



(12) Ausschließungspatent

(11) DD 300 962 A7

Erteilt gemäß § 18 Absatz 2
Patentgesetz der DDR
vom 27. 10. 1983

5(51) B 01 D 3/00
B 01 D 53/18

In Übereinstimmung mit den entsprechenden
Festlegungen im Einigungsvertrag

DEUTSCHES PATENTAMT

(21) DD B 01 D / 339 289 1

(22) 02. 04. 90

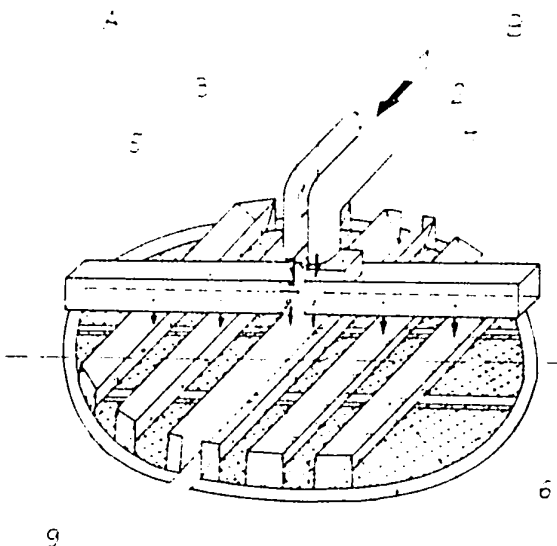
(45) 17. 09. 92

(72) Wittkopf, Manfred, Dipl.-Ing.; Sagasser, Wilfried, Dipl.-Ing.; Leschke, Ulrich; Schulz, Dieter, Dipl.-Chem.;
Haake, Winfried; Bremer, Ellen, Dipl.-Chem.; Badelt, Dieter, Dipl.-Ing.; Schweizer, Wolfram, Dipl.-Ing.;
Wrabetz, Gunter, Dipl.-Ing.; Mascheck, Andreas, Dipl.-Ing.; Zager, Helfried, DE
(73) Petrolchemie und Kraftstoffe AG, O - 1330 Schwedt (Oder), DE

(54) Vorrichtung zur Flüssigkeitsaufgabe auf Füllkörperschüttungen in Kolonnen

(55) Stoffaustauschkolonnen; Füllkörperschüttungen;
Flüssigkeitsverteiler; Verteilerelemente; V-förmige
Rinnen; Flanken; Ausflußöffnungen; konstruktive
Parameter

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur
Flüssigkeitsverteilung in Stoffaustauschkolonnen mit
Füllkörperschüttungen. Zur Erhöhung des
Flüssigkeitsverteilungseffektes wird erfindungsgemäß
ein Flüssigkeitsverteiler vorgeschlagen, dessen
Verteilerelemente aus V-förmigen Rinnen (7) bestehen.
Die Ausflußöffnungen (9, 10) sind in regelmäßigen
Abständen an den Flanken der Rinnen (7) in der Nähe
der Spitze und dicht über dem Gitter (11) angeordnet. In
den Verteilerrinnen (7) wird die Flüssigkeit, die ihnen aus
den Zuführungsöffnungen (6) mittig zuströmt, nach
beiden Seiten abgeführt und durch die
Ausflußöffnungen (9, 10) gelangt die Flüssigkeit in den
Bereich des Gitters (11) und damit auf die
Füllkörperschüttung. Fig. 1



Patentanspruch:

