(19) DEUTSCHE DEMOKRATISCHE REPUBLIK

PATENTSCHRIFT

Ausschliessungspatent

Erteilt gemaeß § 5 Absatz 1 des Aenderungsgesetzes zum Patentgesetz

ISSN 0433-6461

(11) **0151 873**

Int. Cl.[3]

3(51) B 01 D 3/26

AMT FUER ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veroeffentlicht

(21) AP B 01 D/ 222 383 (22) 03.07.80 (44) 11.11.81

(71) IMPERIAL CHEMICAL INDUSTRIES LIMITED LONDON SW 1 P 4QG;GB;
(72) RAMSHAW, COLIN· MALLINSON, ROGER H., GB
(73) IMPERIAL CHEMICAL INDUSTRIES LIMITED LONDON SW 1P 4QG;GB,
(74) INTERNATIONALES PATENTBUERO BERLIN 1020 BERLIN WALLSTR. 23/24

(54) ANLAGE ZUR DURCHFUEHRUNG EINES STOFFUEBERGANGES

(57)Es handelt sich um eine Anlage fuer die Durchfuehrung eines Stoffueberganges zwischen zwei stroemungsfaehigen Phasen, von denen die erste Phase einer Fluessigkeit entspricht. Die Anlage besteht aus einem durchlaessigen Element, welches a.) den Durchgang der stroemungsfaehigen Medien durch die Poren des Elementes ermoeglicht, wobei die Wandoberflaechen der Poren einen gekruemmten und im wesentlichen kontinuierlichen Weg darstellen, auf dem sich die stroemungsfaehigen Medien bewegen koennen, und b.) drehbar um eine Achse angeordnet ist, um die stroemungsfaehigen Medien einer mittleren Beschleunigung von wenigstens 150 $msec^{-2}$ auszusetzen, wenn sie sich durch die besagten Poren hindurchbewegen. Dabei bewegt sich das erste stroemungsfaehige Medium von der besagten Achse weg. Vorhanden sind des weiteren Einrichtungen zum Zufuehren der stroemungsfaehigen Medien zu dem durchlaessigen Element sowie andere Einrichtungen zum Austragen wenigstens eines der stroemungsfaehigen Medien oder einer Ableitung davon aus dem durchlaessigen Element. Die Kennzeichnung erfolgt dabei dadurch, dass das durchlaessige Element eine relative Porositaet von wenigstens 80 % aufweist und/oder aus Faserbuendeln, Fasern, Fibrillen oder Endlosfasern besteht und/oder drehbar angeordnet ist, um die stroemungsfaehigen Medien, die durch die besagten Poren hindurchtreten, einer mittleren Beschleunigung von mehr als etwa 5000 $msec^{-2}$ auszusetzen.

Berlin, den 28. 11. 1980
AP B 01 D/ 222 383
57 651 18

Anlage zur Durchführung eines Stoffüberganges

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Anlage für die Durchführung eines Stoffüberganges zwischen zwei strömungsfähigen Phasen, von denen wenigstens eine flüssig ist, und die Verwendung einer solchen Anlage.

Die erfindungsgemäße Anlage zur Durchführung eines Stoffüberganges kann angewandt werden für Absorptions-, Desorptions-, Gegenstromextraktions-, Destillations- und Homogenisierungsverfahren.

Absorption und Destillation sind Verfahren, von denen in der chemischen und petrochemischen Industrie in hohem Maße Gebrauch gemacht wird und stellen typische Stoffübergangsverfahren dar.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Verfahren und Anlagen zur Durchführung eines Stoffüberganges sind bekannt.

Mit der Aussage "Stoffübergang" meinen wir den Übergang von einer zweiten strömungsfähigen Phase zu einer ersten strömungsfähigen Phase oder umgekehrt. Dabei handelt es sich wenigstens um einen bestimmten Anteil einer Substanz, die für die erste strömungsfähige Phase als gelöster Stoff anzusehen ist. Die erste strömungsfähige Phase entspricht a) einer Flüssigkeit, ist b) im wesentlichen mit der zweiten strömungsfähigen Phase unvermischbar und weist c)

