscheideleistung mit der Hybriddüse konstant. Mit der Zweistoffdüse schwankte sie zwischen 95,5 % 15 und 93 %.

**Patentansprüche**

1. Verfahren zur Reinigung eines Rohgasstroms mit Hilfe einer zerstäubten Waschflüssigkeit dadurch gekennzeichnet, daß der Rohgasstrom durch eine Hybriddüse mit der zerstäubten Waschflüssigkeit besprührt und anschließend ohne oder mit einem geringen Druckverlust durch eine oder mehrere Venturikehlen (7) geleitet wird.  
5
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Druckverlust des Rohgasstroms beim Durchströmen der Venturikehlen (7) höchstens 30 mbar, bevorzugt höchstens 20 mbar beträgt.  
10
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Pulsationsfrequenz der Hybriddüse 5 bis 70 Hz, vorzugsweise 10 bis 15  
20 Hz beträgt.
4. Vorrichtung zur Reinigung von Rohgas, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach den Ansprüchen 1 bis 3, bestehend aus einem Strömungsrohr (43), wobei sich eine oder mehrere Venturikehlen (7) in dem Strömungsrohr (43) befinden, dadurch gekennzeichnet, daß eine oder mehrere Hybriddüsen (41) stromaufwärts der Venturikehlen angeordnet sind.  
20
5. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Hybriddüse (41) aus einem ersten Resonanzraum (103), in den ein Flüssigkeitsverteilerrohr (101) und die Zuführung (102) für ein Zerstäubungshilfsmittel mündet, und einem zweiten sich anschließenden Resonanzraum (105), der durch eine Blende (104) vom ersten Resonanzraum (103) getrennt ist, und einem auf den zweiten Resonanzraum folgenden Sprühkopf (107), der durch eine weitere Blende (106) vom zweiten Resonanzraum (105) getrennt ist, besteht.  
25

6. Vorrichtung nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Eintrittspunkt für Flüssigkeit in die erste Resonanzkammer (103) der Hybriddüse variabel einstellbar ist.
- 5        7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Hybriddüse (41) bezüglich ihres Abstands von der Venturikehle (7) einstellbar ist.
- 10      8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die eine oder die mehreren Venturikehlen (7) durch mindestens zwei parallele Zylinder (5) gebildet werden, horizontal in einer Ebene nebeneinander angeordnet sind und jeder Kehle (7) jeweils mindestens eine Hybriddüse (41) zugeordnet ist.
- 15      9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Venrurikehlen durch parallele Zylinder (5) in Verbindung mit einem oder mehreren Verdrängerkörpern (6) gebildet werden, die stromabwärts der parallelen Zylinder (5) angeordnet sind.
- 20      10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der oder die Verdrängerkörper (6) axial beweglich sind.