Vorrichtung zur Flüssigkeitsaufgabe auf Füllkörperschüttungen in Kolonnen, bestehend aus Zuleitungsrohr, Verteilerkasten, Verteilertrog und Verteilerelementen, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Verteilerelemente aus V-förmigen Verteilerrinnen (7) bestehen, die parallel zu einem Durchmesser der Kolonne angebracht sind und zwischen ihnen ein Abstand von mindestens deren Breite eingehalten wird, daß die Verteilerrinnen (7) an beiden Enden, am Tragring (13) durch Verschlußbleche (8) abgeschlossen sind, daß die Verteilerrinnen (7) einen Öffnungswinkel von 25 bis 45° bei Berieselungsstärken von 5 bis 25 m³ Flüssigkeit je Stunde und m² Kolonnenquerschnitt bzw. 45 bis 65° bei Berieselungsstärken von 20 bis 60 m³ Flüssigkeit je Stunde und m² Kolonnenquerschnitt sowie Schenkellängen von 80 bis 120 mm aufweisen, daß an den Flanken der Verteilerrinnen (7) in der Nähe der Spitze waagrecht oder geringfügig von der Mitte zu den Verschlußblechen (8) in Winkeln von 2 bis 5° abfallend bei geringen Berieselungsdichten die Ausflußöffnungen (9) einseitig bzw. bei höheren Berieselungsdichten die Ausflußöffnungen (10) zweiseitig angebracht sind, wobei der Durchmesser der Ausflußöffnungen (10) 10 bis 15 mm und der Abstand zwischen ihnen das 2 bis 3fache der vollen Breite der Verteilerrinne (7) beträgt, daß benachbarte Lochreihen jeweils mittig versetzte Teilungen aufweisen und daß zwischen Tragring (13), den Spitzen der Verteilerrinnen (7) und den Trägern (12) ein Gitter (11) mit einer Maschenweite von maximal 20 mm aufgespannt ist.

Hierzu 1 Seite Zeichnung

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Flüssigkeitsaufgabe auf Füllkörperschüttungen in Kolonnen, die besonders für hohe Gasbelastungen und vergleichsweise geringe Flüssigkeitsmengen, jedoch auch an andere Belastungsverhältnisse anpaßbar, bei Stoff- und Wärmeübertragungsprozessen in den Füllkörperschüttungen geeignet ist.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Unter der Vielzahl bekannter Bauarten von Flüssigkeitsverteilern für die Flüssigkeitsaufgabe auf Füllkörperschüttungen sind zwei Haupttypen erkennbar. Das sind zum einen Vorrichtungen, bei denen auf einem als Bodenplatte installierten Blech Gasdurchtrittskamine angebracht sind, durch die das aus der Füllkörperschüttung aufsteigende Gas ohne Kontakt mit der auf der Bodenplatte stehenden Flüssigkeit hindurch geleitet wird und eben diese Flüssigkeit durch Öffnungen in der Bodenplatte auf die Füllkörperschüttung verteilt wird. Der andere Haupttyp sind Verteiler, bei denen die in einzelnen Strömen abfließende Flüssigkeit, also nach ihrer Verteilung, durch den gleichen Strömungsquerschnitt geführt wird wie das aufsteigende Gas. Da dieser Querschnitt von der Verteilervorrichtung selbst gebildet wird, stellt er eine beträchtliche Verengung des Strömungsweges dar, und Gas und Flüssigkeit begegnen sich demnach an der Stelle ihrer maximalen Geschwindigkeiten. Verteilerkonstruktionen dieses Typs sind als Tüllenboden-, Trog- oder Rinnenverteiler bekannt.

Aus der prinzipiellen Darstellung dieser beiden Konstruktionsweisen sind sofort eine Reihe von Nachteilen ersichtlich. In beiden Fällen ist eine Verbesserung des Verteilungseffektes und der Strömungsverhältnisse in der oberen Zone der Füllkörperschüttung nur mit Vermehrung des ohnehin hohen Konstruktionsaufwandes möglich, z. B. Erhöhung der Anzahl der Tüllen, Tröge oder Gasdurchtrittskamine. Der Verteilungsgütegrad der erstgenannten Typen ist streng an eine bestimmte Flüssigkeitsberechnungsdichte gebunden, bei Flüssigkeiten mit Verschmutzungsneigung kann die Funktionsweise völlig zum Erliegen kommen. Im anderen Falle sind wegen der hohen Geschwindigkeiten im Verteilerquerschnitt sehr enge Belastungsgrenzen gesetzt, vor deren Erreichen jedoch schon eine merkliche Verschlechterung der Flüssigkeitsverteilung festzustellen ist. Darüber hinaus ist beiden Konstruktionsweisen der Nachteil gemeinsam, daß bei vergleichsweise geringen Flüssigkeitsbeaufschlagungen und erhöhten Gasbelastungen ein schlechter Flüssigkeitsverteilungseffekt erzielt wird. Des weiteren sind unter gewöhnlichen Einsatzbedingungen Vorrichtungen zum Niederhalten der Füllkörper in der Schüttung notwendig.