eine Dichte auf, die größer ist als die der zweiten strömungsfähigen Phase. Wo ein Stoffübergangsverfahren den Übergang eines gelösten Stoffes von einer Flüssigkeit zu einem Gas oder umgekehrt beinhaltet, kann ein solches Verfahren als "gasfilmgesteuert" oder als"flüssigkeitsfilmgesteuert" angesehen werden. Bei "gasfilmgesteuerten" Stoffübergangsverfahren, beispielsweise bei der Absorption des Ammoniaks in Wasser aus einem Ammoniak/Luft-Gemisch, wird die Geschwindigkeit des Stoffüberganges vorwiegend durch die Diffusion des gelösten Stoffes durch die Gasphase begrenzt. Bei "flüssigkeitsfilmgesteuerten" Stoffübergangsverfahren, beispielsweise bei der Absorption des Sauerstoffes in Wasser aus der Luft, wird die Geschwindigkeit des Stoffüberganges vorwiegend durch Diffusion des gelösten Stoffes durch die Flüssigkeitsphase begrenzt. Wo ein Stoffübergangsverfahren den Übergang eines gelösten Stoffes von einer ersten Flüssigkeit zu einer zweiten Flüssigkeit betrifft, handelt es sich um ein "flüssigkeitsfilmgesteuertes" Verfahren, und die Geschwindigkeit des Stoffüberganges wird vorwiegend durch Diffusion des gelösten Stoffes durch eine der Flüssigkeiten begrenzt. Die Geschwindigkeiten des Stoffüberganges werden in bequemer Weise in Form der Stoffübergangszahlen zum Ausdruck gebracht. Bei gasfilm- und flüssigkeitsfilmgesteuerten Stoffübergangsverfahren werden diese Stoffübergangszahlen mit K_G bzw. K_L bezeichnet.

Es ist auf Grund der GB-PS 757 149 bekannt, daß die Geschwindigkeit des Stoffüberganges zwischen zwei strömungsfähigen Phasen erhöht werden kann, indem die strömungsfähigen Medien einer Beschleunigung bis zu ungefähr 2000 m/s^2 ausgesetzt werden, während sie durch bekannte Füllmaterialien in den umlaufenden Stoffübergangsanlagen hindurchströmen.

Ziel der Erfindung

Ein Ziel der vorliegenden Erfindung besteht in der Verbesserung der Geschwindigkeit des Stoffüberganges, wie vorstehend beschrieben wurde.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Geschwindigkeit des Stoffüberganges durch Vergrößerung der Oberfläche der durchlässigen Elemente der Anlage zu verbessern.

Erfindungsgemäß wird die Geschwindigkeit des Stoffüberganges zwischen zwei strömungsfähigen Phasen gemäß der vorstehenden Definition verbessert, indem ein durchlässiges Element verwendet wird, welches eine relative Porosität (voidage) von wenigstens 80 % aufweist und/oder aus Faserbündeln, Fasern, Fibrillen oder Endlosfasern besteht und/oder drehbar angeordnet ist, um die strömungsfähigen Medien, die durch die Poren des durchlässigen Elementes hindurchströmen, einer mittleren Beschleunigung von mehr als etwa 5000 m/s^2 zu unterwerfen.

Demgemäß handelt es sich bei der vorliegenden Erfindung um eine Anlage zur Durchführung des Stoffüberganges zwischen zwei strömungsfähigen Phasen, von denen wenigstens die erste Phase einem flüssigen Medium entspricht. Die Anlage weist dabei ein durchlässiges Element auf (gemäß der nachstehenden Definition), welches um eine Achse drehbar angeordnet ist. Vorgesehen sind des weiteren Einrichtungen zum Zuführen der strömungsfähigen Medien zu dem durchlässigen Element und Einrichtungen für das Austragen wenigstens eines der strömungsfähigen Medien oder eines Derivates davon aus dem durchlässigen Element, gekennzeichnet dadurch, daß das durch-

lässige Element eine relative Porosität von wenigstens 80 % aufweist und/oder aus Faserbündeln, Fasern, Fibrillen oder Endlosfasern besteht und/oder drehbar angeordnet ist, um die strömungsfähigen Medien, die durch die Poren des durchlässigen Elementes hindurchströmen, einer mittleren Beschleunigung von mehr als etwa 5000 m/s^2 auszusetzen.

Mit der Aussage "durchlässiges Element" meinen wir ein Element der Anlage gemäß der vorliegenden Erfindung, welches a) den Durchgang der strömungsfähigen Medien durch die Poren des durchlässigen Elementes erlaubt, wobei die Wandoberflächen der besagten Poren einen gekrümmten und im wesentlichen kontinuierlichen Weg darstellen, über den die strömungsfähigen Medien strömen können, und b) drehbar angeordnet ist, um die strömungsfähigen Medien, die durch das durchlässige Element hindurchströmen, einer mittleren Beschleunigung von wenigstens 150 m/s^2 zu unterwerfen.

