



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2005 050 283 A1** 2007.04.26

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2005 050 283.0**

(22) Anmeldetag: **20.10.2005**

(43) Offenlegungstag: **26.04.2007**

(51) Int Cl.⁸: **B01J 4/00** (2006.01)

B01F 3/04 (2006.01)

B01J 8/06 (2006.01)

(71) Anmelder:

BASF AG, 67063 Ludwigshafen, DE

(74) Vertreter:

**Patentanwälte Isenbruck Bösl Hörschler
Wichmann Huhn, 68165 Mannheim**

(72) Erfinder:

Gerlinger, Wolfgang, Dr., 67117 Limburgerhof, DE;

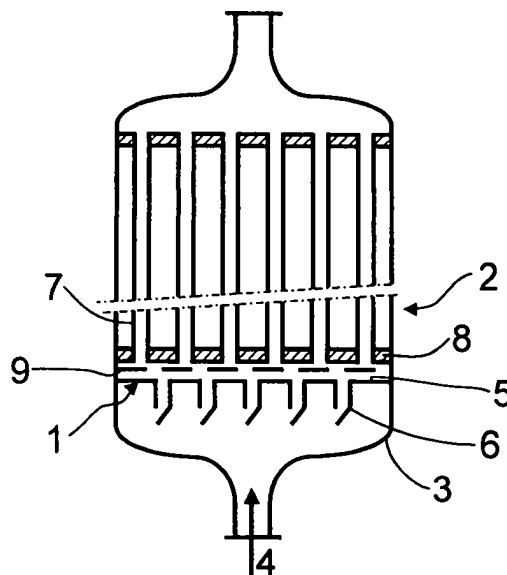
Mattke, Torsten, Dr., 67251 Freinsheim, DE; Bey,

Oliver, Dr., 67150 Niederkirchen, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verteilervorrichtung für ein Gas-Flüssigphasengemisch für Apparate**

(57) Zusammenfassung: Verteilervorrichtung (1) für ein Gas-Flüssigphasengemisch für einen Apparat (2), wobei eine Gas- und eine Flüssigphase über mindestens eine Zuführöffnung (4) in den Innenraum des Apparates (2) eingeleitet wird, dadurch gekennzeichnet, dass die Verteilervorrichtung (1) einen horizontalen Boden (5) und daran angeordnete vertikale, stromaufwärts offene Flüssigphasenführungselemente (6) umfasst, die sich in Richtung der Zuführöffnung (4) durch das sich ausbildende Gaspolster hinaus erstrecken, wobei am Umfang der Flüssigphasenführungselemente (6) mindestens eine Öffnung (10) für die Gasphase im Bereich des sich ausbildenden Gaspolsters und mindestens eine Öffnung (11) für die Flüssigphase vorgesehen sind.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Verteilervorrichtung für ein Gas- Flüssigphasengemisch für Apparate zur gleichmäßigen Verteilung einer Gas- und einer Flüssigphase über den Querschnitt des Apparates.

Stand der Technik

[0002] Bei chemischen Prozessen ist es häufig erforderlich, eine Gas- und eine Flüssigphase, insbesondere in Form eines Gas-Flüssigphasengemisches, in einen Apparat über mindestens eine Zuführöffnung einzuleiten, deren hydraulischer Durchmesser im Vergleich zum hydraulischen Durchmesser des Apparates kleiner sein kann. Bedingt durch die hydraulischen Durchmesserhältnisse und die damit einhergehenden Strömungsverhältnisse sowie dem herrschenden Dichteunterschied zwischen Gas- und Flüssigphase kommt es insbesondere zu einer ungleichmäßigen Verteilung der Gasphase über den Querschnitt des Apparates. Dies führt zu Problemen, vor allem wenn im Apparat ein kontinuierliches Festbett angeordnet ist, oder aber mit Feststoffpartikeln, beispielsweise Katalysatoren, gefüllte Kontaktrohre oder Spalten zwischen Thermoblechplatten vorhanden sind. Aber auch schon in der Zuführung kann es durch entsprechende Strömungsverhältnisse zu einer gewissen Trennung von Gas- und Flüssigphase oder auch zu einer ungleichförmigen Einleitung von Gas- und Flüssigphase kommen, die eine Vergleichmäßigung des Einleitungsstromes notwendig machen.

[0003] Darüber hinaus erweist sich das Zuführen eines zweiphasigen Gemisches und eine gleichmäßige Verteilung desselben über den Querschnitt des Apparates als problematisch, da durch eine Veränderung in der Gas-Flüssigverteilung oder in der Komponentenzusammensetzung in den zwei Phasen ein zusätzlicher Freiheitsgrad in dem zweiphasigen Gemisch vorliegt. So kann eine ungleichmäßige Verteilung der Phasen zu einer Verschiebung des Gleichgewichtes und somit zu einer lokalen Veränderung der Komponentenzusammensetzung der einzelnen Phasen führen. Beispielsweise kann es in den Randgebieten, die von der Gasphase nur unzureichend erreicht werden, zum Verdampfen einer Komponente aus der Flüssigphase kommen, so dass diese an dieser Komponente verarmt.

[0004] Apparate für chemische Reaktionen, in denen ein Gas-Flüssigphasengemisch eingeleitet wird, weisen unter anderem einen zentralen, zylinderförmigen oder prismatischen Teil auf, in dem die chemische Reaktion stattfindet. Gegebenenfalls wird die chemische Reaktion katalysiert, wobei in dem Apparat ein kontinuierliches Festbett, mit Katalysatoren oder Katalysatorpartikeln gefüllte Kontaktrohre oder Thermoblechplatten mit dazwischen angeordneten

Spalten vorgesehen ist. An beiden Enden ist der Apparat durch Deckel oder Böden geschlossen, die beispielsweise flach oder gewölbt, in Form von Klöpperböden, Korbbogenböden oder Kugelschalen ausgebildet sind.