In der AT-PS 187514 ist in Figur 1 eine Verteilerkonstruktion mit etwa V-förmiger Verteilerrinne und Bodenauslaßöffnungen dargestellt. In Anpassung an die darunterliegenden Einbauten sind die Rinnen allerdings kreisförmig gestaltet. Es ist offensichtlich, daß die Bodenöffnungen leicht mit Schmutz zugesetzt werden können. Dies und die streng punktförmige Flüssigkeitsaufgabe auf den darunterliegenden Funktionsteil der Kolonne führt zu relativ schlechter Anfangsverteilung der Flüssigkeit.

Ähnliches trifft auch für die Konstruktion des Flüssigkeitsverteilers mit U-förmigem Rinnenquerschnitt, wie in der DE-AS 2102424 beschrieben, zu.

Hier sind noch jeweils vom oberen Rand der Flanken der Verteilerrinne her zusätzlich Überlaufschlitze eingelassen, die offensichtlich bei höheren Flüssigkeitsbeaufschlagungen wirksam werden. Die Flüssigkeit, die aus den Schlitzen austritt und an den Flanken der Rinne herabrieselt, steht in Wechselwirkung mit der Gasströmung der höchsten Geschwindigkeit im

Zwischenraum, der von den Verteilerrinnen freigegeben wird. Bei hohen Gas- und Flüssigkeitsbelastungen in der Kolonne kann der Verteiler zum Kapazitätsengpaß in der Kolonne werden.

Der gleiche Nachteil ergibt sich auch aus der Verteilerkonstruktion, die in der europäischen Patentanmeldung 0273191 beschrieben wird.

Auch hier wird die Hauptmenge der Flüssigkeit aus seitlichen Öffnungen der – in diesem Fall kastenförmigen – Verteilerrinnen freigegeben und dann verteilt.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, eine Vorrichtung zur Flüssigkeitsaufgabe auf Füllkörperschüttungen in Kolonnen bereitzustellen, die einfach im Aufbau ist und bei deren Anwendung günstige Strömungsverhältnisse in der oberen Zone der Füllkörperschüttungen und eine qualitativ gute Flüssigkeitsverteilung bei gleichzeitiger hoher Belastungsflexibilität erreicht werden. Des weiteren sollen mit dieser Vorrichtung die Füllkörper in der Schüttung niedergehalten werden.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zur Flüssigkeitsaufgabe auf Füllkörperschüttungen in Kolonnen technisch so zu gestalten, daß in der Kolonne ein effektiver Stoffaustausch gewährleistet werden kann.

Erfindungsgemäß wird ein effektiver Stoffaustausch in Kolonnen mit Füllkörperschüttungen erreicht, wenn die Flüssigkeit mit einer Vorrichtung, deren Verteilerelemente aus V-förmigen Rinnen bestehen und bei denen die Ausflußöffnungen an den Flanken der Rinnen angebracht sind, verteilt wird. Die Verteilerrinnen werden parallel zu einem Durchmesser der Kolonne angebracht, wobei zwischen ihnen ein Abstand von mindestens deren Breite eingehalten wird.

Der Flüssigkeitszulauf zu den Rinnen erfolgt in üblicher Weise über ein Zuleitungsrohr, Verteilertrog, der bei höheren Flüssigkeitsdurchsätzen mit einem Verteilerkasten versehen ist, und schließlich über die Zuführungsöffnungen im Boden des Verteilertroges. Der Verteilerkasten hat hier die Aufgabe, die aus dem Zuleitungsrohr austretende Flüssigkeit zu beruhigen, von Gasanteilen zu trennen und sie gleichmäßig in die Arme des Verteilertroges zu leiten.