Die mittlere Beschleunigung, wie sie weiter unten definiert wird, der die strömungsfähigen Medien in der Anlage gemäß der vorliegenden Erfindung unterworfen werden, ist vorzugsweise größer als etwa 5000 m/s^2, denn beim Vergrößern der mittleren Beschleunigung auf mehr als etwa 5000 m/s^2 ist oftmals eine überraschende Zunahme der Geschwindigkeit des Stoffüberganges zu verzeichnen.

Die vorliegende Erfindung liefert des weiteren ein Verfahren für die Durchführung des Stoffüberganges zwischen zwei strömungsfähigen Phasen, von denen wenigstens die erste Phase einer Flüssigkeit entspricht. Dieses Verfahren besteht darin, die besagten strömungsfähigen Medien einem durchlässigen Element (gemäß der weiter oben angegebenen Definition) zuzuführen; das durchlässige Element um eine

Achse derart in Umdrehung zu versetzen, daß die strömungsfähigen Medien einer mittleren Beschleunigung von wenigstens 150 m/s^2 unterworfen werden, wenn sie durch die Poren des durchlässigen Elementes hindurchströmen, wobei das erste strömungsfähige Medium von der be-

sagten Achse weg radial nach außen strömt, und wenigstens einen Teil eines der strömungsfähigen Medien oder eine Ableitung davon aufzufangen, welche aus dem durchlässigen Element zum Austrag gelangen, gekennzeichnet dadurch, daß das durchlässige Element eine relative Porosität von wenigstens 80 % aufweist und/oder aus Faserbündeln, Fasern, Fibrillen oder Endlosfasern besteht und/oder drehbar angeordnet ist, um die strömungsfähigen Medien, die durch die Poren des durchlässigen Elementes hindurchströmen, einer mittleren Beschleunigung von mehr als etwa 5000 m/sec^2 zu unterwerfen.

Vorzugsweise verfügt das durchlässige Element über eine relative Porosität von wenigstens 90 % und setzt sich aus Faserbündeln, Fasern, Fibrillen oder Endlosfasern zusammen. Ein besonders bevorzugtes durchlässiges Element weist eine relative Porosität von wenigstens 93 % auf und ein noch stärker bevorzugtes durchlässiges Element verfügt über eine relative Porosität von wenigstens 94 %.

Vorzugsweise verfügt das durchlässige Element über eine wirksame Oberfläche von wenigstens 1500 m^2/m^3, noch bevorzugter von wenigstens 3000 m^2/m^3.

Mit der Aussage "wirksame Oberfläche" meinen wir die Flächenausdehnung des durchlässigen Elementes, die von den strömungsfähigen Medien je Volumeneinheit des durchlässigen Elementes berührt werden kann.

Die mittlere Beschleunigung a_m wird durch die folgende Gleichung definiert:

$$a_m = (2\pi(N/60))^2 \left(\frac{r_o^2 + r_1^2}{2}\right)^{1/2}$$

wobei N der Umlaufgeschwindigkeit (Drehzahl) des durchlässigen Elementes um die besagte Achse in U/min entspricht, r_o gleich der Entfernung in m von der Drehachse zu dem radial inneren Teil des durchlässigen Elementes ist und r_1 für die Entfernung

in m von der Drehachse bis zu dem radial äußeren Teil des durchlässigen Elementes steht.

Mit der Aussage "relative Porosität" meinen wir den prozentualen Anteil des gesamten Volumens des durchlässigen Elementes, der einem freien Raum entspricht.

Mit der Aussage "strömungsfähiges Medium" meinen wir eine Substanz oder ein Gemisch von Substanzen, wobei wir es mit einem Gas oder einer Flüssigkeit bei den Bedingungen von Temperatur und Druck zu tun haben, entsprechend denen die erfindungsgemäße Anlage betrieben wird. Wo beispielsweise das zweite strömungsfähige Medium einem Gas entspricht, kann es sich um ein Gas oder ein Gemisch von Gasen handeln; das erste strömungsfähige und/oder das zweite strömungsfähige Medium (wo es sich um eine Flüssigkeit handelt) kann eine reine Flüssigkeit sein oder es kann eine Lösung eines gelösten Stoffes oder mehrerer gelöster Stoffe in der Flüssigkeit vorliegen, wobei der gelöste Stoff einem Gas, einer Flüssigkeit oder einem Feststoff entsprechen kann.

Wo das durchlässige Element aus Faserbündeln, Fasern, Fibrillen oder Endlosfasern gebildet ist, können die einzelnen Faserbündel, Fasern, Fibrillen oder Endlosfasern eine rein physikalische Berührung mit benachbarten Faserbündeln, Fasern, Fibrillen oder Endlosfasern aufweisen, zum Beispiel als eine Masse von Fasern. Diese Fasern können des weiteren mechanisch untereinander verbunden sein, beispielsweise durch Wirken oder Weben. Sie können aber auch durch die Benutzung eines Klebstoffes untereinander verbunden sein. Die Fasern können ebenfalls punktweise an Knotenstellen untereinander verbunden sein, beispielsweise durch Formpressen oder durch die Bildung als sogenannter Metallskelettschaum.

