

INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation⁴ : B01D 46/34, B01J 8/12 B01D 53/08	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 89/ 02779 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 6. April 1989 (06.04.89)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP88/00844 (22) Internationales Anmeldedatum: 15. September 1988 (15.09.88) (31) Prioritätsaktenzeichen: P 37 32 424.1 (32) Prioritätsdatum: 25. September 1987 (25.09.87) (33) Prioritätsland: DE (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): STEAG AG [DE/DE]; Bismarckstraße 54, D-4300 Essen 1 (DE). (72) Erfinder;und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US) : BRÜGGENDICK, Hermann [DE/DE]; Dorstener Straße 32, D-4224 Hünxe (DE). KLINGINGER, Karl [DE/DE]; Tampestraße 30, D-4300 Essen 14 (DE).	(81) Bestimmungsstaaten: AT (europäisches Patent), BE (europäisches Patent), CH (europäisches Patent), DE (europäisches Patent), FR (europäisches Patent), GB (europäisches Patent), IT (europäisches Patent), JP, LU (europäisches Patent), NL (europäisches Patent), SE (europäisches Patent), US. Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i>	

(54) Title: REACTOR INSTALLATION FOR COUNTERCURRENT TREATMENT OF GASES AND BULK SOLIDS

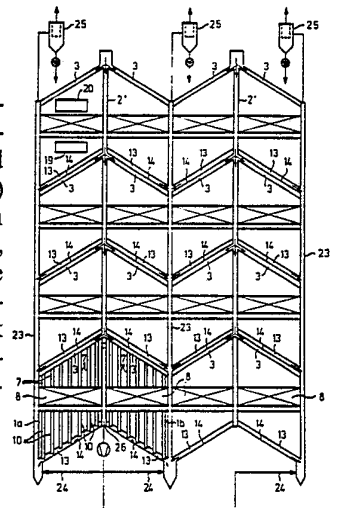
(54) Bezeichnung: REAKTORANLAGE ZUR BEHANDLUNG VON GASEN UND SCHÜTTFÄHIGEM FESTSTOFF IM GEGENSTROM

(57) Abstract

An installation comprises a plurality of industrial-scale reactor modules each consisting of a reaction chamber (1) and sliding surfaces for delivery and discharge of bulk materials. The bulk materials are delivered through an inclined channel (3), uniformly distributed from top to bottom in the reaction chamber (1) by gravity alone, pass through inlet tubes (7) of the reaction chamber, reach the reactor bed (8) which is traversed by gas supplied from below (19) through blower plates, leave the reactor bed (8) through discharge tubes (10), and are conveyed laterally on an inclined sliding surface (14), again by gravity alone. The sliding surfaces all slope in the same direction. The modules are superimposed and arranged side by side, and a plurality of channels (3, 13) for delivery and discharge of bulk materials open in herringbone fashion into common shafts (2, 23) for delivery and discharge of bulk materials. The process permits preheating of gas and bulk materials, dust separation and sizing to be incorporated in the installation.

(57) Zusammenfassung

Die Anlage umfaßt für großtechnische Zwecke mehrere Reaktormodule, die jeweils aus einer Reaktionskammer (1) und Gleitflächen zum Zu- und Abführen des Schüttguts bestehen. Das Schüttgut wird über einen geeigneten Schüttgutzuführkanal (3) allein unter Schwerkrafteinfluß von oben gleichmäßig auf die Reaktionskammer (1) verteilt, durch Einlaßrohre (7) der Reaktionskammer aufgegeben, gelangt in das vom Gas von unten (19) über Anströmböden durchströmte Reaktorbett (8), verläßt das Reaktorbett (8) über Auslaßrohre (10) und wird über eine geeignete Gleitfläche (14) wiederum allein unter Schwerkrafteinfluß seitlich abgefördert. Die Gleitflächen sind in derselben Richtung geneigt. Die Module sind über- und nebeneinander angeordnet, wobei mehrere Schüttgutzuz- bzw. -abfuhrkanäle (3, 13) fischgrätenartig in gemeinsame Schüttgutzuz- bzw. -abfuhrschächte (2, 23) münden. Gasvorwärmung, Schüttgutvorwärmung, Staubabscheidung und Sichtung sind innerhalb dieser Anlage verfahrensmäßig integrierbar.



LEDIGLICH ZUR INFORMATION

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

AT	Österreich	FR	Frankreich	MR	Mauritanien
AU	Australien	GA	Gabun	MW	Malawi
BB	Barbados	GB	Vereinigtes Königreich	NL	Niederlande
BE	Belgien	HU	Ungarn	NO	Norwegen
BG	Bulgarien	IT	Italien	RO	Rumänien
BJ	Benin	JP	Japan	SD	Sudan
BR	Brasilien	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SE	Schweden
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KR	Republik Korea	SN	Senegal
CG	Kongo	LI	Liechtenstein	SU	Soviet Union
CH	Schweiz	LK	Sri Lanka	TD	Tschad
CM	Kamerun	LU	Luxemburg	TG	Togo
DE	Deutschland, Bundesrepublik	MC	Monaco	US	Vereinigte Staaten von Amerika
DK	Dänemark	MG	Madagaskar		
FI	Finnland	ML	Mali		

Reaktoranlage zur Behandlung von Gasen und schüttfähigem
Feststoff im Gegenstrom

Die Erfindung bezieht sich im allgemeinen auf eine Reaktoranlage zur Behandlung von Gasen und schüttfähigem Feststoff im Gegenstrom und insbesondere auf eine Wanderbettreaktoranlage mit mindestens einer Reaktionskammer, die wenigstens einen Einlaß und wenigstens einen Auslaß zum Durchsatz eines als Schüttgut vorliegenden Feststoffes von oben nach unten im Gegenstrom zu einem Gas aufweist, wenigstens einem Anströmbo- den, durch den das Gas von unten nach oben in das in der Reak- tionskammer befindliche Schüttgut geleitet wird, wenigstens einer oberhalb der Reaktionskammer angeordneten ersten Gleit- fläche für das Schüttgut, die an ihrem oberen Ende in einen Aufgabeschacht oder -trichter mündet und den Einlaß der Reak- tionskammer mit Schüttgut speist, und wenigstens einer unter- halb des Auslasses angeordneten zweiten Gleitfläche für das Schüttgut, wobei die Gleitflächen zur Horizontalen soweit geneigt sind, daß das Schüttgut allein unter Schwerkraftein- fluß in der Neigungsrichtung gefördert wird.