In den Verteilerrinnen wird die Flüssigkeit, die ihnen aus den Zuführungsöffnungen mittig zuströmt, nach beiden Seiten abgeführt und durch die Ausflußöffnungen, die in regelmäßigen Abständen an den Flanken der Rinnen angebracht sind, gelangt die Flüssigkeit in den Bereich des Gitters und damit auf die Füllkörperschüttung.

Mit dieser Gestaltung ist eine sehr gute Flüssigkeitsverteilung erreichbar, die selbst bei Belastungsschwankungen während des Betriebes erhalten bleibt. Durch den Dreiecksquerschnitt der Rinnen wird ein guter Vorverteilungseffekt von der Durchmesserlinie, die vom Verteilertrog markiert wird, her bis zu den Verschußblechen auf dem Tragring hin erzielt. Die Ausflußöffnungen, aus denen die Flüssigkeit aus den Verteilerrinnen abfließt, sind in der erfindungsgemäßen Weise so positioniert, daß sie nicht im Bereich der maximalen Gasgeschwindigkeit liegen, sondern im unteren Teil der schräg aufsteigenden Flanken, in der Nähe der Spitze der Verteilerrinnen und dicht über dem Gitter. Dadurch wird eine Reihe von Vorteilen im Sinne eines guten Verteilereffektes erreicht. Über die Spitze der Verteilerrinnen wird eine Verteilung längs der Rinnen durch Leckmengen vonstatten gehen. Weiterhin trifft der Strahl aus den Ausflußöffnungen schräg auf Gitter und Füllkörperbett auf, wodurch die Verteilung günstig eingeleitet wird. Schließlich sorgt die Benetzbarkeit von Flüssigkeit auf dem Gittermaterial für eine intensive Vorverteilung auf den Füllkörperschüttungen. Auf diese Weise tritt die Flüssigkeit sehr gleichmäßig ausgebreitet in die Füllkörperschüttung ein und kann unmittelbar mit dem aufsteigenden Gasstrom in intensiven Stoff- und Wärmeaustausch treten. Sehr günstige Verhältnisse sind auch für die Gasströmung gegeben, weil die Verengung des Strömungsquerschnittes und die dadurch erfolgende Beschleunigung erst praktisch am oberen Ende des Verteilers erfolgen und die Gasströmung in der Füllkörperschicht wenig davon beeinflusst ist. Damit sind in fast der gesamten Füllkörperschicht gute Bedingungen für die gewünschten Austauschprozesse gesetzt. Das Gitter erfüllt gleichzeitig die Funktion des Niederhalters für die Füllkörper, damit diese das Bett nicht verlassen können. Weitere konstruktive Details zum Verteilertrog und dem aufsitzenden Verteilerkasten, der den Schwall der aus dem Zuleitungsrohr ausströmenden Flüssigkeit aufnehmen soll und gleichzeitig eine erste Abtrennung von eventuell mitgeführtem Gas einleiten soll, sowie zu den Trägern, die die Verteilerrinnen unterstützen sollen, sind frei wählbar unter Berücksichtigung ihrer vorgegebenen Funktionsweise. Die Befestigung des Tragringes auf den Tragelementen an der Kolonnenwand erfolgt in üblicher Weise durch Schrauben, Knaggen und ähnliches. Es ist leicht vorstellbar, daß sich in Verwirklichung der beschriebenen Prinzipien eine robuste, schmutzunempfindliche und leichtmontierbare sowie werkstoffsparende Verteilerkonstruktion aufbauen läßt.