Wo das durchlässige Element aus Fasernbündeln, Fasern, Fibrillen oder Endlosfasern besteht, weisen die einzelnen Faserbündel, Fasern, Fibrillen und Endlosfasern vorzugsweise einen sogenann-

ten äquivalenten Durchmesser von unter 150 µ, bevorzugter von unter 30 µ auf und/oder einzelne Faserbündel, Fasern, Fibrillen oder Endlosfasern definieren wenigstens einen wesentlichen Anteil der Poren des durchlässigen Elementes, denn hierdurch wird oftmals der Stoffübergang verbessert. Beispielsweise kann das durchlässige Element aus einem Band gebildet werden, welches aus Drahteinzelfäden gewirkt wird.

Der äquivalente Durchmesser d_e wird durch die folgende Gleichung definiert:

$$d_e = \frac{4 \times \text{Querschnittsfläche des Faserbündels usw.}}{\text{Umfang des Faserbündels usw.}}$$

(Siehe hierzu "Chemical Engineering" von Coulson und Richardson, Band 1, 2. Ausgabe, Seite 210).

Was nun den Aspekt der vorliegenden Erfindung anbelangt, wobei das durchlässige Element drehbar angeordnet ist, um die strömungsfähigen Medien, die durch die Poren des durchlässigen Elementes hindurchströmen, einer mittleren Beschleunigung von mehr als 5000 m/sec^2 zu unterwerfen, kann das durchlässige Element aus bekannten Füllmaterialien bestehen. Derartige Füllmaterialien beinhalten u.a. Intalox-Sattelkörper, Raschig-Ringe, Keramiksplitter, Glasperlen usw. Es wird jedoch bevorzugt, daß das durchlässige Element eine relative Porosität von wenigstens 80 % aufweist und/oder aus Faserbündeln, Fasern, Fibrillen oder Endlosfasern besteht, denn hierdurch wird des öfteren der Stoffübergang verbessert.

Die Querschnittsform der Faserbündel, Fasern, Fibrillen oder Endlosfasern kann, wo sie eingesetzt werden, zum Beispiel rund, dreieckig, kreuzförmig oder anderweitig geformt sein, obgleich vorzugsweise die runde Querschnittsform zu verwenden ist.

Das durchlässige Element weist vorzugsweise eine Symmetrieebene auf, in der die Rotationsachse liegt, zum Beispiel kann das durchlässige Element in der Form eines durchlässigen Stabes vor-

liegen, der um eine Achse senkrecht zu der Achse des Stabes und in einem bestimmten Abstand vom Mittelpunkt davon gedreht wird. Im besonderen weist das durchlässige Element vorzugsweise eine Vielzahl von Symmetrieebenen auf, die sich auf der Linie schneiden, die mit der Rotationsachse koinzidiert, beispielsweise kann das durchlässige Element in der Form eines durchlässigen Stabes vorliegen, der um eine Achse senkrecht zu der Achse des Stabes und koinzidierend mit dem Mittelpunkt davon gedreht wird. Ganz besonders bevorzugt weist das durchlässige Element eine Symmetrieachse auf, die mit der Rotationsachse koinzidiert, zum Beispiel weist das durchlässige Element die Form eines Kreisringes auf, der um seine Symmetrieachse gedreht wird. Wo das durchlässige Element in der Form eines Kreisringes vorliegt, ist der äußere Durchmesser des Kreisringes typischerweise gleich 25 cm bis 5 m und der innere Durchmesser typischerweise gleich 5 cm bis 100 cm.

Das durchlässige Element kann ein aus einem Stück bestehendes Ganzes oder eine Vielzahl von einzelnen Bestandteilen sein. Wo das durchlässige Element einem aus einem Stück bestehenden Ganzen entspricht, kann es mit Poren versehen sein, beispielsweise kann es als Schaum gegossen sein; oder es kann darin gebildete Poren aufweisen, zum Beispiel kann es als ein fester Block um Salzteilchen herum gegossen sein, die dann herausgelöst werden; oder die Anordnung kann so vorgenommen werden, um Poren zwischen den Teilen davon zu bilden, beispielsweise im Zusammenhang mit einer Drahtspule. Wo das durchlässige Element aus einer Vielzahl von einzelnen Bestandteilen besteht, können die einzelnen Bestandteile durchlässig sein, in welchem Falle ein Anteil an den Poren durch die Bestandteile und ein anderer Anteil an den Poren zwischen den Bestandteilen entsteht. Alternativ hierzu können die einzelnen Bestandteile undurchlässig sein. Wo das durchlässige Element aus einzelnen Bestandteilen gebildet wird, ist es oftmals vorzuziehen, daß es sich bei diesen Bestandteilen um Faserbündel, Fasern, Fibrillen oder Endlosfasern handelt, in welchem Falle die Poren des durch-