[0005] Im Bereich eines unteren Bodens werden eine Gas- und eine Flüssigphase über mindestens eine Zuführöffnung einer Zuführereinrichtung in den Apparat eingeleitet. Beim Eintreten eines Gas-Flüssigphasengemisches durch die Zuführöffnung in den Innenraum des Apparates kann es dort durch Koaleszenz der Gasphase zur Ausbildung großer Gasblasen oder eines Gasstrahls kommen, die zentral aufsteigen und gegebenenfalls auf die Oberfläche eines Festbettes beziehungsweise eines Rohrbodens prallen, in dem die Kontaktrohre angeordnet sind. Im Gegensatz dazu werden die äußeren Bereiche des Apparates von der Gasphase nur unzureichend erreicht, wodurch es dort zu einer ungleichmäßigen Verteilung kommt. Unter Umständen findet zusätzlich ein Phasenübergang einer oder mehrerer Komponenten statt, und damit ergibt sich ein lokal verändertes Gleichgewicht. Dies bedingt in dem Apparat eine Uneinheitlichkeit in den Reaktionsbedingungen, wodurch die chemische Reaktion nicht optimal verläuft. Aber auch schon in der Zuführung kann es zu einer ungleichmäßigen Verteilung der beiden Phasen kommen. Darüber hinaus führen unterschiedlich große Gasblasen zu einer unerwünschten ungleichmäßigen Verteilung der beiden Phasen über den Apparatquerschnitt.

[0006] Um eine Vergleichmäßigung der Verteilung des Gas-Flüssigphasengemisches zu erzielen und um die beschriebenen Probleme zu vermeiden, ist es notwendig, Verteilervorrichtungen im Bereich der Zuführöffnung einzusetzen.

[0007] Aus US-A-6 029 956 ist für Blasensäulen bekannt, welche mit einer Flüssigphase beaufschlagt sind, die zugeführte Gasphase an Sinterplatten oder Lochplatten in die Flüssigphase zu dispergieren. Hierfür bildet die schneller aufsteigende Gasphase ein Gaspolster unterhalb der Einbauten, wodurch die Flüssigphase an der Sinter- oder Lochplatte vorbei strömt. An der Platte dispergiert die Gasphase in die Flüssigphase durch weitgehend gleichmäßig verteilte Durchgangsöffnungen. Übertragen auf ein System, in dem ein Zweiphasengemisch zugeführt wird, ergibt sich der Nachteil, dass aufgrund unbekanntener Separations- und Koaleszenzverhaltens und des herrschenden Strömungsverhältnisses die Auftrennung der beiden Phasen nicht vollständig sein kann. Darüber hinaus muss den beiden Phasen stromaufwärts im Apparat ein Raum zur Verfügung gestellt werden, um eine Vergleichmäßigung der Verteilung zu gewährleisten.

[0008] Im Gegensatz dazu steht ein sich über den

gesamten Querschnitt des Apparates erstreckender Siebboden, an dem sowohl die Gasphase als auch die Flüssigphase durch gleiche Öffnungen des Siebbodens gleichmäßig über den Apparatequerschnitt dispergieren. Ein derartiger Siebboden erzeugt einen hohen Druckverlust in dem Apparat, wodurch die Betriebskosten sich erhöhen. Allerdings hat sich gezeigt, dass ein Siebboden ungeeignet ist, um ein mehrphasiges Gemisch zu vergleichmäßigen. Ein Einsatz in Apparaten mit einem Festbett, erschwert den Zugriff auf das dahinter liegende Festbett, der insbesondere notwendig sein kann, um im Falle eines Katalysatorfestbettes den verbrauchten Katalysator auszutauschen.

[0009] Ringverteiler, die in einem Rohrboden untergebracht sind und eine Vielzahl von Öffnungen zur Vergleichmäßigung einer Verteilung aufweisen, benötigen ein großes Einbauvolumen, da für eine gleichmäßige Verteilung mehrere Ringe mit einer großen Anzahl von Öffnungen notwendig sind. Als problematisch erweist sich, dass innerhalb des Ringverteilers eine einheitliche Strömung des Zweiphasengemisches gewährleistet sein muss, um keine Verschiebung der Gas- Flüssigverteilung über den Strömungsquerschnitt zu erzeugen.

Aufgabenstellung

[0010] Dem gegenüber ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Verteilervorrichtung für eine Gas- und eine Flüssigphase für einen Apparat zur Verfügung zu stellen, um eine über den gesamten Querschnitt des Apparates gleichmäßige Verteilung zu erreichen, welche unabhängig von deren Separations- und Koaleszenzverhalten sowie dem herrschenden Strömungsverhältnissen ist. Insbesondere soll eine gleichförmige Verteilung über den gesamten Querschnitt des Apparates bei einer konstanten Zusammensetzung der Phasen gewährleistet sein, wobei die Verteilervorrichtung konstruktiv einfach und entsprechend kostengünstig sein soll. Hierbei soll die Verteilervorrichtung grundsätzlich für alle Arten von Gas-Flüssig-Kontaktapparaten geeignet sein, bevorzugt für Apparate in denen ein Festbett angeordnet ist, oder Rohrbündelapparate mit einer Vielzahl von Kontaktrohren, die in Rohrböden eingeschweißt und mit Katalysatorpartikeln gefüllt sind. Weiterhin auch Apparate mit darin angeordneten Thermoblechplatten, mit Spalten zwischen den Thermoblechplatten, die mit partikelförmigem heterogenem Katalysator gefüllt sind.