Die aus dem Funktionsprinzip herrührende Flexibilität der Verteilerleistungsfähigkeit kann durch Anpassung konstruktiver Funktionsmaße an verschiedene Belastungsfälle hinsichtlich der Flüssigkeitsbeaufschlagung noch unterstützt werden. Die besondere Eignung dieser Verteilerkonstruktion für hohe Gasbelastungen bleibt davon unberührt. So kann der Öffnungswinkel der Verteilerrinnen direkt von der zu verteilenden Flüssigkeitsmenge abhängig gemacht werden. Für geringe Berieselungsstärken von 5 bis 25 m³ Flüssigkeit je Stunde und m² Kolonnenquerschnitt erweist sich ein Öffnungswinkel von 25–45° als vorteilhaft, für höhere Berieselungsdichten im Bereich von 20 bis 60 m³ je Stunde und m² kommen Öffnungswinkel von 45–65° zur Anwendung. Zur Sicherung eines ausreichenden Gasdurchtrittsquerschnittes empfehlen sich im angegebenen Bereich der Öffnungswinkel Schenkellängen für die Verteilerrinnen von 80 bis 120 mm.

Anpassungsfähig ist die vorgestellte Verteilerkonstruktion auch hinsichtlich der Ausflußöffnungen. Um der Gefahr des Versetzens vorzubeugen, ist deren Durchmesser in der Größe von 10 bis 15 mm zu wählen. Der Abstand zwischen den Löchern soll das zwei- bis dreifache der vollen Breite der Verteilerrinne betragen, die entsprechende Teilung in benachbarten Lochreihen soll jeweils mittig versetzt erfolgen.

Die Berücksichtigung der Flüssigkeitsdurchsätze erfolgt in den obengenannten Wertebereichen so, daß einseitig Lochreihen an den Flanken angebracht sind, sobald die niedrigeren Werte der Berieselungsdichte zutreffend sind, ansonsten werden die Lochreihen zweiseitig an den Verteilerrinnen vorgesehen. Für den Fall extrem geringer Berieselungsdichten um 5 m³ je Stunde

und m^2 Kolonnenquerschnitt werden die Lochreihen mit einer geringen Neigung von 2 bis 5° , von der Mitte der Verteilerrinnen bis zu den jeweiligen Verschußblechen gerechnet, versehen.

Die Funktionsweise des Gitters ist voll gewährleistet, wenn es eine lichte, relative Öffnung von größer 60% aufweist und die Maschenweite dabei 20 mm nicht übersteigt.

Die nach oben offenen und im Querschnitt sich erweiternden Verteilerrinnen ermöglichen auch eine gleichmäßige, weitgehend störungsfreie Flüssigkeitsverteilung bei entgasenden Flüssigprodukten, wie sie zum Beispiel typisch auftreten bei Strip- und Absorptionsprozessen in Mitteldruckanlagen der Erdölverarbeitung. Der sich andererseits nach unten verjüngende Rinnenquerschnitt und die trotz guten Verteilungseffekts möglichen relativ weiten Bohrungen der Ausflußöffnungen machen die erfindungsgemäße Vorrichtung auch geeignet, wenn das Flüssigprodukt viele und grobe Schmutzpartikel mitführt. Ein Unwirksamwerden der Verteilung ist kaum zu befürchten.