lässigen Elementes zwischen den Bestandteilen davon anzutreffen sind. Es wird oftmals bevorzugt, daß das durchlässige Element einem aus einem Stück bestehenden Ganzen entspricht und/oder mechanisch freitragend aufgebaut ist, denn hierdurch wird oftmals die Möglichkeit reduziert, daß sich die relative Porosität einer solchen Anordnung während des Einsatzes vermindert. Es ist oftmals bequem, das durchlässige Element aus in geeigneter Weise geformten Teilen zusammenzubauen, beispielsweise durch Segmente oder bogenförmige Teile eines mechanisch freitragenden Materials.

Das durchlässige Element kann aus irgendeinem Material hergestellt werden, welches über die mechanische Festigkeit verfügt, den mechanischen Beanspruchungen standzuhalten, die in dem Material während der Drehung des durchlässigen Elementes bei den verwendeten Umlaufgeschwindigkeiten hervorgerufen werden. Vorzugsweise ist das Material beständig gegen einen Angriff durch die strömungsfähigen Medien oder gegen eine Reaktion mit den strömungsfähigen Medien, mit denen das betreffende Material in Berührung gelangen kann. Typischerweise handelt es sich bei dem Material, aus dem das durchlässige Element gefertigt wird, um Glas, Plast, zum Beispiel um ein Silikonkunstharz oder um Polytetrafluoräthylen, oder um ein chemisch widerstandsfähiges Metall, beispielsweise um nichtrostenden Stahl, Nickel, Titan oder Tantal. Alternativ hierzu kann das Material ein Verbundwerkstoff aus zwei oder mehr Materialien in einem entsprechenden Verhältnis sein. Zum Beispiel kann das Material einen korrosionsbeständigen Überzug, beispielsweise aus Glas oder Plast, auf einem korrodierbaren Trägermaterial, beispielsweise aus korrodierbaren Metallitzen, aufweisen.

Während das durchlässige Element in passender Weise homogen ist, schließen wir nicht die Möglichkeit aus, daß es sich bei dem durchlässigen Element um eine zusammengesetzte Anordnung handelt. Beispielsweise um einen Kreisring aus Drahtgeflecht, der von einem Kreisring aus Metallgerüstschaum umgeben werden kann.

Typische Beispiele für geeignete Materialien zur Verwendung als durchlässige Elemente in einer Anlage gemäß der vorliegenden Erfindung umfassen u.a. eine Spirale aus Webband, eine Sintermasse, Drahtgewebe in gewirkter oder gewebter Form, ein zerknittertes Drahtgeflecht, Gerüstschaum, vorzugsweise Metallgerüstschaum, eine regellose Matte aus Fasern oder eine Masse aus Fasern.

Mit der Aussage "Gerüstschaum" meinen wir einen relativ starren netzförmigen Schaum, der typischerweise metallisch oder keramisch beschaffen sein kann. Ein derartiger Schaum ergibt sich durch das Aufbringen eines Metallüberzuges auf ein Agglomerat von Fasern, beispielsweise handelt es sich um ein verfilztes Material, oder auf einen offenzelligen Schaumstoff, wie etwa bei einem offenzelligen Polyurethanschaum, und das nachfolgende Herauslösen oder anderweitige Entfernen der Fasern oder des Schaumes, um zu einem Metallgeflecht in der Form einer Vielzahl von dünnen Litzen oder Fasern aus Metall unter Vermaschung in einem dreidimensionalen Netzwerk zu gelangen. Mit der Aussage "relativ starr" meinen wir, daß die Grundmasse in der Lage ist, den zentrifugalen oder anderen Belastungen standzuhalten, welche während des Betriebes der erfindungsgemäßen Anlage auftreten, ohne dabei irgendwelche signifikanten Deformationen zu erfahren, die dazu führen könnten, die Poren des Schaumes zu schließen und das Hindurchströmen der strömungsfähigen Medien durch den betreffenden Schaum in unzulässiger Weise einzuschränken. Der Metallgerüstschaum verfügt ebenfalls oftmals über den Vorteil, daß er ohne Schwierigkeiten maschinell auf die entsprechende Größe bearbeitet werden kann und ausreichend deformierbar ist, um eine entsprechende Verformung zu ermöglichen, zum Beispiel durch Biegen zu einem bogenförmigen Teil, geeignet zur Anbringung in einer erfindungsgemäßen Anlage.