Reaktoren der hier in Betracht stehenden Art dienen allgemein dazu, ein Gas mit einem als Schüttgut verfügbaren Feststoff in innigen Kontakt zu bringen, um eine Reaktion und/oder Adsorp- tion zwischen Gas und Feststoff herbeizuführen. Solche Reakto- ren werden eingesetzt bei der katalytischen Umsetzung von Gasen, der Adsorption von Gasen oder der Feinstaubfilterung. Im allgemeinen wird das Schüttgut von oben nach unten durch den Reaktor geführt, während das Gas im Quer- oder Gegenstrom über den Feststoff geleitet wird. Der Gegenstrombetrieb ermög- licht im allgemeinen den besseren Kontakt und die bessere Verteilung zwischen den beiden Phasen und ist daher effektiver (höherer Wirkungsgrad). Die praktische Realisierung von Reak- toranlagen der eingangs genannten Art begegnete jedoch erheb- lichen Problemen und ist bisher zumindest großtechnisch noch nicht gelöst.

Aus der DE-OS 33 13 943 ist ein Wanderbettreaktor der eingangs genannten Art bekannt, bei dem das Schüttgut über die erste

geneigte Gleitfläche zentral in die Reaktionskammer eingegeben wird. Nach Passieren der Reaktionskammer gelangt das Schüttgut in eine darunter befindliche Regenerierungseinrichtung. Es verläßt diese über die zweite geneigte Gleitfläche und gelangt zum Fuße eines senkrechten Förderschachtes, innerhalb dessen es zur ersten geneigten Gleitfläche nach oben wandert. Bei vielen Einsatzfällen derartiger Reaktoren, so beispielsweise bei der Schadstoffbeseitigung von Rauchgasen, muß das Gas mehrstufig in verschiedenen Reaktoren behandelt werden. Zunächst durchläuft das Rauchgas zumindest einen Reaktor, in welchem eine SO_2 -Reinigung stattfindet. Erst danach erfolgt in einer weiteren Reaktorstufe eine NO_x -Reduktion. Bei Großanlagen, beispielsweise bei Kraftwerksanlagen, ist der anfallende Rauchgasvolumenstrom so erheblich, daß er nur in parallelen Reaktorstufen bestimmungsgemäß behandelt werden kann. In diesen großtechnischen Einsatzfällen müssen daher Reaktoranlagen geschaffen werden, die aus mehreren sowohl gleich- als auch verschiedenartigen Behandlungsarten dienenden Reaktormodulen bestehen. Eine modulartige Zusammenfassung mehrerer Wanderbettreaktoren der bekannten Bauart ist vor allen Dingen deshalb nicht möglich, weil sich die Einrichtungen zum Zuführen, Abführen und Fördern des Schüttgutes nicht parallel und/oder in Serie schalten lassen. Zudem bedingen die bekannten Reaktoren ein relativ großes Bauvolumen.

Es ist daher Aufgabe der Erfindung, eine Reaktoranlage der eingangs genannten Art modulartig derart auszubilden, daß jeder Reaktormodul einen geringen Platzbedarf hat und die Schüttgutzufuhr und -abfuhr auf besonders kurzen Wegen und mit einfachen Mitteln durchgeführt werden kann.

Zur Lösung dieser Aufgabe ist die Reaktoranlage nach der Erfindung dadurch gekennzeichnet, daß die erste Gleitfläche und die zweite Gleitfläche in derselben Richtung geneigt sind. Das

Schüttgut wird also dem Reaktor an der einen Seite zugeführt und an der anderen Seite entnommen. Damit lassen sich Parallel- und/oder Serienschaltungen realisieren. Auch erfolgen die Zufuhr und die Abfuhr des Schüttgutes auf die denkbar einfachste Weise, nämlich einzig und allein unter der Wirkung der Schwerkraft. Die erfindungsgemäße Reaktoranlage benötigt ein Minimum an Raum.

Vorzugsweise ist die erste Gleitfläche als Schüttgutverteilungsboden vorgesehen. Sie vereinigt also die Funktionen der Querförderung des Schüttgutes und dessen Verteilung über den gesamten Querschnitt der Reaktionskammer. Die entsprechenden Materialanteile werden, ausgehend von der Gleitfläche, durch an sich bekannte Mittel, wie Klappen, Schieber o. dgl. in die Einlässe der Reaktionskammer eingeführt. Solche Gleitflächen als Zuteil- und Verteilungsboden arbeiten ohne bewegte Teile und sind unabhängig von der Funktion eines Antriebs. Sie sind daher nicht nur billiger, sondern auch zuverlässiger.

Vorzugsweise bildet der die erste Gleitfläche tragende Schüttgutverteilungsboden die Bodenwand eines flachen Kanals. Diese Bodenwand des Kanals grenzt unmittelbar an den Reaktionsraum der zugehörigen Reaktionskammer an, so daß das im Kanal befindliche Schüttgut durch den Schüttgutverteilungsboden mit dem Innenraum der zugehörigen Reaktionskammer in wärmetauschender Beziehung steht. Auf diese Weise wird das Schüttgut von dem Reaktor vorgewärmt und eine Kondensation im Verteilungskanal verhindert.

Besonders eignet sich ein nach dem Erfindungsprinzip aufgebauter Reaktor als Modul in einer mehrstufigen Reaktoranlage. Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung sind mehrere Reaktionskammern übereinander angeordnet, wobei die Gleitflächen mehrerer übereinander angeordneten Reaktionskam-

mern mit ihren jeweils oberen Enden von einem gemeinsamen, vorzugsweise vertikal verlaufenden Zuführschacht abgezweigt sind und wenigstens ein Teil der zweiten Gleitflächen mit ihren unteren Enden in einem gemeinsamen Schüttgutabfuhrschacht münden, durch den das Schüttgut unter Schwerkrafteinfluß abgeführt wird.