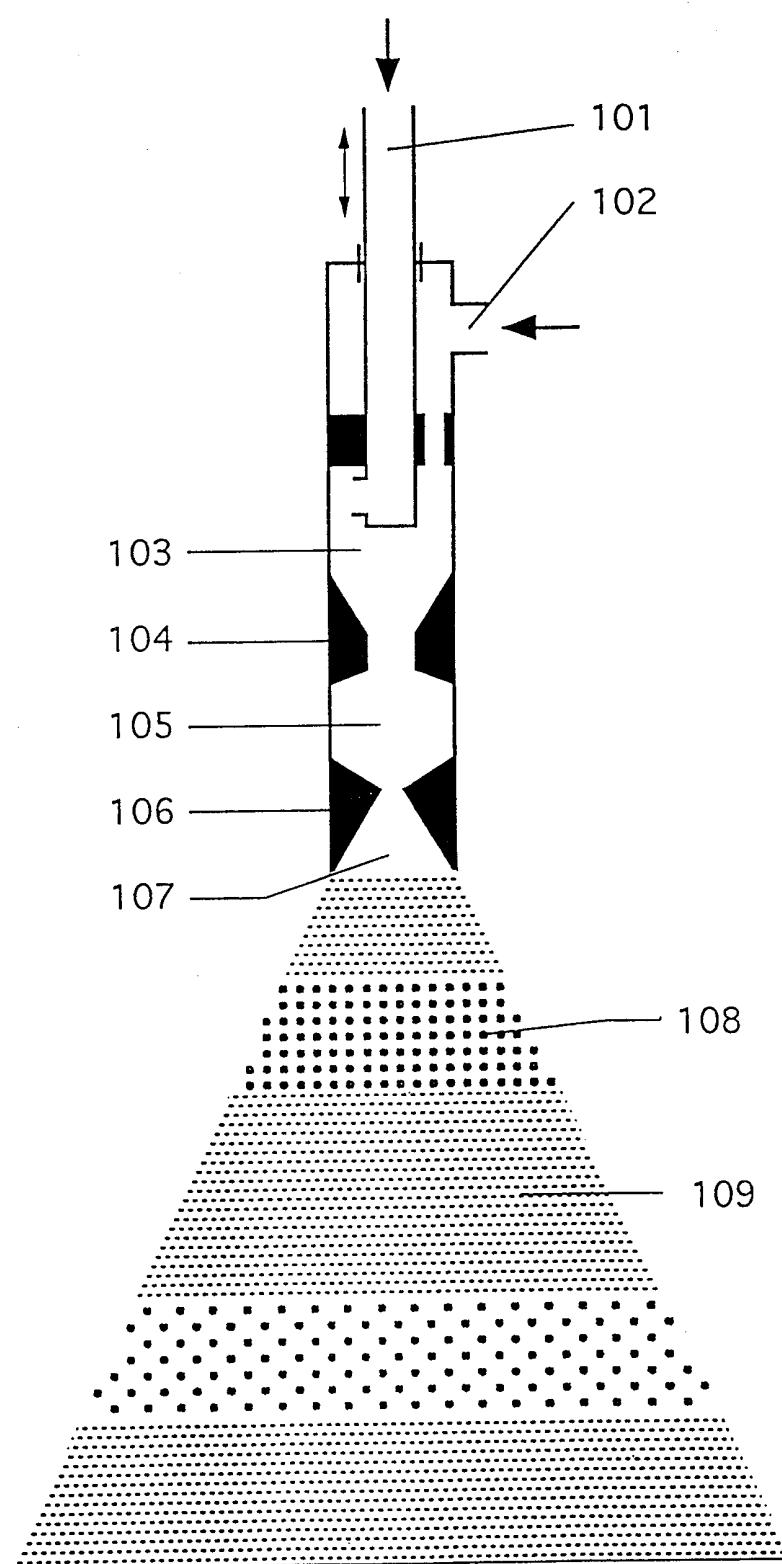


Fig. 1

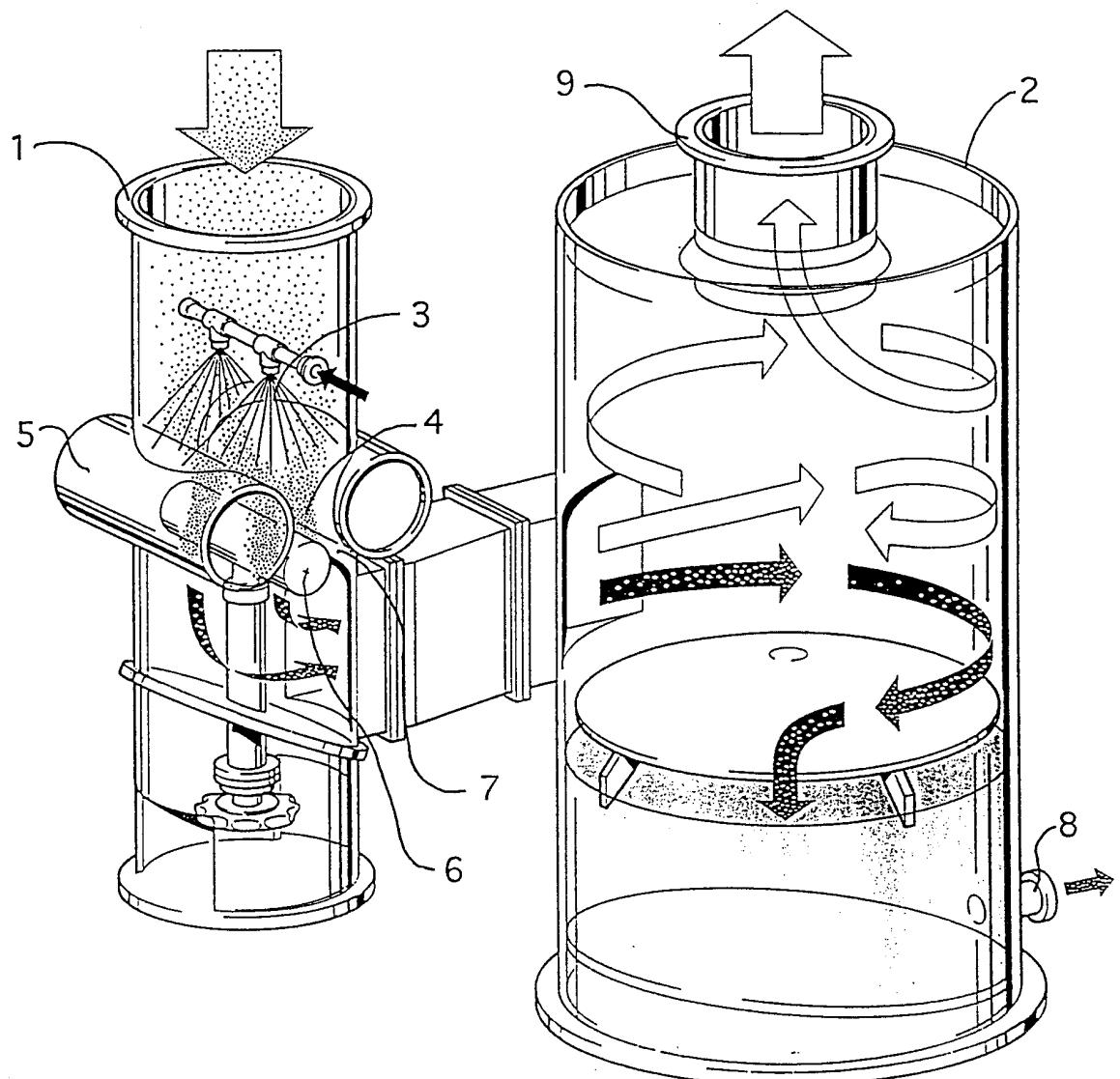


Fig. 2

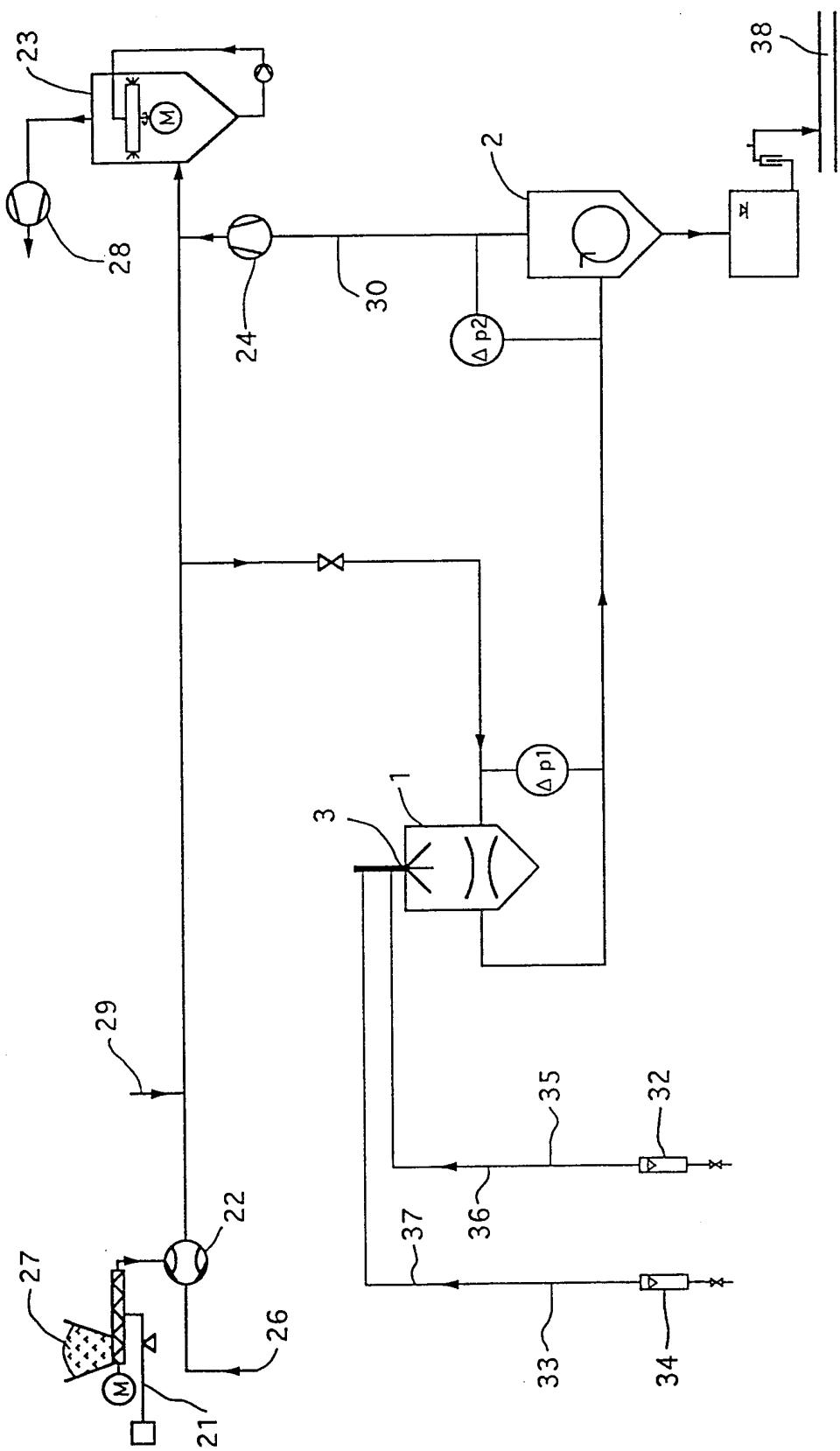


Fig. 3

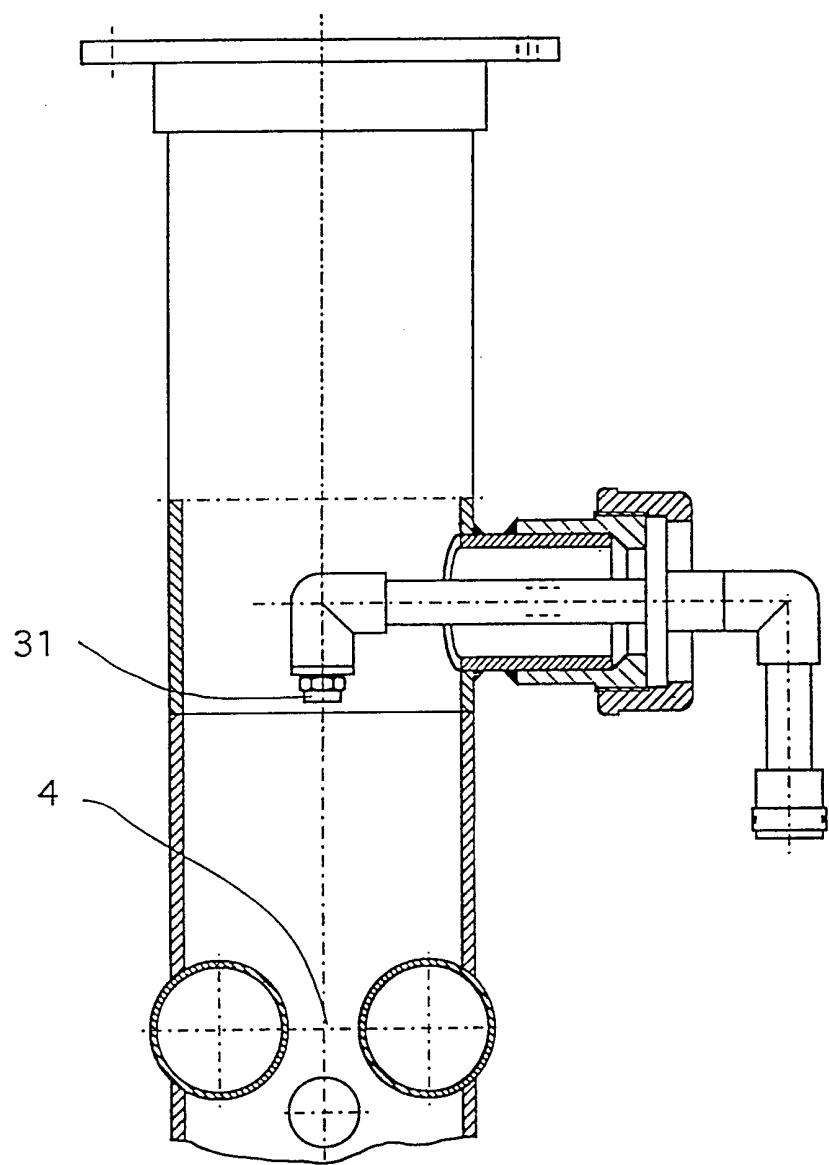


Fig. 4

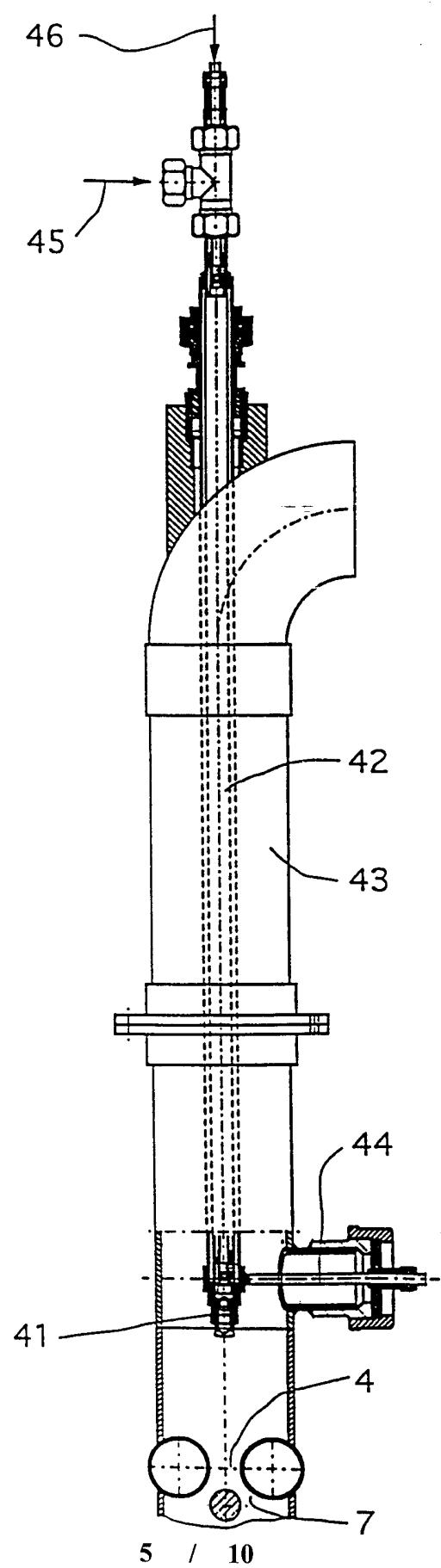


Fig. 5

5 / 10

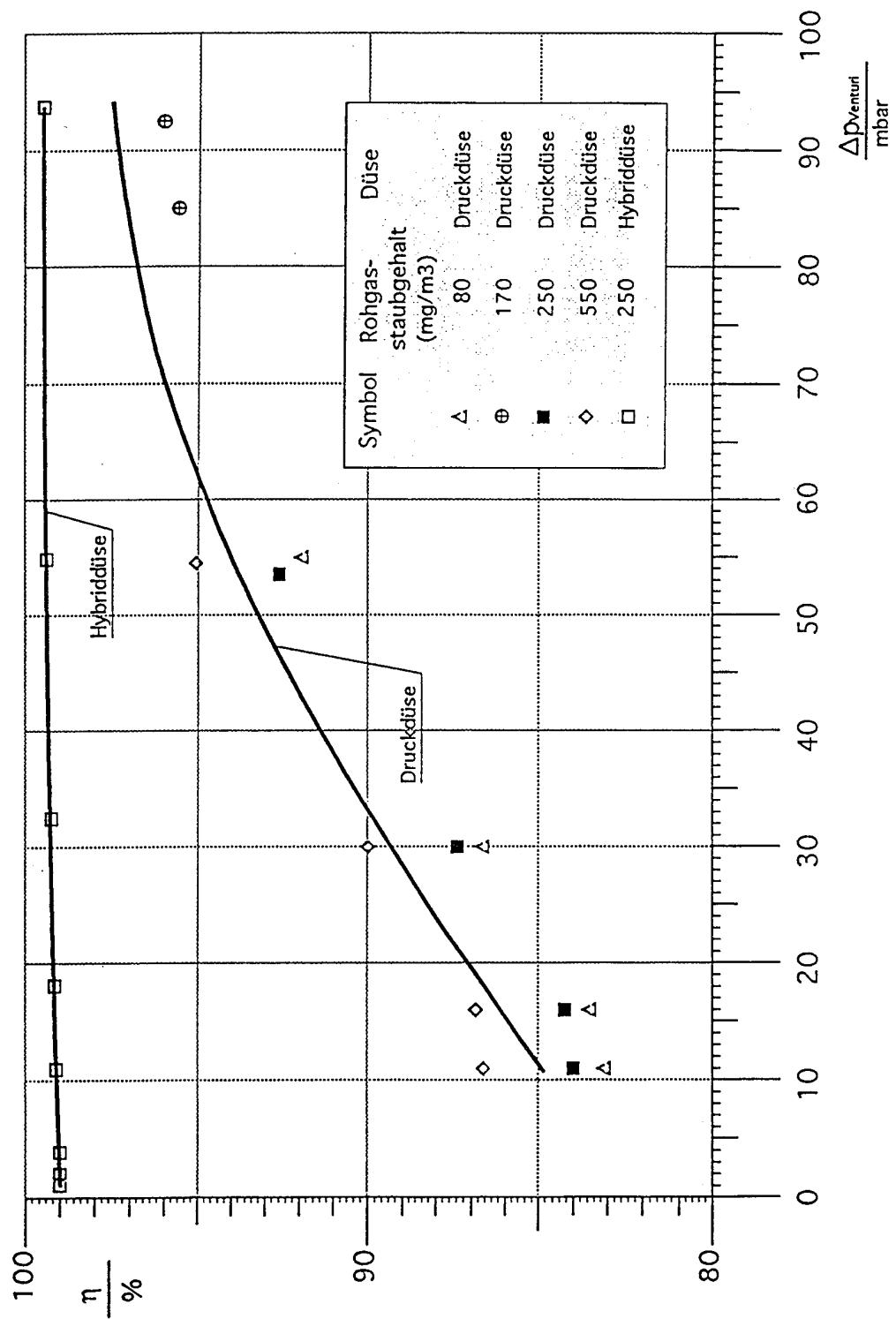


Fig. 6

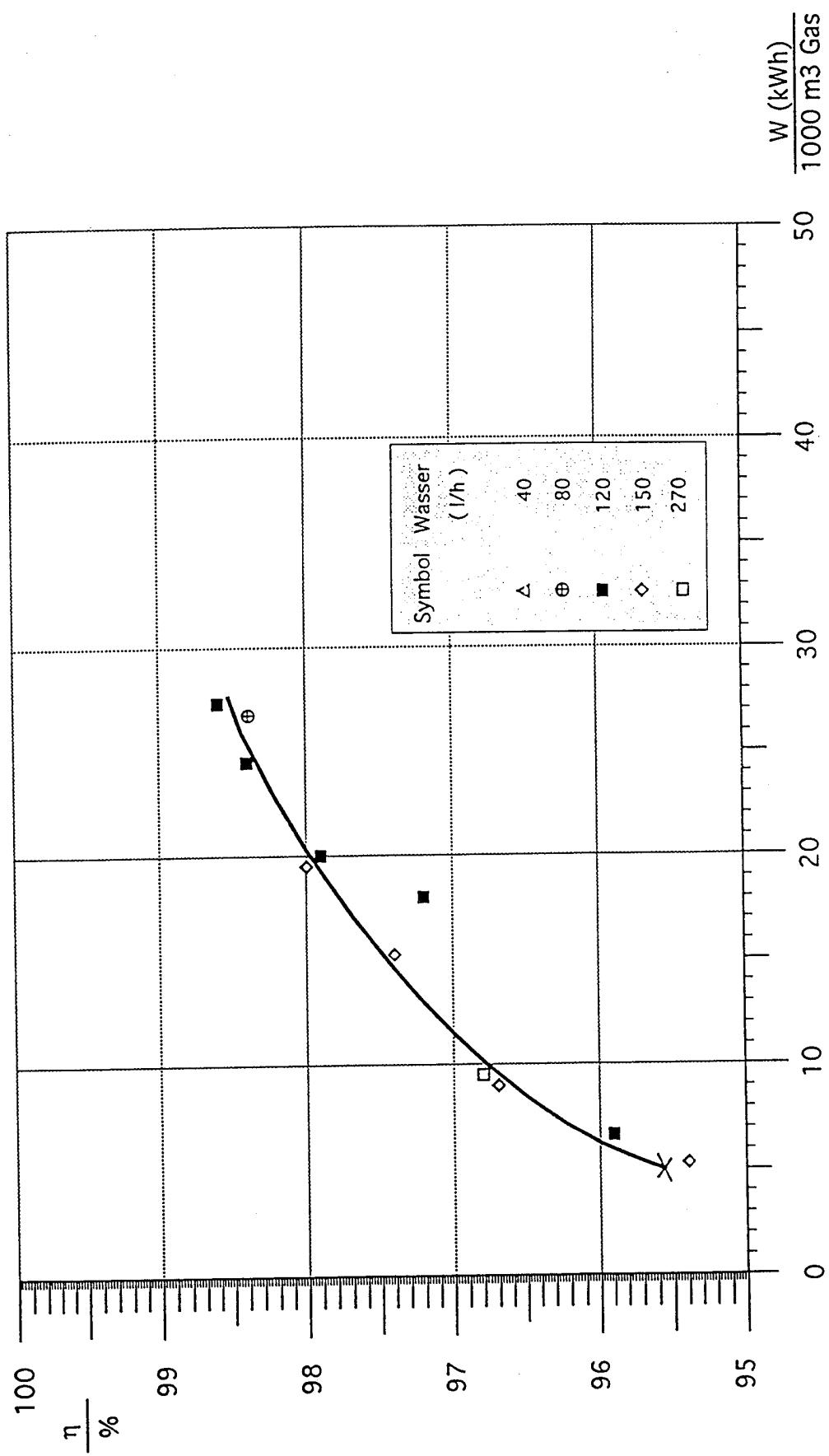


Fig. 7

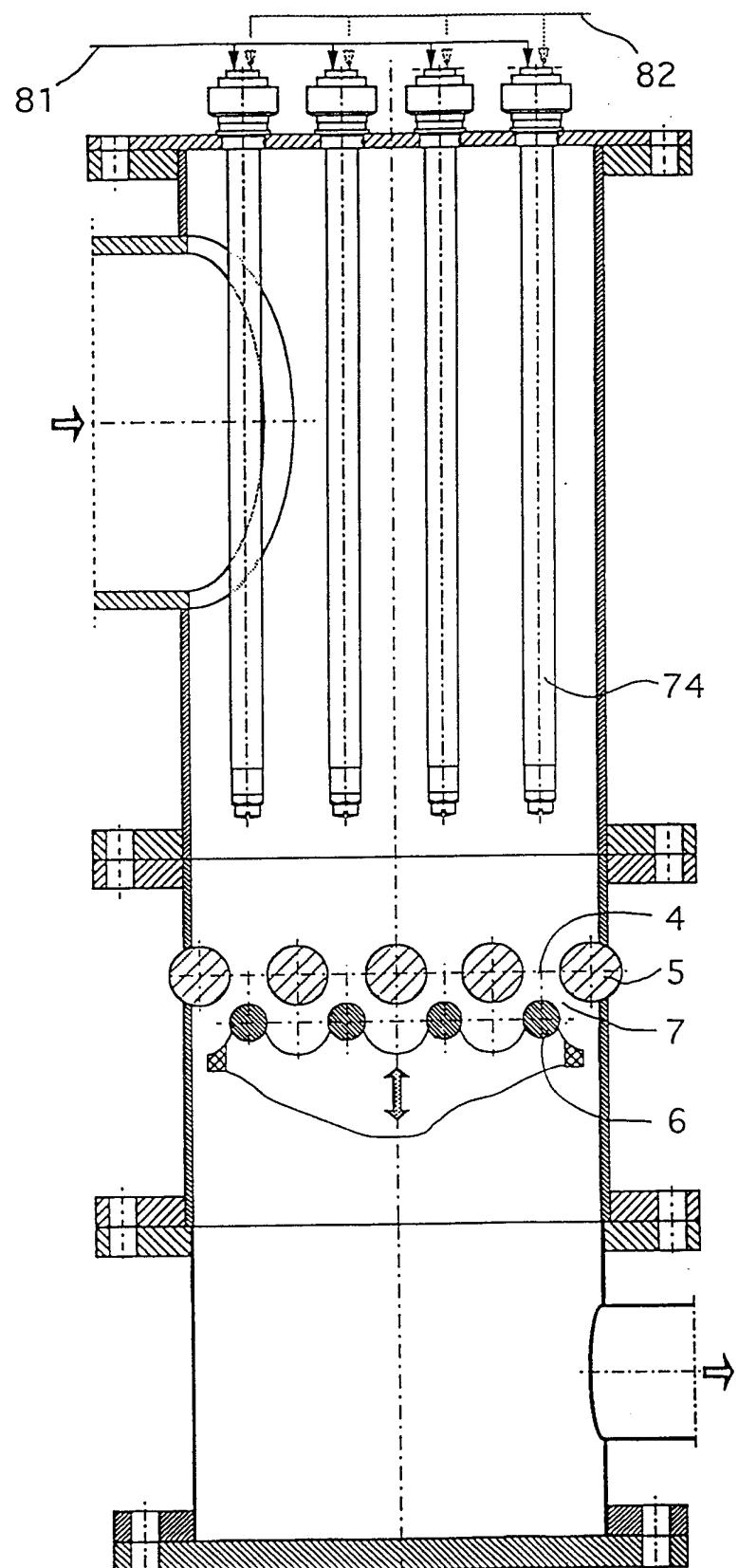


Fig. 8

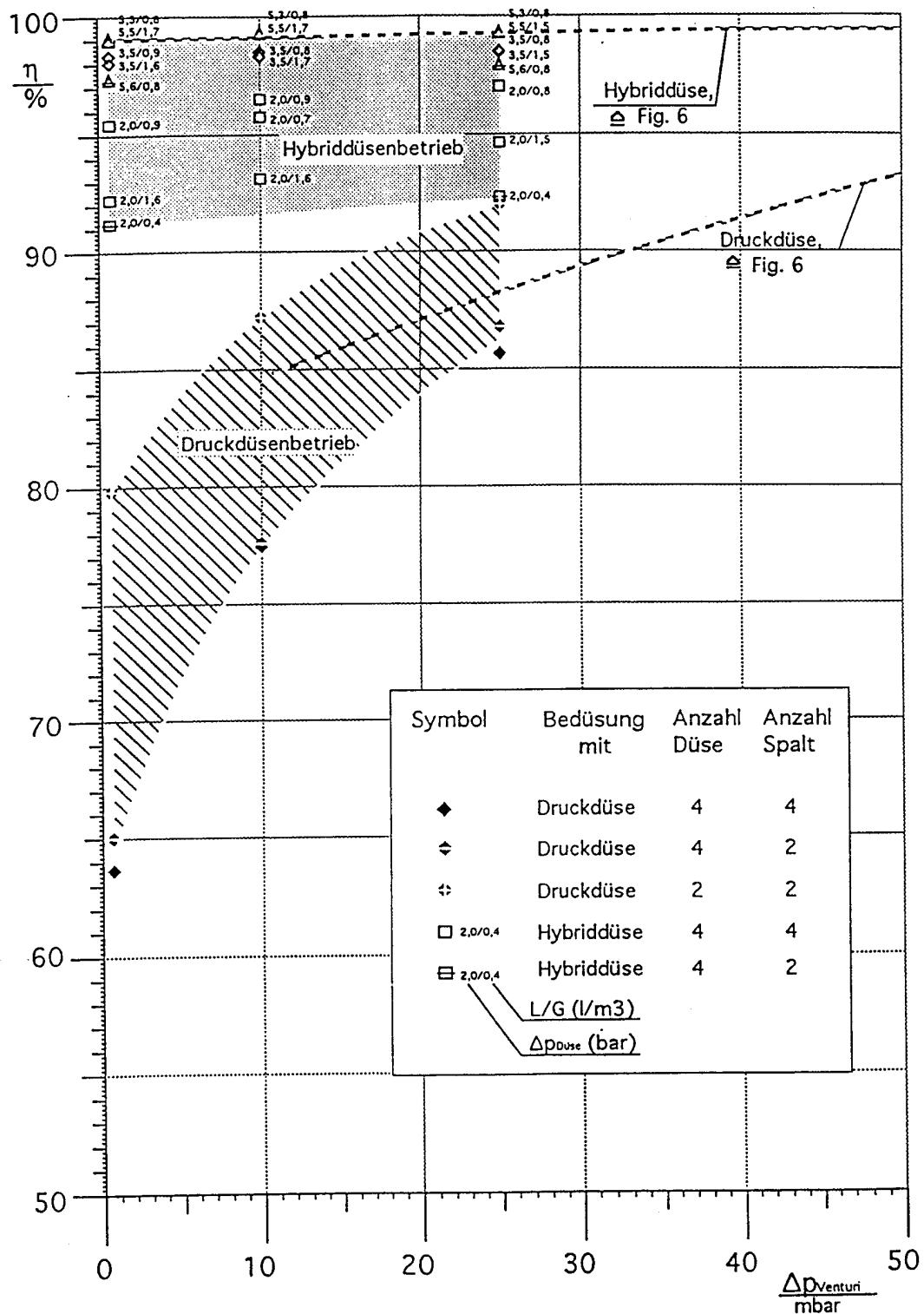


Fig. 9

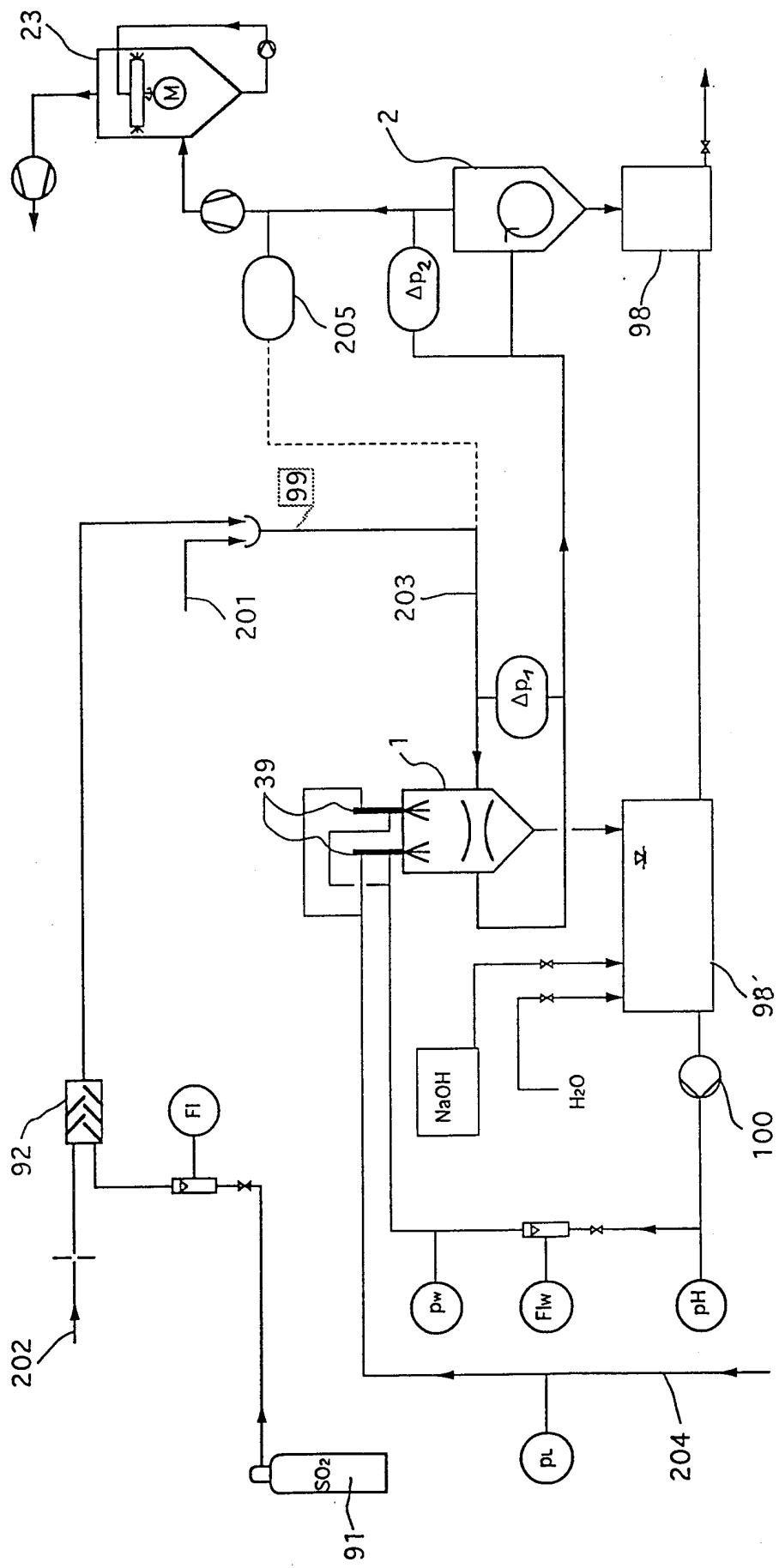


Fig. 10

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

national Application No

PCT/EP 99/04653