Wenn die wirksame Oberfläche bei irgendeinem besonderen durchlässigen Element vergrößert wird, erhöht sich der Druckabfall an dem durchlässigen Element und die Möglichkeit der Verschmut-

zung und des Überflutens des durchlässigen Elementes nimmt zu. Ein einfaches Experiment wird ohne Schwierigkeiten ein geeignetes durchlässiges Element für jede gewünschte Umlaufgeschwindigkeit und Kombination der strömungsfähigen Medien ergeben.

Es ist einzusehen, daß, wo das durchlässige Element mechanisch nicht freitragend ausgebildet ist, zum Beispiel handelt es sich um ein aus einem Stück bestehendes Ganzes in einer solchen Anordnung, um die Poren zwischen den Teilen davon zu bilden, oder wir haben es mit einer Vielzahl von einzelnen Bestandteilen zu tun oder das durchlässige Element liegt in einer zusammengesetzten Form vor, oftmals Mittel notwendig sind, um das durchlässige Element in einer gewünschten Form zurückzuhalten und die Durchlässigkeit desselben aufrechtzuerhalten. Das besagte Mittel liegt vorzugsweise in der Form eines Konstruktionselementes vor, welches drehbar um dieselbe Achse wie das durchlässige Element angeordnet ist (weiter unten als "drehbares Konstruktionselement" bezeichnet) und in dem sich das durchlässige Element befindet. Darüber hinaus ist, wo das durchlässige Element mechanisch freitragend ausgebildet ist, dieses oftmals vorzugsweise in einem drehbaren Konstruktionselement angeordnet.

Wo von einem derartigen drehbaren Konstruktionselement Gebrauch gemacht wird, kann das durchlässige Element völlig in dem drehbaren Konstruktionselement oder in einem Teil desselben angeordnet werden. Die Größe des durchlässigen Elementes und dessen Anordnung in dem drehbaren Konstruktionselement kann durch die Dichte und die wirksame Oberfläche des durchlässigen Elementes sowie durch die Strömungscharakteristiken der strömungsfähigen Medien bestimmt werden. Wo das durchlässige Element in einem Teil des drehbaren Konstruktionselementes angeordnet wird, ist es oftmals vorzuziehen, daß das durchlässige Element in einem radial äußeren Teil des drehbaren Konstruktionselementes angeordnet wird, denn, wenn der Abstand von der Achse zunimmt, nimmt auch die Größe der Zentrifugalkräfte zu, die auf das strömungsfähige Medium einwirken, um eine Schicht zu bilden, und daher

wird die Dicke der Schicht herabgesetzt. Wo das durchlässige Element in einem drehbaren Konstruktionselement angeordnet wird, das eine Symmetrieachse koinzidierend mit der Rotationsachse aufweist, wird das durchlässige Element vorzugsweise symmetrisch um die Achse derart verteilt, daß das drehbare Konstruktionselement dynamisch ausgewuchtet ist, wenn es in Umdrehung versetzt wird.

Das drehbare Konstruktionselement kann, wo von einem solchen Bauteil Gebrauch gemacht wird, aus irgendeinem Material gefertigt werden, das a.) die mechanische Festigkeit aufweist, den mechanischen Beanspruchungen standzuhalten, die in dem Material während der Umdrehung des drehbaren Konstruktionselementes bei der verwendeten Umlaufgeschwindigkeit hervorgerufen werden, und b.) die Korrosionsbeständigkeit, um den Umgebungseinflüssen gewachsen zu sein, denen das drehbare Konstruktionselement unter Einsatzbedingungen ausgesetzt ist. Typische Materialien, aus denen das drehbare Konstruktionselement hergestellt werden kann, umfassen u.a. rostfreien Stahl, Weichstahl, Messing, Aluminium, Nickel, Monel-Metall. Die Auswahl eines geeigneten Werkstoffes wird keine Probleme aufwerfen für diejenigen, die auf diesem Gebiet der Technik Bescheid wissen.