Anders als herkömmliche angetriebene Förderer leistet sowohl ein geneigter Schüttgut-Verteilungskanal als auch ein geneigter Abfuhrkanal, in denen das Schüttgut allein unter Schwerkrafteinfluß quer zur Durchsatzrichtung der Reaktionskammer zu- und abgeführt werden kann, nur einen geringen Beitrag zur Gesamthöhe einer Reaktionskammerkolonne. Dies liegt vor allem daran, daß zumindest die der Zuführung dienende erste Gleitfläche direkt auf der Reaktordeckwand ausgebildet sein kann und der Zufuhrkanal nur eine sehr geringe Bauhöhe hat. Eine noch gedrängtere Bauweise läßt sich bei einer Kolonne von übereinander angeordneten Reaktionskammern dadurch erreichen, daß ein Schüttgutverteilungskanal, der bodenseitig von der ersten geneigten Gleitfläche begrenzt ist, eine Deckwand hat, an deren Oberseite die einer darüberliegenden Reaktionskammer zugeordnete, der Schüttgutabfuhr dienende zweite geneigte Gleitfläche ausgebildet ist. Dabei können die das Schüttgut zuführenden und abführenden Gleitflächen paarweise etwa gleiche Neigungswinkel haben. Vorzugsweise erweitert sich aber der Abstand zwischen der ersten geneigten Gleitfläche und der darüberliegenden Deckwand des Schüttgutverteilungskanals in Strömungsrichtung. Bei leichter Aufweitung des in der Regel mit kastenförmigem Querschnittsprofil versehenen Schüttgutverteilungskanals wird selbst bei engen Öffnungsquerschnitten die Gefahr von Verstopfungen des Verteilungskanals minimiert.

Vorzugsweise tauchen mehrere etwa vertikal verlaufende Einlaßrohre von jedem geneigten Schüttgutverteilerboden aus nach

unten in die Reaktionskammer ein. Ferner sind ebenfalls vorzugsweise mehrere Feststoffauslaßrohre von jedem Anströmboden nach unten durch eine Reaktionskammer-Bodenwand geführt. Zur Minimierung einer Verstopfungsgefahr im Einlaß und Auslaß sind die Einlaßrohre und/oder die Auslaßrohre von oben nach unten leicht trompetenförmig aufgeweitet.

Für großtechnische Einsatzfälle mit einer Mehrzahl von Reaktionskammern eignet sich vor allem eine Reaktoranlage, bei der wenigstens zwei Kolonnen aus übereinander angeordneten Reaktorstufen nebeneinander angeordnet sind.

Der Schüttgutabfuhrschacht kann in Weiterbildung der Erfindung auch zur Sichtung der Staubbeladung des Schüttguts ausgenutzt werden. Dies geschieht dadurch, daß ein Gaseinlaß am unteren Ende und eine Filtereinrichtung am oberen Ende eines Schüttgutabfuhrschachtes angeordnet sind. Dieser Gaseinlaß kann mit einer Gas-Vorwärmkammer verbunden sein, die zwischen zwei nebeneinander gelegenen, insbesondere zwischen den untersten Reaktionskammern angeordnet und durch Wärmetausch mit letzteren beheizbar ist.

Die Reaktionskammern haben vorzugsweise ebenso wie die geneigten Zuführ- und Abfuhrkanäle einen rechteckigen Querschnitt.

Im Bereich der Abzweigstellen der Gleitflächen im Schüttgutzu- fuhrschacht können Mittel, z.B. Schultern oder Stufen, zum Ablenken des Schüttgutstroms vorgesehen sein.

Die Neigung der Bodenwand der Reaktionskammer bzw. einer bodenseitigen Gas-Abschlußwand parallel zu den das Schüttgut abführenden geneigten Gleitflächen kann in Weiterbildung der Erfindung dazu genutzt werden, aus dem Gasstrom in der Reaktionskammer abgeschiedene Feststoffteilchen, insbesondere Staub,

zu einer Reaktionskammerstelle im Bodenbereich unter Schwerkrafteinfluß zu fördern, von wo sich die Feststoffteilchen leicht austragen lassen. Zu diesem Zweck ist im Bereich des unteren Endes der geneigten Abschlußwand in einer Reaktionskammerwand eine vorzugsweise schlitzförmige Austrittsöffnung ausgebildet, durch die abgeschiedene Feststoffteilchen in den Abführkanal oder den Abführschacht austragbar sind.

Das erfindungsgemäße Verfahren zum Betreiben einer Reaktoranlage zeichnet sich dadurch aus, daß das Schüttgut von einer Stelle oberhalb und seitlich der Reaktionskammer entlang einer geneigten Gleitfläche allein unter Schwerkrafteinfluß der Reaktionskammer aufgegeben und hinter dem Auslaß wiederum allein unter Schwerkrafteinfluß über eine in gleicher Richtung geneigte Gleitfläche seitlich abgefördert wird, wobei das einer Reaktionskammer aufzugebende Schüttgut vorzugsweise aus einem mehreren Reaktionskammern gemeinsamen Schüttgutstrom abgezweigt wird und mehrere Schüttgutströme nach getrennter Abförderung über geneigte Gleitflächen in einem gemeinsamen Abführschacht zusammengeführt werden.

Vorzugsweise wird der gemeinsame Schüttgut-Abführstrom einem entgegengerichteten Gasstrom ausgesetzt, und die vom Gasstrom mitgerissenen Staubteilchen werden abgefiltert. Mit demselben Gasstrom läßt sich auch die Sinkgeschwindigkeit der im gemeinsamen Abführstrom abgeführten Schüttgutteilchen beeinflussen.

Weitere Vorteile, Einzelheiten und Wirkungen der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung der Zeichnung, in der Ausführungsbeispiele der Erfindung schematisch dargestellt sind. In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 ein Ausführungsbeispiel einer Reaktoranlage mit einer einzigen Reaktionskammer, an der das Er-

findungsprinzip verwirklicht ist; und

Fig. 2 schematisch das Prinzip einer großtechnischen Reaktoranlage unter Verwendung von Reaktionskammern der in Fig. 1 gezeigten Art, die modulartig über- und nebeneinander gebaut und zu einer kompakten Baueinheit kombiniert sind.