[0011] Die Aufgabe wird durch eine Verteilervorrichtung für ein Gas- Flüssigphasengemisch für einen Apparat gelöst, wobei eine Gas- und eine Flüssigphase über mindestens eine Zuführöffnung in den Innenraum des Apparates geleitet wird, dadurch gekennzeichnet, dass die Verteilervorrichtung einen horizontalen Boden, an welchem sich die aufsteigende

Gasphase zu einem Gaspolster aufstaut, und an dem Boden angeordnete vertikale, stromaufwärts offene Flüssigphasenführungselemente umfasst, die sich in Richtung der Zuführöffnung durch das sich ausbildende Gaspolster hinaus in die Flüssigphase erstrecken, wobei am Umfang der Flüssigphasenführungselemente mindestens eine Öffnung für die Gasphase im Bereich des sich ausbildenden Gaspolsters vorgesehen ist.

[0012] Apparate, in denen die erfindungsgemäße Verteilervorrichtung Verwendung findet, sind insbesondere solche, in denen ein Festbett beispielsweise auf einem Rückhalterost angeordnet ist oder in einem Rohrbündelapparat, in dem eine Vielzahl von Kontaktrohren in Rohrböden eingeschweißt sind, wobei das Gas-Flüssigphasengemisch über eine Zuführöffnung in einer Haube zugeführt, beispielsweise durch die Kontaktrohre geleitet und über die andere Haube aus dem Apparat abgezogen wird.

[0013] Die erfindungsgemäße Verteilervorrichtung kann auch beispielsweise in einer Strömungsleitung eingesetzt werden, die sich stromaufwärts verzweigt, wobei gewährleistet sein soll, dass die mehreren Strömungsleitungen mit dem gleichen Gas- Flüssigphasengemisch beaufschlagt werden.

[0014] Die bisher auftretende ungleichförmige Verteilung einer Gas- und Flüssigphase entsteht unter anderem dadurch, dass der hydraulische Durchmesser der Zuführöffnung um ein Vielfaches kleiner ist als der hydraulische Durchmesser des Apparates. Als „hydraulischer Durchmesser“ wird in der Strömungstechnik das Verhältnis aus dem Vierfachen der Fläche zu dem Umfang einer Öffnung bezeichnet. Aufgrund des Dichteunterschieds zwischen Gasphase und Flüssigphase steigen die Gasblasen eines Zweiphasengemisches schneller auf, beziehungsweise durch Koaleszenzverhalten und/oder Strömungsverhältnissen an der Zuführöffnung bzw. in der Zuführung kann es zur Ausbildung von großen Gasblasen oder eines Gasstrahles kommen, so dass die Gasphase mit hoher Geschwindigkeit weitgehend zentral aufsteigt.

[0015] Eine erfindungsgemäße Verteilervorrichtung nutzt die durch die Dichte- und Strömungsverhältnisse hervorgerufene Separierung der Gas- und der Flüssigphase an der Verteilervorrichtung. Die Verteilervorrichtung umfasst einen horizontalen Boden, der beispielsweise als eine sich über den gesamten Querschnitt des Apparates erstreckende Platte ausgebildet sein kann. An diesem horizontalen Boden staut sich die Gasphase zu einem Gaspolster auf. An dem horizontalen Boden sind vertikale Flüssigphasenführungselemente angeordnet, beispielsweise gestaltet als sich nach unten in Richtung Zuführöffnung erstreckende Rohre, welche stromaufwärts eine Öffnung aufweisen. Die Länge der Rohre ist der-

art gewählt, dass sie die Höhe des sich ausbildenden Gaspolsters übersteigt und somit durch das aufgestaute Gaspolster in die Flüssigkeit reichen.

[0016] Eine weitere Ausführungsform sieht eine Verteilervorrichtung aus einem Stück beispielsweise einem Blech vor. Hierbei ergeben sich ein horizontaler Boden und die vertikalen Flüssigphasenführungselemente aus einer entsprechend geformten dreidimensionalen Struktur eines Bleches.

[0017] Jedes vertikale Flüssigphasenführungselement weist an seinem unteren Bereich vorzugsweise eine periphere Öffnung auf, durch welche die Flüssigphase strömen kann. Das untere Ende jedes vertikalen Flüssigphasenführungselementes kann vorzugsweise derart ausgebildet sein, dass die von der Zuführöffnung des Apparates in Form von Gasblasen oder Gasstrahlen aufsteigende Gasphase nicht direkt in das Innere strömen kann.

[0018] Die sich zu einem Gaspolster aufstauende Gasphase gelangt vorzugsweise über mindestens eine Öffnung am Umfang der einzelnen vertikalen Flüssigphasenführungselemente in Höhe des sich ausbildenden Gaspolsters in den im Innenraum vorliegenden Flüssigphasenstrom. Dadurch steht der Flüssigphase und der Gasphase im Innenraum der Flüssigphasenführungselemente ein gemeinsamer Strömungsweg zur Verfügung. Nach der anfänglichen Separierung von Gas- und Flüssigphase werden dadurch die beiden Phasen derart miteinander in Kontakt gebracht, dass sich eine gleichmäßige Verteilung einstellen kann. Eine Vielzahl entsprechender vertikaler Flüssigphasenführungselemente, gleichmäßig über den Querschnitt des Apparates verteilt, und welche Öffnungen stromaufwärts für die Zweiphasenströmung zur Verfügung stellen, gewährleisten eine Vergleichmäßigung der Verteilung des Gas-Flüssigphasengemisches über den Querschnitt des Apparates.