Die Drehzahl, mit der das durchlässige Element in Umdrehung versetzt wird, wird u.a. von dessen Porosität, dem erforderlichen Durchsatz der strömungsfähigen Medien und dem radialen Abstand abhängen, gemäß dem die strömungsfähigen Medien in das durchlässige Element einströmen. Die Mindestdrehzahl, mit der das durchlässige Element rotiert, wird oftmals durch die Strömungscharakteristiken der Flüssigkeit bestimmt. Die maximale Drehzahl, mit der das durchlässige Element in Umdrehung versetzt werden kann, wird durch die mechanische Festigkeit des durchlässigen Elementes bestimmt, und, wo ein drehbares Konstruktionselement verwendet wird, durch die mechanische Festigkeit desselben. Wo ein drehbares Konstruktionselement Verwendung findet und dieses in der Form einer hohlen Scheibe aus

nichtrostendem Stahl vorliegt, in der sich das durchlässige Element befindet, können typische Umlaufgeschwindigkeiten wie folgt angegeben werden: Für eine Scheibe mit einem Durchmesser von 0,5 m 1000-3000 U/min; für eine Scheibe mit einem Durchmesser von 1 m 500-2000 U/min; für eine Scheibe mit einem Durchmesser von 1,5 m 400-1000 U/min. Wenn die Umlaufgeschwindigkeit zunimmt, nimmt die Dicke der Flüssigkeitsschicht an den Wänden der Poren des durchlässigen Elementes in irgendeinem besonderen Abstand von der Drehachse ab.

Im allgemeinen wird die Umlaufgeschwindigkeit 50 U/min bis 10000 U/min betragen, vorzugsweise 100 U/min bis 5000 U/min und im besonderen vorzugsweise zwischen 500 U/mon und 2000 U/min liegen.

Für eine gewünschte mittlere Beschleunigung und einen gewünschten radialen Abstand, in dem die strömungsfähigen Medien in ein durchlässiges Element einströmen, kann die Umlaufgeschwindigkeit des durchlässigen Elementes ohne weiteres berechnet werden.

Während die Rotationsachse horizontal oder vertikal angeordnet sein oder irgendeinen Winkel dazwischen aufweisen kann, ist es oftmals bequem, eine vertikale Achse auszuwählen. Wo ein durchlässiges Element in der Form eines Kreisringes verwendet wird, wird die typische Drehbewegung durch eine Welle übertragen, die von der Ebene des Kreisringes längs der Achse davon vorsteht (zum Beispiel vom Oberteil und/oder vom Unterteil, falls die Achse vertikal angeordnet ist). Das durchlässige Element kann beispielsweise durch einen Antrieb durch ein strömendes Medium mit verstellbarer Drehzahl, durch eine Riemenscheibe, die durch einen Riemen von einem Elektromotor angetrieben werden kann, oder durch einen Turboantrieb in Umdrehung versetzt werden.

Die Konstruktion der Lager für das drehbare Konstruktionselement kann den Ausführungen entsprechen, wie sie auf diesem Gebiet der Technik gut bekannt sein, beispielsweise kann es sich

um Radial- und Axiallager bekannter Konstruktion handeln.

Die Strömungsrichtung des zweiten strömungsfähigen Mediums wird bei dem erfindungsgemäßen Verfahren von den relativen Dichten der beiden strömungsfähigen Medien und von ihren Strömungsgeschwindigkeiten abhängen. Es kann im Parallelstrom oder im Gegenstrom gearbeitet werden.

Das Strömen der Flüssigkeiten durch die Poren des durchlässigen Elementes erfolgt im wesentlichen in Ebenen senkrecht zu der Rotationsachse, d.h., es handelt sich um eine Radialströmung, obgleich wir nicht die Möglichkeit ausschließen, daß es eine geringfügige Komponente der Strömung parallel zu der Achse geben kann. Es ist einzusehen, daß durch die Verwendung eines durchlässigen Elementes mit einer radialen Dicke im wesentlichen größer als dessen axiale Länge, beispielsweise bei einem scheibenförmigen durchlässigen Element, und durch das Zuführen des ersten strömungsfähigen Mediums im wesentlichen gleichmäßig längs der axialen Dicke der Scheibe die Möglichkeit reduziert wird, daß die Strömung des ersten strömungsfähigen Mediums eine axiale Komponente aufweist. Wo beispielsweise das durchlässige Element die Form einer Scheibe hat, kann diese einen Durchmesser von 80 cm und eine axiale Dicke von 20 cm aufweisen.