In Fig. 1 ist schematisch eine Reaktoranlage mit einer einzigen Reaktionskammer 1 gezeigt.

Die Reaktionskammer 1 hat bei den beschriebenen Ausführungsbeispielen einen rechteckigen Horizontalquerschnitt. Über der Reaktionskammer 1 ist eine Schüttgut-Zuführ- und -Verteilvorrichtung angeordnet. Zu dieser gehören ein Aufgabetrichter oder -schacht 2 und ein zur Horizontalebene etwa unter 45° geneigter, kastenförmiger Schüttgut-Verteilungskanal 3. Der Verteilungskanal 3 weist einen Verteilungsboden 4 auf, der auch die Deckwand für die Reaktionskammer 1 bildet. Auf der Oberseite des Verteilungsbodens 4 ist eine geneigte Gleitfläche 4' gebildet, deren Neigungswinkel und Oberflächenbeschaffenheit so gewählt sind, daß das Schüttgut, welches im Betrieb in der Regel den ganzen Verteilungskanal füllt, bei Schüttgutabzug nach unten in den Reaktionsraum der Reaktionskammer 1 allein unter Eigengewicht schräg zur Seite und nach unten (Pfeile 5) bewegt wird.

In den geneigten Verteilungsboden 4 münden mehrere Einlaßrohre 7. Sie sind bei dem hier beschriebenen Ausführungsbeispiel des Reaktors durch nicht gezeigte Mittel, beispielsweise Schieber, Klappen o.dgl. verschließbar. Die Einlaßrohre 7 verlaufen von dem Verteilungsboden 4 aus senkrecht nach unten in den Reaktionsraum und enden unmittelbar über einem Reaktorbett 8. Sie haben entsprechend der Neigung des Verteilungsbodens 4 unter-

schiedliche Längen, so daß ihre unteren Enden etwa in einer horizontalen Ebene liegen.

Die Unterseite des Reaktorbetts 8 ist durch einen geeigneten Anströmboden 9 begrenzt. Letzterer kann herkömmlicher Ausführung sein und wird hier nicht weiter beschrieben. Das (verbrauchte) Schüttgut, beispielsweise Aktivkohle, wird von dem Anströmboden 9 aus durch Auslaßrohre 10 vertikal nach unten geleitet. Die Auslaßrohre sind im Bereich des Bodens der Reaktionskammer 1 zunächst durch eine geneigte Gas-Abschlußwand 11 und danach durch eine zur Wand 11 parallel verlaufenden Reaktionskammer-Bodenwand 12 durchgeführt. Die Auslaßrohre 10 münden in einem Abführkanal 13, der ähnlich dem Verteilungskanal 3 im wesentlichen über die gesamte Breite der Reaktionskammer 1 verläuft und zur Horizontalebene geneigt ist. An den unteren, in den Abführkanal 13 vorstehenden Enden der Auslaßrohre 10 sind Schieber 15 zum wahlweisen Schließen der Auslaßrohre 10 angeordnet.

Die Bodenwand des kastenförmigen Abführkanals 13 ist mit einer geneigten Gleitfläche 14 versehen. Die Neigung (Neigungswinkel zur Horizontalebene zwischen etwa 40 und 50°, vorzugsweise etwa 45°) sowie die Oberflächenbeschaffenheit der Gleitfläche 14 sind so gewählt, daß nach Öffnen der Schieber 15 aus den Auslaßrohren 10 austretendes Schüttgut zur rechten Seite hin allein unter Schwerkrafteinfluß seitlich (Pfeile 16) abgefördert wird. Am rechten unteren Ende des Abführkanals 13 wird das Schüttgut aufgefangen und in bekannter Weise über eine Zellenradschleuse beispielsweise zu einer Aufbereitung geführt. Aus der Aufbereitung kann das Schüttgut gegebenenfalls zum Aufgabeschacht 2 zurückgeführt werden.

Während das Schüttgut in der gesamten Reaktoranlage unter Eigengewicht von oben nach unten gefördert wird, wird Gas im

Gegenstrom dazu durch das Reaktorbett 8 von unten nach oben strömen gelassen. Dieses Gas tritt in dem in Fig. 1 dargestellten Beispiel unterhalb des Anströmbodens 9 durch ein Fenster 19 in die Reaktionskammer 1 ein. Das Gas strömt nach oben durch das Reaktorbett 8 und tritt oberhalb des Bettes 8, d.h. oberhalb der Schüttkegel an den Enden der Einlaßrohre 7 durch ein Austrittsfenster 20 aus.

In vielen Fällen ist das Gas mit erheblichen Mengen an Feststoffteilchen, insbesondere Staub, beladen. Diese Feststoffteilchen werden teilweise an den Umlenkstellen aus dem Gasstrom abgeschieden und fallen in der Reaktionskammer 1 schon unterhalb des Anströmbodens 9 nach unten auf die Gas-Abschlußwand 11. Da deren Verlauf etwa parallel zur Gleitfläche 14 ist, also eine entsprechende Neigung hat, gleiten die feinen Feststoffteilchen in Fig. 1 nach rechts und sammeln sich in der rechten unteren Ecke des Reaktorinnenraums. An dieser Stelle ist eine in der Regel schlitzförmige Durchgangsöffnung 21 vorgesehen, durch die die feinen Feststoffteilchen aus dem Innenraum der Reaktionskammer 1 in den Abführkanal 13 - wiederum unter Schwerkrafteinfluß - ausgetragen werden.

Der Verteilungskanal 3 und zumindest die Abführrohre 10, teilweise aber die Zuführrohre 7 sind im Betrieb mit Schüttgut gefüllt. Das Schüttgut wandert aber zumindest bei Öffnen der Schieber 15 unter Schwerkrafteinfluß von oben nach unten. Bei Öffnen der Verschlußorgane zu den Einlaßrohren 7 fällt Schüttgut aus dem Verteilungskanal 3 in die oberen Enden der Rohre 7, und der Rest des im geneigten Kanals 3 befindlichen Schüttguts rutscht ebenfalls unter Schwerkrafteinfluß von links nach rechts nach. Der Abstand zwischen den Boden- und Deckwänden der beiden Kanäle 3 und 13 liegt für die meisten Anwendungsfälle im großtechnischen Einsatz vorzugsweise zwischen ca. 150 bis 250 mm. Im Interesse einer Kompaktbauweise sollte dieser

Abstand minimal gehalten werden. Bei minimalen Vertikalabmessungen der beiden Kanäle, insbesondere des Verteilungskanals 3 sollte der Abstand zwischen dem Verteilungsboden 4 und der Deckwand des Verteilungskanals 3 in Strömungsrichtung, d.h. in Richtung der Pfeile 5, leicht zunehmen. Ebenfalls zur Minimierung der Verstopfungsgefahr können sowohl die Einlaßrohre 7 als auch die Auslaßrohre 10 entsprechend der Darstellung in Fig. 1 von oben nach unten leicht trompetenförmig erweitert sein.