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 B01D47/10 B05B17/06 B05B7/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 B01D B05B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 43 15 385 A (BAYER AKTIENGESELLSCHAFT) 10 November 1994 (1994-11-10) cited in the application the whole document ---	1,3-6
A	WO 96 14139 A (ENVIROCARE INTERNATIONAL, INC.) 17 May 1996 (1996-05-17) page 7, line 16 -page 12, line 14 ---	1,4
A	WO 94 08700 A (ABB FLÄKT AB) 28 April 1994 (1994-04-28) page 7, line 10 -page 11, line 37 -----	1,4

 Further documents are listed in the continuation of box C. Patent family members are listed in annex.

## Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

20 September 1999

Date of mailing of the international search report

29/09/1999

## Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.  
Fax: (+31-70) 340-3016

## Authorized officer

Doolan, G

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 99/04653

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)		Publication date
DE 4315385	A 10-11-1994	CA 2123056	A	09-11-1994
		DE 59403354	D	21-08-1997
		EP 0624391	A	17-11-1994
		US 5453258	A	26-09-1995
-----	-----	-----	-----	-----
WO 9614139	A 17-05-1996	US 5512085	A	30-04-1996
		AU 3888695	A	31-05-1996
		CA 2202254	A	17-05-1996
		CN 1171747	A	28-01-1998