[0019] Eine Ausführungsform der Verteilervorrichtung umfasst einen horizontalen Boden, in welchen eine Vielzahl von Rohren eingesteckt oder eingeschweißt ist. Die Rohre erstrecken sich nach unten in Richtung der Zuführöffnung und weisen ein unteres verschlossenes Ende auf, wodurch eine direkte Anströmung der Gasphase nicht möglich ist. Eine Abdeckung des unteren Endes kann beispielsweise als Kappe, Glocke oder ähnliches ausgebildet sein. Rohre, welche in einem Randbereich des Apparates angeordnet sind und damit weitestgehend nicht im Anströmbereich der aufsteigenden Gasblasen liegen, können ohne Abdeckung ausgebildet sein, wodurch eine Platzersparnis erreicht wird. Die Abdeckung kann schräg ausgeführt sein, so dass herabfallende Katalysatorpartikel einer oberhalb angeordneten Katalysatorschüttung aus dem Rohr abgeführt werden können, ohne eine Verstopfung einer Öffnung hervor-

zurufen.

[0020] Die Höhe des sich ausbildenden Gaspolsters stellt sich in Abhängigkeit von dem herrschenden Druckverlust der Gasströmung durch die Verteilerplatte, dem Druckverlust der Flüssigphase und dem hydrostatischen Druckunterschied von Gas und Flüssigkeit ein. Je nach Dichteunterschied zwischen Gas und Flüssigphase, Gasvolumenstrom bzw. Lastfall stellt sich demnach eine Höhe des Gaspolsters ein, die sich stark unterscheiden kann. Vorzugsweise sind die Rohre mit mehreren vertikal untereinander liegenden Öffnungen für die Gasphase versehen, durch welche je nach Höhe des Gaspolsters die Gasphase bzw. die Flüssigphase durchströmen.

[0021] Die für die Gasphase bereitgestellten vertikal untereinander liegenden Öffnungen können insbesondere unterschiedliche Durchmesser aufweisen. Sie liegen bevorzugt in einem Bereich von 1 mm bis 10 mm.

[0022] Die Rohre, die den gemeinsamen Strömungsweg von Flüssig- und Gasphase bereitstellen, können unterschiedliche Durchmesser haben.

[0023] Eine erfindungsgemäße Verteilervorrichtung wird vorzugsweise in einem als Rohrbündelreaktor ausgebildeten Apparat eingesetzt. In einem solchen Apparat sind Kontaktrohre in mindestens einem Rohrboden eingeschweißt und enthalten eine Katalysatorschüttung. Um eine gleichmäßige Beaufschlagung der einzelnen Kontaktrohre mittels der erfindungsgemäßen Verteilervorrichtung mit dem Gas-Flüssigphasengemisch zu erzielen, ist je ein als Rohr ausgebildetes Flüssigphasenführungselement der Verteilervorrichtung mindestens einem Kontaktrohr zugeordnet. Das durch das Rohr der Verteilervorrichtung strömende Gas-Flüssigphasengemisch kann vorzugsweise mehrere Kontaktrohre beaufschlagen. Hierbei sind an einem einzelnen Flüssigphasenführungselement am Umfang mehrere Löcher bzw. vertikale Lochreihen für die Gasphasenströmung vorgesehen, welche vorzugsweise so angeordnet sind, dass die aufsteigenden Gasblasen weitgehend direkt in den Innenraum der mehreren zugeordneten Kontaktrohre gelangen können.

[0024] Die Durchmesser der Flüssigphasenführungselemente können unterschiedlich sein, je nachdem, ob sie einem oder mehreren Kontaktrohren zugeordnet sind. In einem zentralen Bereich des Apparates kann ein Flüssigphasenführungselement der Verteilervorrichtung vorzugsweise drei Kontaktrohre beaufschlagen. In den Randbereichen des Apparates kann ein Flüssigphasenführungselement zwei oder auch einem Kontaktrohr zugeordnet sein, wobei der Durchmesser der Flüssigphasenführungselemente bevorzugt zum Randbereich hin abnimmt.

[0025] Damit die Höhe des sich ausbildenden Gaspolsters über den Querschnitt des Apparates möglichst konstant ist, wird der horizontale Boden der Verteilervorrichtung in dem Apparat nach Möglichkeit horizontal ausgerichtet. Bevorzugt ist der horizontale Boden mittels Abstandhaltern an einem Rohrboden des Apparates befestigt. Vorteilhafterweise kann mittels der Abstandshalter ebenfalls ein Rückhaltesieb eines vorhandenen Festbettes fixiert werden.

[0026] In einer bevorzugten Ausführungsform der Verteilervorrichtung, in dem ein Flüssigphasenführungselement der Verteilervorrichtung mehreren Kontaktrohren zugeordnet ist, ist ein Abstand zwischen Boden und Rohrboden in der Größenordnung des Durchmessers der Kontaktrohre vorgesehen, um einen durch eine Umlenkung hervorgerufener Druckverlust möglichst gering zu halten.

[0027] Eine weitere bevorzugte Ausführungsform der Verteilervorrichtung nutzt den unteren Rohrboden des als Rohrbündelreaktor ausgebildeten Apparates als horizontalen Boden der Verteilervorrichtung, an dem die Separierung von Gas- und Flüssigphase erfolgt. Die vertikalen Flüssigphasenführungselemente der Verteilervorrichtung, die entsprechend mit Öffnungen für die Flüssigphase und die Gasphase versehen sind, werden bevorzugt als Einsteckrohre der in dem Rohrboden eingeschweißten Kontaktrohre ausgebildet und stellen damit eine Verlängerung derselben dar. Jedes Einsteckrohr kann ein Rückhaltesieb enthalten, welches die Katalysatorpartikel trägt.