Bei der in Fig. 2 dargestellten Reaktoranlage ist eine Vielzahl von Reaktionskammern 1 ähnlich derjenigen gemäß Fig. 1 mit den erfindungsgemäß gestalteten Schüttgut-Zuführ- und -Abführeinrichtungen modulartig zu einer besonders kompakten Baueinheit zusammengefaßt. Bezüglich des Aufbaus und der grundsätzlichen Funktionsweise jeder einzelnen Reaktorstufe kann auf die einstufige Reaktoranlage gemäß Fig. 1 Bezug genommen werden. Die konstruktiven Einzelheiten sind in Fig. 2 für die meisten Reaktorstufen fortgelassen; nur zwei nebeneinander angeordnete Reaktionskammern 1a und 1b sind mit den Einlaß- und Auslaßrohren 7 und 10 dargestellt, während diese Einzelheiten in den anderen vierzehn Reaktionskammern der Reaktoranlage nicht gezeigt sind.

Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 2 sind jeweils vier Reaktionskammern 1 übereinander und vier nebeneinander angeordnet. Jeweils zwei benachbarte Kolonnen von übereinander angeordneten Reaktionskammern werden über einen gemeinsamen vertikalen Zuführschacht 2' mit Schüttgut versorgt. Von diesem Schüttgutschacht 2' gehen beidseitig fischgrätenartig jeweils schräg nach außen geneigte Verteilungskanäle 3 aus. Jeder Verteilungskanal 3 endet im Bereich der Seitenwand der zu versorgenden zugehörigen Reaktionskammer. Wie zu sehen ist, werden über jeden Zuführschacht 2' acht Verteilungskanäle 3

versorgt. Die mit der Gleitfläche 14 versehene Bodenwand jedes Abführkanals 13 bildet gleichzeitig die Deckwand eines darunterliegenden Verteilungskanals 3.

Die Abführkanäle 13 der zu einer Reaktorkolonne gehörigen übereinander angeordneten Reaktionskammern bzw. -stufen 1 münden in einen gemeinsamen Schüttgut-Abführschacht 23. Der mittlere Schüttgut-Abführschacht 23 zwischen den beiden mittleren Reaktorkolonnen wird von beiden Seiten aus den angrenzenden Abführkanälen 13 mit Schüttgut beschickt. Das Schüttgut fällt durch die Abführschächte 23 nach unten und wird am unteren Ende jedes Schachts abgeführt. Bei dem in Fig. 2 dargestellten Ausführungsbeispiel ist am unteren Ende jedes Abführschachts 23 ein Gaseinlaß 24 vorgesehen, durch den im Betrieb Gas in den Abführschacht 23 geleitet und entgegen der Fallrichtung des Schüttguts vertikal nach oben zu einer am oberen Ende angeordneten Filtereinrichtung 25 geführt wird. Durch die nach oben gerichteten Gasströme in den Abführschächten 23 tritt eine gewisse Sichtung des Schüttgutes ein, und die relativ leichten Feststoffteilchen werden nach oben zu der zugehörigen Filtereinrichtung 25 mitgerissen und dort abgeschieden. Gleichzeitig kann mit Hilfe des nach oben gerichteten Gasstroms die Sinkgeschwindigkeit des Schüttguts in geeigneter Weise gesteuert werden. Der Gasstrom wird vor dem Eintritt durch die Eintrittsöffnung 24 in einer Vorwärmkammer 26 vorgewärmt, die zwischen den beiden Reaktionskammern 1a und 1b in einem Raum angeordnet ist, der unterhalb der untersten Abzweigstelle des Zuführschachts 2' liegt. In diesem Bereich findet über die beiden benachbarten Wände der angrenzenden Reaktionskammern 1a und 1b ein besonders intensiver Wärmetausch statt, der die Vorwärmung des Sichter-gases begünstigt. Es findet auch eine Vorwärmung des Schüttguts in den geneigten Verteilungskammern 3 statt, und zwar während der Verweilzeit des Schüttguts in den zugehörigen Zuführ- bzw. Verteilungskanälen 3.

Die unmittelbare Übereinanderanordnung der Reaktionskammern 1, der Verteilungskanäle 3 und der Abführkanäle mehrerer übereinander angeordneter Reaktorstufen optimiert die Kompaktbauweise. Die Aufteilung der Reaktorkammern in kleinere Baueinheiten und die fischgrätenartige Anordnung (Fig. 2) verringert auch die Bauhöhe der Reaktoranlage. Die bisher durch besondere Antriebe und viele bewegte Teile problematische Zu- und Abführung des Schüttgutes ist bei der Erfindung optimal zuverlässig und bei minimalem Platzbedarf gelöst.

A N S P R Ü C H E

1. Reaktoranlage, insbesondere Wanderbettreaktoranlage, mit
 - mindestens einer Reaktionskammer (1), die wenigstens einen Einlaß (7) und wenigstens einen Auslaß (10, 15) zum Durchsatz eines als Schüttgut vorliegenden Feststoffes von oben nach unten im Gegenstrom zu einem Gas aufweist,
 - wenigstens einem Anströmboden (9), durch den das Gas von unten nach oben in das in der Reaktionskammer befindliche Schüttgut geleitet wird,
 - wenigstens einer oberhalb der Reaktionskammer angeordneten ersten Gleitfläche (4') für das Schüttgut, die an ihrem oberen Ende in einen Aufgabeschacht oder -trichter (2; 2') mündet und den Einlaß der Reaktionskammer mit Schüttgut speist, und
 - wenigstens einer unterhalb des Auslasses angeordneten zweiten Gleitfläche (14) für das Schüttgut,
 - wobei die Gleitflächen (4'; 14) zur Horizontalen soweit geneigt sind, daß das Schüttgut allein unter Schwerkrafteinfluß in der Neigungsrichtung gefördert wird, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,daß die erste Gleitfläche (4') und die zweite Gleitfläche (14) in derselben Richtung geneigt sind.

2. Reaktoranlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Gleitfläche (4') als Schüttgutverteilungsboden (4) vorgesehen ist.

3. Reaktoranlage nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Reaktionskammern (1) übereinander angeordnet sind, wobei die ersten Gleitflächen (4') mehrerer übereinander angeordneter Reaktionskammern mit ihren jeweils oberen Enden von einem gemeinsamen, vorzugsweise vertikal verlaufenden Zuführschacht (2') abzweigt sind und wenigstens ein Teil der zweiten Gleitflächen (14) mit ihren unteren Enden in

einen gemeinsamen Schüttgutabfuhrschacht (23) münden, durch den das Schüttgut unter Schwerkrafteinfluß abgeführt wird.

4. Reaktoranlage nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der die erste Gleitfläche (4') bildende Schüttgutverteilungsboden (4) die Bodenwand eines flachen Kanals (3) ist und daß das im Kanal befindliche Schüttgut durch den Schüttgutverteilungsboden mit dem Innenraum der zugehörigen Reaktionskammer (1) in wärmetauschender Beziehung steht, so daß es von dem Reaktor vorwärmbar ist.

5. Reaktoranlage nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß ein Schüttgutverteilungskanal (3), der bodenseitig von der ersten geneigten Gleitfläche (4') begrenzt ist, eine Deckwand hat, an deren Oberseite die einer darüberliegenden Reaktionskammer zugeordnete, der Schüttgutabführung dienende zweite geneigte Gleitfläche (14) ausgebildet ist.

6. Reaktoranlage nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die das Schüttgut zuführenden ersten Gleitflächen (4') und die das Schüttgut abführenden zweiten Gleitflächen (14) paarweise im wesentlichen gleiche Neigungswinkel zur Horizontalen haben.

7. Reaktoranlage nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß sich der Abstand zwischen der ersten geneigten Gleitfläche (4') und der darüberliegenden Deckwand des Schüttgutverteilungskanals in Strömungsrichtung (5) vergrößert.

8. Reaktoranlage nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Einlaßrohre (7) von jedem geneigten Schüttgutverteilerboden (4) aus nach unten in die Reaktionskammer (1) eintauchen.

9. Reaktoranlage nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Feststoffauslaßrohre (10) von dem Anströmboden (9) nach unten durch eine Reaktionskammer-Bodenwand (12) geführt sind.

10. Reaktoranlage nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Einlaßrohre (7) und/oder die Auslaßrohre (10) von oben nach unten leicht trompetenförmig aufgeweitet sind.

11. Reaktoranlage nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere, vorzugsweise unterschiedlichen Behandlungsarten dienende Reaktionskammern (1) in Reihe geschaltet sind und nacheinander von dem Gas durchströmt werden.

12. Reaktoranlage nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die zwei in Reihe geschalteten Reaktionskammern (1) paarweise seitlich versetzt zueinander angeordnet sind.

13. Reaktoranlage nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die in Reihe geschalteten Reaktionskammern (1) übereinander angeordnet sind.

14. Reaktoranlage nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens zwei Kolonnen aus übereinander angeordneten Reaktorkammern (1) nebeneinander angeordnet sind.

15. Reaktoranlage nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß ein Gaseinlaß (24) am unteren Ende und eine Filtereinrichtung (25) am oberen Ende eines Schüttgutabfuhrschachtes (23) angeordnet sind.

16. Reaktoranlage nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Gaseinlaß (24) mit einer Gas-Vorwärmkammer (26) verbunden ist, die zwischen zwei nebeneinander und insbesondere unten gelegenen Reaktionskammern (1a, 1b) angeordnet und durch Wärmetausch mit letzteren beheizbar ist.

17. Reaktoranlage nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß jede Reaktionskammer (1) einen rechteckigen Querschnitt hat.

18. Reaktoranlage nach einem der Ansprüche 3 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß im Bereich der Abzweigstellen der Gleitflächen (4') im Schüttgutzufuhrschacht (2') Mittel zum Ablenken des Schüttgutstroms vorgesehen sind.

19. Reaktoranlage nach einem der Ansprüche 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß jede Reaktionskammer (1) eine bodenseitige Gas-Abschlußwand (11) hat, die in der gleichen Richtung wie die unterhalb des Auslasses (10, 15) angeordnete zweite Gleitfläche (14) geneigt ist, und daß im Bereich des unteren Endes der Abschlußwand (11) in einer Reaktionskammerwand eine vorzugsweise schlitzförmige Austrittsöffnung (21) ausgebildet ist, durch die aus dem Gasstrom abgeschiedene Feststoffteilchen in den Abführkanal (13 oder Abführschacht (23) austragbar sind.

20. Verfahren zum Betreiben einer Reaktoranlage nach einem der Ansprüche 1 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß das Schüttgut von einer Stelle oberhalb und seitlich der Reaktionskammer entlang einer geneigten Gleitfläche allein unter Schwerkrafteinfluß der Reaktionskammer aufgegeben und hinter dem Auslaß wiederum allein unter Schwerkrafteinfluß über eine in gleicher Richtung geneigte Gleitfläche seitlich abgefördert wird, wobei das einer Reaktionskammer aufzugebende Schüttgut

aus einem mehreren Reaktionskammern gemeinsamen Schüttgutstrom abgezweigt wird und mehrere Schüttgutströme nach getrennter Abförderung über geneigte Gleitflächen in einem Abführschacht zusammengeführt werden.