		EP 0789615	A	20-08-1997
-----	-----	-----	-----	-----
WO 9408700	A 28-04-1994	SE 500419	C	20-06-1994
		AU 5288893	A	09-05-1994
		CZ 9500835	A	15-11-1995
		PL 308238	A	24-07-1995
		SE 9202962	A	09-04-1994
		SK 46395	A	09-08-1995
		US 5641124	A	24-06-1997
-----	-----	-----	-----	-----

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

nationales Aktenzeichen

PCT/EP 99/04653

**A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
 IPK 7 B01D47/10 B05B17/06 B05B7/04

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
 IPK 7 B01D B05B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 43 15 385 A (BAYER AKTIENGESELLSCHAFT) 10. November 1994 (1994-11-10) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument ---	1, 3-6
A	WO 96 14139 A (ENVIROCARE INTERNATIONAL, INC.) 17. Mai 1996 (1996-05-17) Seite 7, Zeile 16 -Seite 12, Zeile 14 ---	1, 4
A	WO 94 08700 A (ABB FLÄKT AB) 28. April 1994 (1994-04-28) Seite 7, Zeile 10 -Seite 11, Zeile 37 -----	1, 4



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

- „Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : :
- “A“ Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- “E“ älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- “L“ Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchebericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- “O“ Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- “P“ Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
- “T“ Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- “X“ Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- “Y“ Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- “&“ Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
20. September 1999	29/09/1999

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter  Doolan, G
---	--

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentl. Objekten, die zur selben Patentfamilie gehören

nationales Aktenzeichen

PCT/EP 99/04653

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 4315385 A	10-11-1994	CA 2123056 A		09-11-1994
		DE 59403354 D		21-08-1997
		EP 0624391 A		17-11-1994
		US 5453258 A		26-09-1995
-----	-----	-----	-----	-----
WO 9614139 A	17-05-1996	US 5512085 A		30-04-1996
		AU 3888695 A		31-05-1996
		CA 2202254 A		17-05-1996
		CN 1171747 A		28-01-1998
		EP 0789615 A		20-08-1997
-----	-----	-----	-----	-----
WO 9408700 A	28-04-1994	SE 500419 C		20-06-1994
		AU 5288893 A		09-05-1994
		CZ 9500835 A		15-11-1995
		PL 308238 A		24-07-1995
		SE 9202962 A		09-04-1994
		SK 46395 A		09-08-1995
		US 5641124 A		24-06-1997
-----	-----	-----	-----	-----