[0028] Eine weitere bevorzugte Ausführungsform der Verteilervorrichtung wird aus einem Blech gefertigt. Hierbei werden in einem Blech die Öffnungen für die Flüssigphasenströmung und die mindestens eine Öffnung für die Gasphase pro Strömungsweg gefertigt. Anschließend wird das derart gestaltete Blech mehrfach in Streifen geknickt, so dass eine dreidimensionale Struktur entsteht. Diese weist in ihren vertikalen Abschnitten die mindestens eine Öffnung für die Gasphase auf und an ihrem vertikal unteren Ende mindestens eine periphere Öffnung für die Flüssigphase. Obere horizontale Abschnitte der dreidimensionalen Struktur stellen eine Fläche für einen Abstandshalter bereit, mittels dem eine Verbindung zu einem Rohrboden des Apparates hergestellt werden kann. Untere horizontale Abschnitte verschließen die Verteilervorrichtung gegen aufsteigende Gasblasen bzw. einen aufsteigenden Gasstrahl. Anschließend wird das geknickte Blech mit einer äußeren Begrenzung beispielsweise in Form eines angeschweißten Randes versehen.

[0029] Für eine Vergleichmäßigung des sich an der Verteilervorrichtung ausbildenden Gaspolsters in den streifenförmigen, vertikalen Flüssigphasenführungselementen sollte gesorgt werden. Beispielsweise ist

es möglich die Streifen zur seitlichen Begrenzung mit Öffnungen für die Gasphase zu versehen, so dass ein Ausgleich der sich pro vertikales Flüssigphasenführungselement ausbildenden Gaspolster über den Raum zwischen seitlicher Begrenzung und der äußeren Begrenzung erfolgen kann. Alternativ kann ein Vorverteiler unterhalb der Verteilervorrichtung derart versetzt angeordnet werden, dass ein Ausgleich des Gaspolsters stattfindet.

[0030] Durch umfangreiche Untersuchungen konnte gefunden werden, dass sich das Problem einer Ungleichmäßigkeit in der Verteilung eines Gas-Flüssigphasengemisches über den Querschnitt eines Apparates in einfacher Weise durch die oben definierte Verteilervorrichtung lösen lässt, wodurch Ungleichmäßigkeiten über den Querschnitt des Apparates sowohl bezüglich der Gasphase als auch bezüglich der Zusammensetzung der Phasen vermieden werden.

Ausführungsbeispiel

[0031] Die Erfindung wird im Folgenden anhand der Zeichnung näher erläutert.

[0032] Es zeigt im Einzelnen:

[0033] [Fig. 1](#) einen Längsschnitt durch einen als Rohrbündelreaktor ausgebildeten Apparat mit einer erfindungsgemäßen Verteilervorrichtung in der unteren Haube;

[0034] [Fig. 2](#) ein Detail der Verteilervorrichtung von [Fig. 1](#);

[0035] [Fig. 3](#) einen Querschnitt durch einen als Rohrbündelreaktor ausgebildeten Apparat mit einer darunter liegenden Verteilervorrichtung;

[0036] [Fig. 4](#) einen Längsschnitt einer bevorzugten Ausführungsform einer Verteilervorrichtung;

[0037] [Fig. 5](#) eine Ausführungsform einer Verteilervorrichtung im Längsschnitt;

[0038] [Fig. 6](#) einen Querschnitt der Ausführungsform der Verteilervorrichtung von [Fig. 5](#).

[0039] Die Längsschnittdarstellung in [Fig. 1](#) zeigt einen Apparat **2** mit zentralem zylindrischem Teil, der an beiden Enden durch je eine halbkugelförmige Haube **3** abgeschlossen ist. Über eine Zuführöffnung **4**, die in der [Fig. 1](#) dargestellten Ausführungsform beispielhaft in der unteren Haube **3** zentral angeordnet ist, wird ein Gas-Flüssigphasengemisch in den Apparat **2** in dessen untere Haube **3** eingeleitet und über eine Verteilervorrichtung **1** gleichmäßig verteilt. Die Verteilervorrichtung **1** umfasst einen horizontalen Boden **5** und eine Vielzahl von sich in Richtung Zuführöffnung **4** erstreckenden Flüssigphasenführungs-

elementen **6**, welche beispielsweise als Rohre ausgeführt sein können.

[0040] In der [Fig. 1](#) ist der Apparat **2** als Rohrbündelreaktor ausgebildet, mit einem zentralen zylinderförmigen Teil, in dem Kontaktrohre **7** in Rohrböden **8** angeordnet sind. Unterhalb des unteren Rohrbodens **8** ist ein Halterost **9** angeordnet. Die Verteilervorrichtung **1** ist derart in dem Apparat **2** angeordnet, dass ein Abstand zwischen dem horizontalen Boden **5** und dem unteren Rohrboden **8** besteht, insbesondere wenn ein Flüssigphasenführungselement **6** mehreren Kontaktrohren **7** zugeordnet ist.

[0041] [Fig. 2](#) zeigt ein Detail der Verteilervorrichtung von [Fig. 1](#). Die Verteilervorrichtung **1** umfasst einen horizontalen Boden **5**, in dem sich nach unten erstreckende Flüssigphasenführungselemente **6** eingesteckt oder eingeschweißt sind. In vertikaler Richtung sind Öffnungen **10** an jedem Flüssigphasenführungselement **6** übereinander liegend angeordnet. Durch diese Öffnungen **10** dispergiert vorzugsweise die Gasphase, die sich zu einem Gaspolster unterhalb des horizontalen Bodens **5** aufgestaut hat. Zusätzlich umfasst jedes Flüssigphasenführungselement **6** eine Öffnung **11** an einem unteren Ende **12**, durch die die Flüssigphase strömt. Je nach Lastfall ergibt sich unterhalb des horizontalen Bodens **5** eine unterschiedliche Höhe des aufgestauten Gaspolsters. Demnach strömt die Gasphase durch eine oder mehrere Öffnungen **10** des Flüssigphasenführungselements **6**, wodurch die Flüssigphase sowohl durch die Öffnung **11** als auch entsprechend durch eine oder mehrere Öffnungen **10** treten kann.