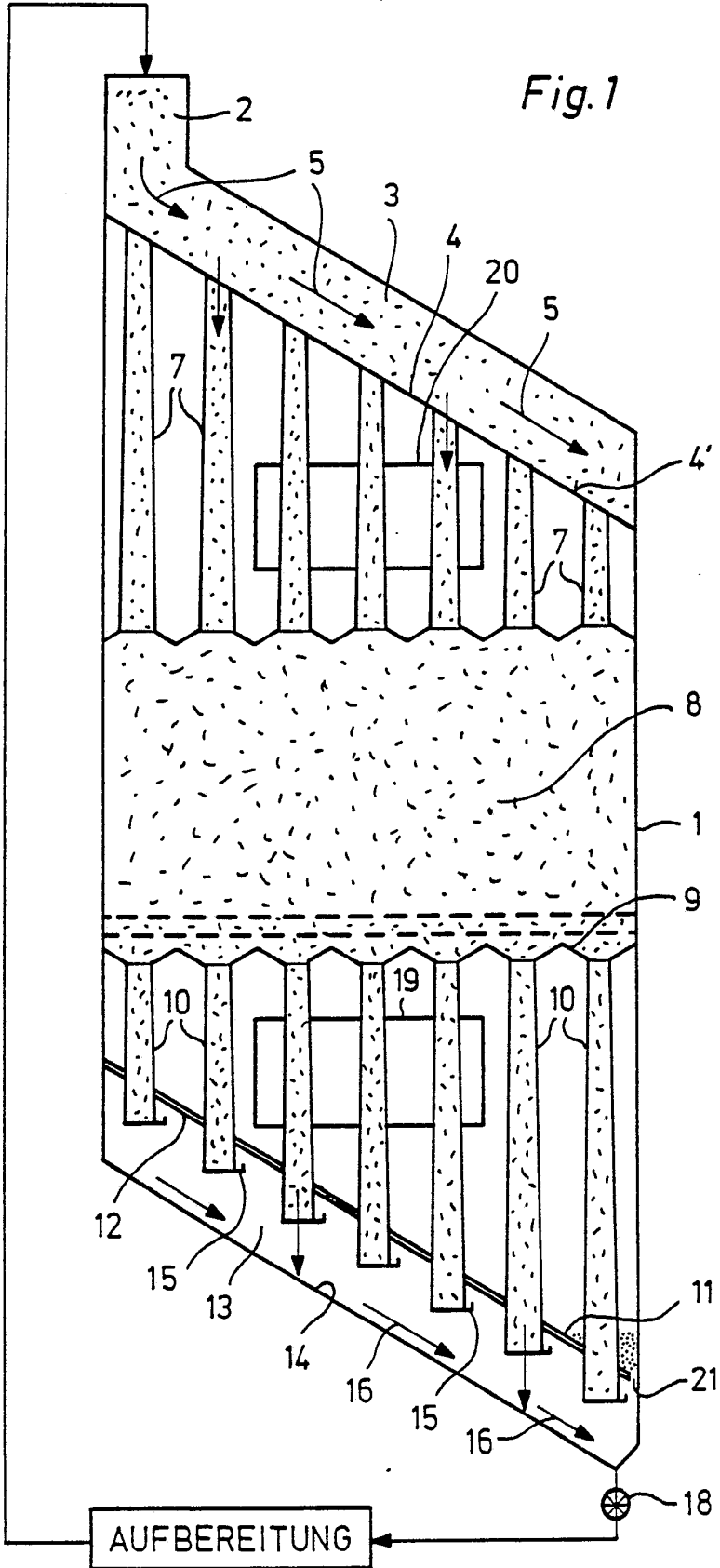
21. Verfahren nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß der gemeinsame Schüttgut-Abführstrom einem entgegengerichteten Gasstrom ausgesetzt wird und daß die vom Gasstrom mitgerissenen Staubteilchen abgefiltert werden.

22. Verfahren nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß durch Änderung des Gasstroms die Sinkgeschwindigkeit der im gemeinsamen Abführstrom abgeführten Schüttgutteilchen beeinflußt wird.

23. Verfahren nach Anspruch 20 oder 21, dadurch gekennzeichnet, daß der Gasstrom durch Wärmetausch mit wenigstens einer Reaktionskammer zur Vermeidung einer Kondensatbildung vorgewärmt wird.

24. Verfahren nach einem der Ansprüche 20 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß das Gas nacheinander durch wenigstens zwei Reaktionskammern geleitet wird.