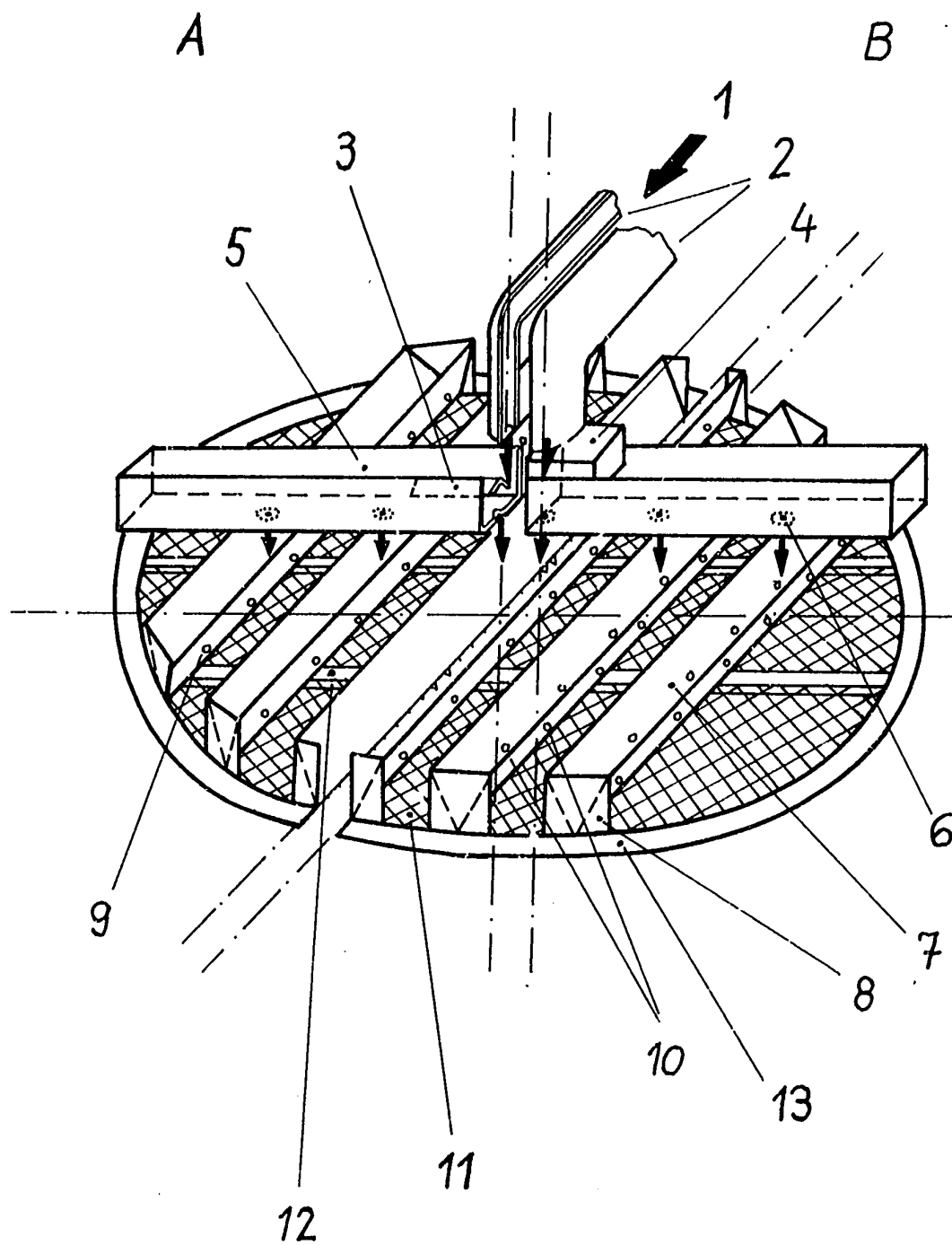
Zu den geschilderten Vorteilen der guten und stabilen Verteilung sowie der Unempfindlichkeit gegen Störeinflüsse beim Entgasen der Flüssigkeit und deren Beladung mit Schmutz kommen die Vorteile einer einfachen und robusten Bauart, die den Fertigungs- und Montage-Aufwand gering halten.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll anhand eines Beispiels und einer Zeichnung näher erläutert werden.

Fig. 1 zeigt die Schrägaufsicht der Vorrichtung in Halbschnitten zweier konstruktiver Varianten. Auf der linken Bildhälfte ist die Ausführungsform dargestellt, die vorteilhaft für geringe Flüssigkeitsbelastungen angewendet werden kann, und auf der rechten Hälfte diejenige für erhöhte Flüssigkeitsbeaufschlagungen. Diese Art der Gegenüberstellung macht die einfache Anpassungsmöglichkeit der Vorrichtung an verschiedene Flüssigkeitsbelastungen augenscheinlich. Sie besteht im größeren Öffnungswinkel der Verteilerrinnen 7 bei größeren Flüssigkeitsbelastungen und im Anordnen der Öffnungen in den Verteilerrinnen 7. Ausflußöffnungen, einseitig angebracht, 9 sind charakteristisch für niedrige Flüssigkeitsbeaufschlagungen; für höhere Werte kommen Ausflußöffnungen, zweiseitig angebracht, 10 in Frage. Die Möglichkeiten der Flüssigkeitszuleitung sind in Figur 1 angegeben. Bei geringen Flüssigkeitsmengen genügt ein einfaches Prallblech 3, um den Flüssigkeitsstrom aus dem Zuleitungsrohr 2 ausreichend im Verteilerkasten 4 zu verteilen. Bei höheren Mengenströmen ist ein Verteilerkasten 4 vorgesehen, der außerdem ein Überspritzen der Flüssigkeit verhindert. Diese beiden Möglichkeiten, dargestellt in der linken bzw. rechten Bildhälfte der Figur 1, entsprechen auch den konstruktiven Lösungen der beiden nachfolgend geschilderten Beispielsvarianten.