[0042] Das untere Ende **12** jedes Flüssigphasenführungselementes **6** kann bevorzugt verschlossen sein, so dass die aufsteigende Gasphase nicht unmittelbar in den Innenraum des Flüssigphasenführungselementes **6** eintritt. Hierfür ist eine abgeschrägte Kappe vorgesehen, die es ermöglicht, dass herabfallende Katalysatorpartikel aus dem Flüssigphasenführungselement **6** austreten können ohne Öffnungen **10**, **11** zu verstopfen.

[0043] Der horizontale Boden **5** wird mittels von Abstandshaltern **13** an dem Rohrboden **8** befestigt, wodurch ebenfalls das Halterost **9** fixiert werden kann.

[0044] In [Fig. 3](#) ist ein Querschnitt der Verteilervorrichtung **1** von [Fig. 2](#) dargestellt. Verdeutlicht ist, dass ein Flüssigphasenführungselement **6** der Verteilervorrichtung **1** mehreren Kontaktrohren **7** zugeordnet sein kann. Der Durchmesser **14** der Flüssigphasenführungselemente **6** variiert je nachdem ob das Flüssigphasenführungselement **6** mit einem oder mehreren Kontaktrohren **7** in fluidischem Kontakt steht. An dem Umfang jedes Flüssigphasenführungselementes **6** können mehrere Reihen vertikal untereinander liegender Öffnungen **10** vorgesehen sein, so

dass vorteilhafterweise die über mehrere Öffnungen **10** in den im Innenraum jedes Flüssigphasenführungselementes **6** herrschenden Flüssigphasenstrom dispergierten Gasblasen nach oben in die jeweiligen Kontaktrohre **7** gelangen können.

[0045] In [Fig. 4](#) ist eine alternative Ausgestaltung einer Verteilervorrichtung **1** dargestellt, wobei der Rohrboden **8**, in dem die Kontaktrohre **7** eines als Rohrbündelreaktor ausgebildeten Apparates **2** eingeschweißt, eingesteckt oder eingeschraubt sind, als horizontaler Boden **5** fungiert, an dem die aufsteigende Gasphase zu einem Gaspolster aufgestaut wird. Jedem Kontaktrohr **7**, ist ein als Rohr ausgebildetes Flüssigphasenführungselement **6** zugeordnet, welches in das Kontaktrohr **7** eingesteckt oder eingeschweißt werden kann. In jedem Flüssigphasenführungselement **6** ist ein Rückhalterost **9** angeordnet, auf welchem die Katalysatorpartikel liegen, mit denen die Kontaktrohre **7** gefüllt sind. An dem sich nach unten erstreckenden Abschnitt eines Flüssigphasenführungselementes **6** sind Öffnungen **10** vorgesehen, durch die die Gasphase dispergiert. Die Durchmesser **15** der untereinander liegenden Öffnungen **10** können bevorzugt unterschiedlich sein, wobei sie beispielsweise mit der Entfernung zum Rohrboden **8** abnehmen. Am unteren Ende **12** jedes Flüssigphasenführungselementes **6** ist eine Öffnung **11** für die Flüssigphase vorgesehen. Das untere Ende **12** ist nach unten hin abgedeckt, vorzugsweise mittels einer schrägen Kappe, wodurch herabfallende Katalysatorpartikel nach außen abgeführt werden und nicht Öffnungen **10**, **11** verstopfen.

[0046] [Fig. 5](#) stellt eine weitere alternative Ausführungsform der Verteilervorrichtung **1** dar. Ausgehend von einem Blech wird durch entsprechende Knickungen eine dreidimensionale Struktur erzeugt, welche die in [Fig. 5](#) dargestellte Gestalt hat. Das Blech wird mit Öffnungen **10** versehen, welche vorzugsweise als Reihe mehrerer Öffnungen **10** ausgeführt sind. Zusätzlich wird mindestens eine Öffnung **11** für die Flüssigphasenströmung gefertigt, welche in der dreidimensionalen Struktur an einem unteren Ende zu liegen kommt. Durch Knicken entstehen obere horizontale Abschnitte **16** und untere horizontale Abschnitte **17** mit dazwischen liegenden vertikalen Abschnitten **18**, in welche die Öffnungen **10** und die Öffnungen **11** angeordnet sind. An den oberen horizontalen Abschnitten **16** können Abstandshalter **13** die Zuordnung und die Fixierung zu einem Rohrboden **8** bereitstellen. Die unteren horizontalen Abschnitte **17** sind vorzugsweise geschlossen, so dass aufsteigende Gasblasen nicht direkt in den zwischen den vertikalen Abschnitten **18** befindlichen Raum **19** eintreten können. Der Raum **19** kann über den Querschnitt des Apparates streifenförmig sein.

[0047] In [Fig. 6](#) ist eine Aufsicht der Ausführungsform der Verteilervorrichtung **1** von [Fig. 5](#) dargestellt.

Die an den vertikalen Abschnitten **18** angeordneten Reihen der Öffnungen **10** und **11** sind je einem Kontaktrohr **7** zugeordnet, wobei mit **20** die Position der Reihen der Öffnungen **10** und **11** bezeichnet werden, welche dem Inneren eines Kontaktrohres **7** zugeordnet sind. Die Verteilervorrichtung **1** überdeckt beinahe den gesamten Querschnitt des Apparates **2**. Die Verteilervorrichtung **1** umfasst eine äußere Begrenzung **21**, welche nahe an der Innenwand **22** des Apparates **2** angeordnet ist. Der Raum **19**, welcher in der Aufsicht eine streifenförmige Querschnittsfläche **23** aufweist, wird zur äußeren Begrenzung **21** hin mittels seitlicher Begrenzungen **24** abgeschlossen. In diesen seitlichen Begrenzungen **24** werden Vorteilhafterweise die Öffnungen **10** und **11** für die Gasphase bzw. für die Flüssigphase angeordnet, welche den äußersten Kontaktrohren **7** des Apparates **2** zugeordnet sind. Darüber hinaus sind in den seitlichen Begrenzungen **24** Öffnungen (nicht dargestellt) vorgesehen, welche zu einer Vergleichmäßigung des sich in dem Raum **19** ausbildenden Gaspolsters dienen.