Fig. 1



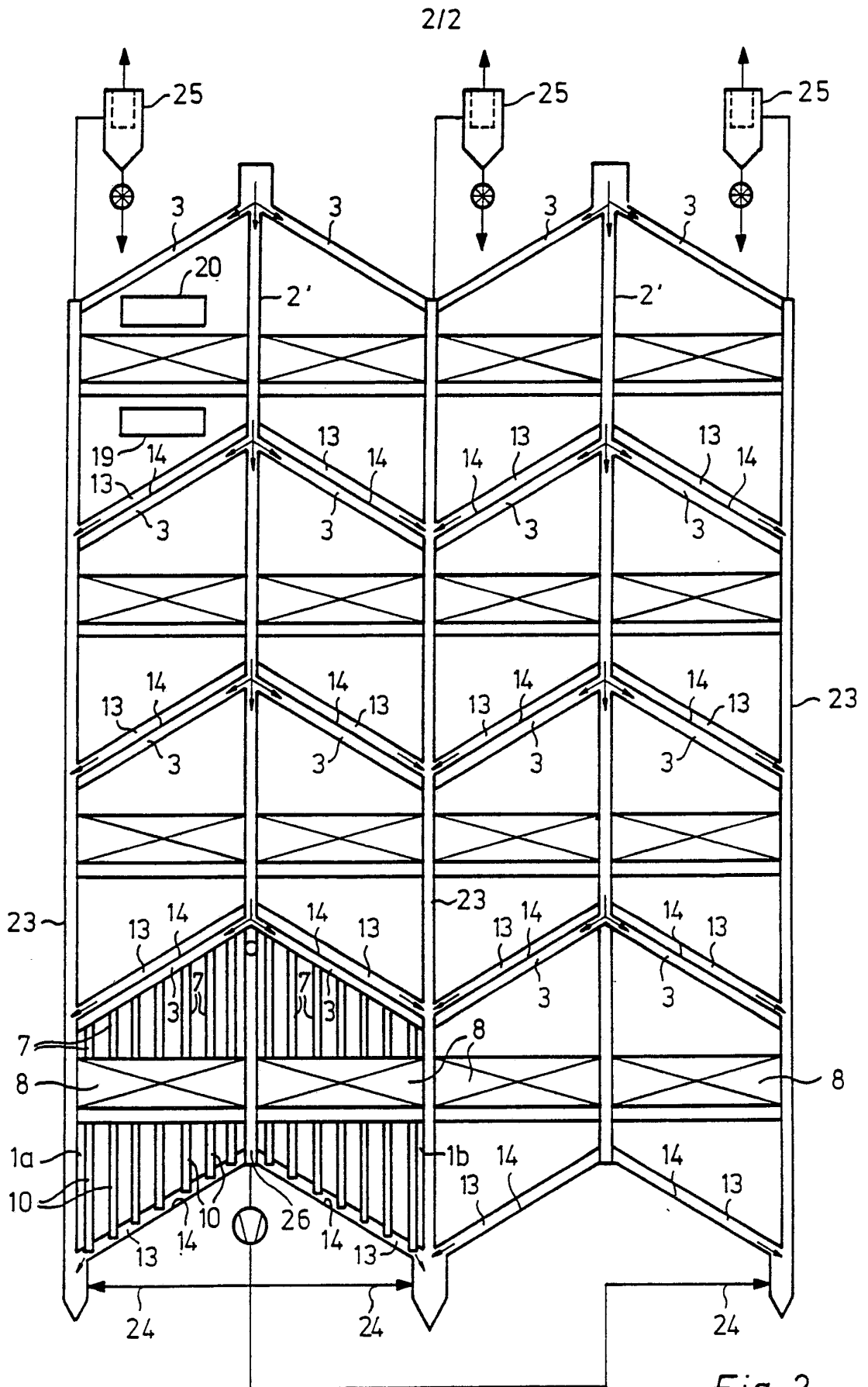


Fig. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No PCT/EP 88/00844

I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (if several classification symbols apply, indicate all) ⁶		
According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC		
Int. Cl. ⁴ : B 01 D 46/34; B 01 J 8/12; B 01 D 53/08		
II. FIELDS SEARCHED		
Minimum Documentation Searched ⁷		
Classification System	Classification Symbols	
Int. Cl. ⁴ :	B 01 D 46/00; B 01 D 53/00; B 01 J 8/00	
Documentation Searched other than Minimum Documentation to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched ⁸		
III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT ⁹		
Category *	Citation of Document, ¹¹ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹²	Relevant to Claim No. ¹³
A	WO, A, 87/00768 (H. GROCHOWSKI) 12 February 1987 ---	
A	DE, A, 2004966 (CESKOSLOVENSKA AKADEMIE VED) 3 September 1970 ---	
A	US, A, 2766534 (F. SCHAUB) 16 October 1956 ---	
A	FR, A, 400436 (KÖLNISCHE MASCHINENBAU-ACTIEN-GESELLSCHAFT) 8 March 1909 -----	
<p>* Special categories of cited documents: ¹⁰</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"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)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>"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</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step</p> <p>"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.</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>		
IV. CERTIFICATION		
Date of the Actual Completion of the International Search		Date of Mailing of this International Search Report
28 December 1988 (28.12.88)		18 January 1989 (12.01.89)
International Searching Authority		Signature of Authorized Officer
European Patent Office		

**ANNEX TO THE INTERNATIONAL SEARCH REPORT
ON INTERNATIONAL PATENT APPLICATION NO.**

EP 8800844
SA 24137

This annex lists the patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report. The members are as contained in the European Patent Office EDP file on 12/01/89. The European Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information.

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO-A- 8700768	12-02-87	DE-A, C 3528222	12-02-87
		EP-A- 0270531	15-06-88
		JP-T- 63501407	02-06-88

DE-A- 2004966	03-09-70	FR-A- 2034009	04-12-70

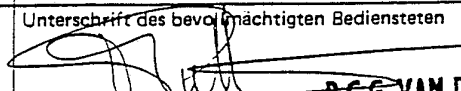
US-A- 2766534			

FR-A- 400436			

EP 8800844

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/EP 88/00844

I. KLASSEFİKATION DES ANMELDUNGSGEGENSTANDS (bei mehreren Klassifikationssymbolen sind alle anzugeben) ⁶		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
Int. Cl. ⁴ B 01 D 46/34; B 01 J 8/12; B 01 D 53/08		
II. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff ⁷		
Klassifikationssystem	Klassifikationssymbole	
Int. Cl. ⁴	B 01 D 46/00; B 01 D 53/00; B 01 J 8/00	
Recherchierte nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Sachgebiete fallen ⁸		
III. EINSCHLÄGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN⁹		
Art*	Kennzeichnung der Veröffentlichung ¹¹ , soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile ¹²	Betr. Anspruch Nr. ¹³
A	WO, A, 87/00768 (H. GROCHOWSKI) 12. Februar 1987 --	
A	DE, A, 2004966 (CESKOSLOVENSKA AKADEMIE VED) 3. September 1970 --	
A	US, A, 2766534 (F. SCHAUB) 16. Oktober 1956 --	
A	FR, A, 400436 (KÖLNISCHE MASCHINENBAU-ACTIEN-GESELLSCHAFT) 8. März 1909 -----	
<p>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen¹⁰:</p> <p>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)</p> <p>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"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</p> <p>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als 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</p> <p>"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p>		
IV. BESCHEINIGUNG		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
28. Dezember 1988		18 JAN 1989
Internationale Recherchenbehörde Europäisches Patentamt		Unterschrift des bevollmächtigten Bediensteten  P.C.G. VAN DER PUTTEN

ANHANG ZUM INTERNATIONALEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE INTERNATIONALE PATENTANMELDUNG NR.

EP 8800844
 SA 24137

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten internationalen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am 12/01/89
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO-A- 8700768	12-02-87	DE-A, C 3528222	12-02-87
		EP-A- 0270531	15-06-88
		JP-T- 63501407	02-06-88
DE-A- 2004966	03-09-70	FR-A- 2034009	04-12-70
US-A- 2766534		Keine	
FR-A- 400436		Keine	

EPO FORM P0473

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82