Für die relativ geringe Berieselungsstärke von $6 m^3$ je m^2 Kolonnenquerschnitt und Stunde bei einem Kolonnendurchmesser von 1,8 m sind Verteilerrinnen 7 mit Schenkellängen von ca. 83 mm und einem Öffnungswinkel von 30° vorgesehen. Somit beträgt die Öffnungsbreite der Rinne 50 mm. Das gleiche Maß ist zwischen den Oberkanten benachbarter Verteilerrinnen 7 realisiert. Wegen der zu erwartenden geringen Verschmutzungsneigung sind Bohrungen von 10 mm Durchmesser und in Anpassung an die Berieselungsstärke Ausflußöffnungen, einseitig angebracht, 9 vorgesehen, und zwar so, daß ein Rinnenzwischenraum von jeweils einer Bohrungsreihe bedient wird. Der Abstand der Bohrungen beträgt von Mitte zu Mitte innerhalb einer Reihe 150 mm; der Abstand der Bohrungsmitten, von der Spitze der Rinne aus gerechnet, 10 mm. Mit diesen Maßen wird ein Öffnungsverhältnis, das ist die minimale Gasdurchtrittsfläche bezogen auf den Kolonnenquerschnitt von 0,5 erreicht. Zur Komplettierung des Verteilers gehört der Verteilertrog 5. Er hat im beschriebenen Fall Rechteckquerschnitt mit 150 mm Breite und 130 mm Höhe und Zuführungsöffnungen 6 als Bohrungen mit einem Durchmesser von 25 mm. Eine Ausführungsvariante für höhere Berieselungsstärken, hier $35 m^3$ je m^2 Kolonnenquerschnitt und Stunde, ist in der rechten Bildhälfte von Figur 1 dargestellt. Der Kolonnendurchmesser beträgt 1,476 m. Die Verteilerrinnen 7 haben einen Öffnungswinkel von 60° , eine Spannweite von 95 mm und eine daraus resultierende Schenkellänge von ca. 93 mm. Die Ausflußöffnungen, zweiseitig angebracht, 10 sind als Bohrungen von 15 mm Durchmesser ausgeführt. Ihr Mittenabstand in einer Reihe beträgt 85 mm, der zur Spitze der Rinne 20 mm. Die beiden Bohrungsreihen jeder einzelnen Rinne sind untereinander mittig versetzt, ebenso die Bohrungsreihen, die sich bei benachbarten Verteilerrinnen gegenüberliegen. Auch bei dieser Ausführungsform beträgt das Öffnungsverhältnis des gesamten Verteilers 0,5. Die Zuführungsöffnungen 6 am Boden des rechteckig geformten, oben offenen Verteilertrogs 5 haben einen Bohrungsdurchmesser von 40 mm. Als Gitter 11 ist in beiden Varianten Streckmetall mit einer effektiven Maschenweite von 20 mm eingesetzt. Dessen Befestigung an den Spitzen der Verteilerrinnen 7 und an den zur Stabilisierung der Konstruktion vorgesehenen Trägern 12 sowie den Tragring 13 wird durch Punktschweiß-Verbindungen gewährleistet. Die übrigen Einzelheiten der Vorrichtung, z.B. der Tragring 13 und die Verschußbleche 8, sind in Anpassung an die Einbaugegebenheiten und Zweckbestimmung frei gestaltbar.

Fig. 1