Patentansprüche

1. Verteilervorrichtung **(1)** für ein Gas-Flüssigphasengemisch für einen Apparat **(2)**, wobei eine Gas- und eine Flüssigphase über mindestens eine Zuführöffnung **(4)** in den Innenraum des Apparates **(2)** eingeleitet wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Verteilervorrichtung **(1)** einen horizontalen Boden **(5)**, an welchem sich die aufsteigende Gasphase zu einem Gaspolster aufstaut, und an dem horizontalen Boden **(5)** angeordnete vertikale, stromaufwärts offene Flüssigphasenführungselemente **(6)** umfasst, die sich in Richtung der Zuführöffnung durch das sich ausbildende Gaspolster hinaus erstrecken, wobei am Umfang der Flüssigphasenführungselemente **(6)** mindestens eine Öffnung **(10)** für die Gasphase im Bereich des sich ausbildenden Gaspolsters und mindestens eine Öffnung **(11)** für die Flüssigphase vorgesehen sind.
2. Verteilervorrichtung **(1)** nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der horizontale Boden **(5)** als Platte mit Durchgangsöffnungen ausgebildet ist, an denen die als Rohre gestalteten vertikalen Flüssigphasenführungselemente **(6)** angeordnet sind.
3. Verteilervorrichtung **(1)** nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sie einstückig aus einem Blech dergestalt ausgebildet ist, das eine dreidimensionale Struktur mit einem horizontalen Boden **(5)** und vertikalen Flüssigphasenführungselementen **(6)** geformt ist.
4. Verteilervorrichtung **(1)** nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass an dem Umfang der vertikalen Flüssigphasenführungselemente **(6)** für die Gasphase mehrere Öffnungen **(10)** vertikal untereinander in einer Reihe angeordnet sind oder vertikale Schlitze.
5. Verteilervorrichtung **(1)** nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die mehreren, vertikal in einer Reihe untereinander liegenden Öffnungen **(10)** für die Gasphase unterschiedliche Größen **(15)** aufweisen.
6. Verteilervorrichtung **(1)** nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass am Umfang der vertikalen Flüssigphasenführungselemente **(6)** mehrere Reihen vertikal untereinander liegender Öffnungen **(10)** für die Gasphase angeordnet sind.
7. Verteilervorrichtung **(1)** nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die vertikalen Flüssigphasenführungselemente **(6)** unterschiedliche Durchmesser aufweisen.
8. Verteilervorrichtung **(1)** nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die vertikalen Flüssigphasenführungselemente **(6)** an ihrem unteren Ende **(12)** durch Kappen, welche schräg ausgebildet sind, Hauben, Glocken oder anderen Formen geschlossen sind.
9. Apparat **(2)**, umfassend eine Verteilervorrichtung **(1)** nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Apparat **(2)** als Festbettreaktor ausgebildet ist mit einem auf einem Rückhalterost **(9)** angeordneten kontinuierlichen Festbett.
10. Apparat **(2)**, umfassend eine Verteilervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Apparat **(2)** als Rohrbündelreaktor ausgebildet ist mit Kontaktrohren **(7)**, die in Rohrböden **(8)** eingeschweißt sind und in einem zylinderförmigen Teil des Apparates **(2)** angeordnet sind, der an beiden Enden jeweils von Hauben **(3)** abgeschlossen ist, und wobei eine Gas- und eine Flüssigphase über mindestens eine Zuführöffnung **(4)** in einer Haube **(3)** zugeführt und über die andere Haube **(3)** aus dem Apparat abgeführt wird.
11. Apparat **(2)** nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Verteilervorrichtung **(1)** des Weiteren so gestaltet ist, dass der horizontale Boden **(5)** der Rohrböden **(8)** des Apparates **(2)** ist und die vertikalen Flüssigphasenführungselemente **(6)** als Rohre ausgebildet sind, welche in Form von Verlängerungen der Kontaktrohre **(7)** gestaltet sind.
12. Apparat **(2)** nach einem der Ansprüche 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Verteilervorrichtung **(1)** und das Rückhalterost **(9)** mittels Abstandshaltern **(13)** befestigt werden.
13. Verfahren zum Betrieb eines Apparates **(2)**

nach einem der Ansprüche 9 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass eine Gas- und eine Flüssigphase über mindestens eine Zuführöffnung (4) in den Innenraum des Apparates (2) eingeleitet wird, wobei sich unabhängig vom Lastfall des Apparates (2) eine Gas-Flüssigtrennung vollzieht, dergestalt, dass die Gasphase sich unterhalb des horizontalen Bodens (5) zu einem Gaspolster aufstaut, die Flüssigphase durch die Öffnung (11) der Flüssigphasenführungselemente (6) strömt und die aufgestaute Gasphase durch die mindestens eine Öffnung (10) in der vertikalen Flüssigphasenführungselemente (6) dispergiert, wobei das Gas-Flüssigphasengemisch gleichmäßig über den Querschnitt des Apparates (2) verteilt wird.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

FIG.1

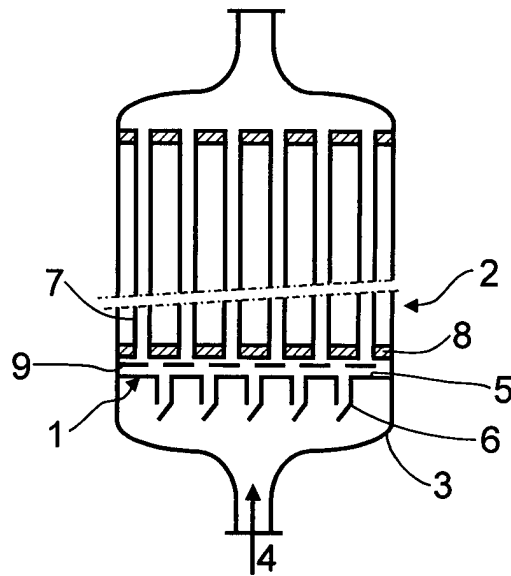


FIG.2

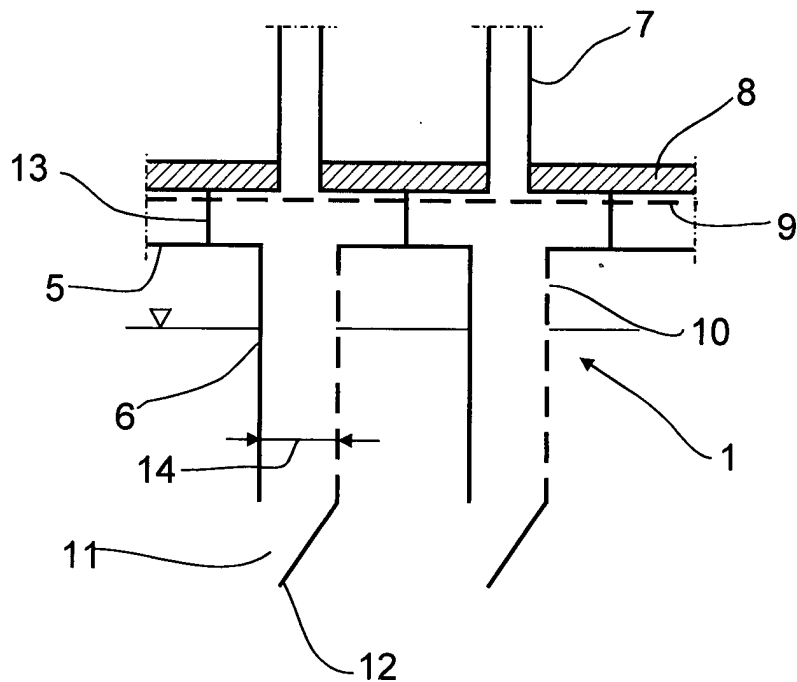


FIG.3

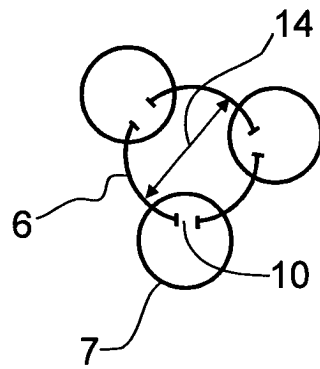


FIG.4

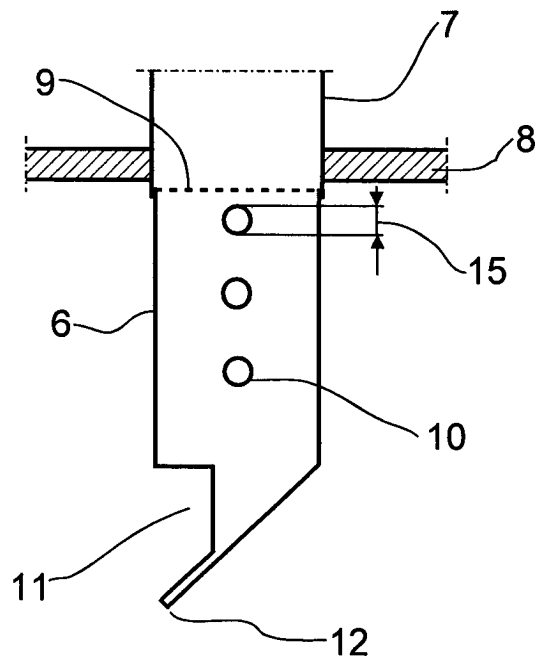


FIG.5

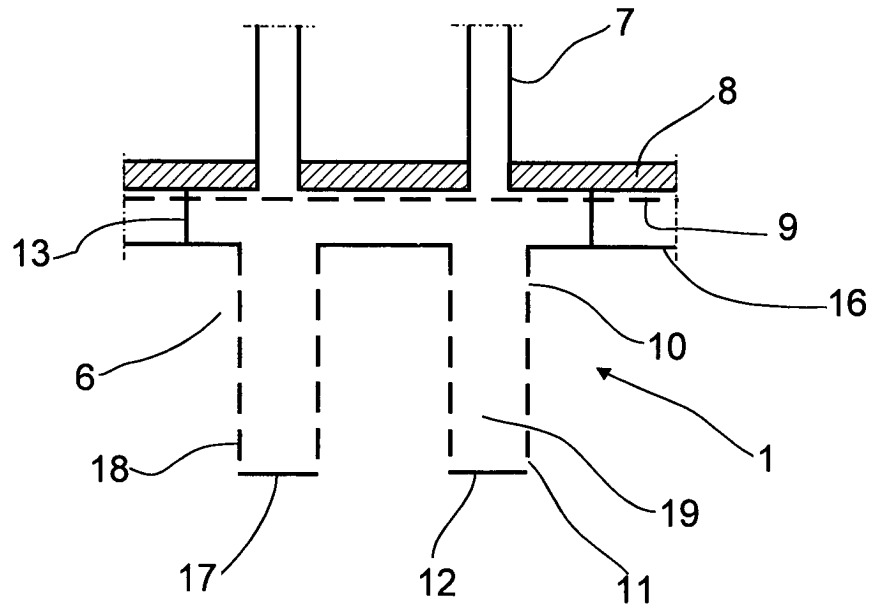


FIG.6