Wenigstens der größere Teil des ersten strömungsfähigen Mediums oder eine Ableitung davon wird aus dem durchlässigen Element an dem radial äußeren Umfang davon oder in der Nähe desselben zum Austrag gelangen. So sind Mittel vorgesehen, um wenigstens den Austrag des flüssigen Materials außerhalb des radial äußeren Umfanges des durchlässigen Elementes zu reduzieren. Zum Beispiel kann, wo das durchlässige Element in der Form eines Kreisringes vorliegt, dieser mit einer aus einem Stück bestehenden Oberfläche auf seinen beiden ebenen Oberflächen versehen werden, oder die Scheiben können in Berührung mit jeder der besagten ebenen Oberflächen gehalten werden, oder ein drehbares Konstruktionselement kann, wo ein solches Element verwendet wird,

in der Weise angepaßt werden, um den vorerwähnten Austrag außerhalb des radial äußeren Umfanges des durchlässigen Elementers zu verhindern. Zum Beispiel kann es sich bei dem drehbaren Konstruktionselement um eine Hohlscheibe handeln, in der sich das ringförmige durchlässige Element befindet. Dabei bilden die ebenen Oberflächen des durchlässigen Elementes eine Dichtung mit den ebenen Oberflächen der Hohlscheibe.

Wo von einer Gegenströmung Gebrauch gemacht wird, ist einzusehen, daß Mittel außerhalb der Rotationsachse und vorzugsweise in der Nähe des radial äußeren Umfanges des durchlässigen Elementes notwendig sind, um das zweite strömungsfähige Medium dem durchlässigen Element zuzuführen. Beispielsweise kann das durchlässige Element in einem drehbaren Konstruktionselement gehalten werden, um einen Raum zwischen dem radial äußeren Umfang des durchlässigen Elementes und der inneren Oberfläche des drehbaren Konstruktionselementes zu bilden, in den das erste strömungsfähige Medium einströmt, um eine Flüssigkeitsdichtung zu bilden, durch die das zweite strömungsfähige Medium dem durchlässigen Element zugeführt wird. Wo das zweite strömungsfähige Medium einem Gemisch aus einzelnen Bestandteilen entspricht, können diese dem besagten Raum durch dieselben oder gesonderte Fördereinrichtungen zugeführt werden, wobei wir es mit in geeigneter Weise radial ausgerichteten Kanälen in dem Unterteil des drehbaren Konstruktionselementes zu tun haben.

Wenn das erste strömungsfähige Medium radial nach außen durch das umlaufende durchlässige Element hindurchströmt, nimmt der Druck, dem das erste strömungsfähige Medium ausgesetzt wird, zu. So ist, wo von dem Gegenstrom Gebrauch gemacht wird, einzusehen, daß zum Zwecke der Zuführung des zweiten strömungsfähigen Mediums zu dem durchlässigen Element dieses Medium einen Druck aufweisen muß, der größer als der Druck des ersten strömungsfähigen Mediums an der Stelle des durchlässigen Elementes sein muß, an der dem durchlässigen Element das zweite strömungsfähige Medium zugeführt wird.

Wo das durchlässige Element in einem drehbaren Konstruktionselement gehalten wird, enthalten die Einrichtungen zur Zuführung des ersten strömungsfähigen Mediums zu dem durchlässigen Element typischerweise eine Öffnung in dem drehbaren Konstruktionselement, durch die das strömungsfähige Medium strömen kann. Wo das drehbare Konstruktionselement einer Hohlscheibe entspricht, ist die Einrichtung zum Zuführen des Mediums in geeigneter Weise axial angeordnet,obwohl wir nicht die Möglichkeit ausschließen, daß die Einrichtung zum Zuführen des Mediums zwischen der Rotationsachse und der Einrichtung zum Zuführen des zweiten strömungsfähigen Mediums zu dem durchlässigen Element angeordnet werden kann. Wo das erste strömungsfähige Medium einem Gemisch von Bestandteilen entspricht, werden diese dem durchlässigen Element durch dieselben oder gesonderte Fördereinrichtungen zugeführt, beispielsweise können sie durch konzentrische Rohre zugeführt werden.

Wo ein durchlässiges Element, das in einem drehbaren Konstruktionselement gehalten wird, in einer Anlage gemäß der vorliegenden Erfindung eingesetzt wird, umfassen die Einrichtungen zum Austragen des ersten strömungsfähigen Mediums oder eines Bestandteiles davon oder einer Ableitung davon aus dem drehbaren Konstruktionselement typischerweise eine Öffnung oder mehrere Öffnungen auf der Peripherie des drehbaren Konstruktionselementes außerhalb der Drehachse, wobei durch diese Öffnung (durch diese Öffnungen) das strömungsfähige Medium als Sprühmittel austreten kann. Wo beispielsweise das drehbare Konstruktionselement einer Hohlscheibe entspricht, in der sich ein ringförmiges durchlässiges Element befindet, kann die betreffende Öffnung in geeigneter Weise in der Form eines sich über die Peripherie erstreckenden Schlitzes in der Wand der Hohlscheibe vorhanden sein. Der Schlitz kann dabei vorzugsweise kontinuierlich oder die Umfangswand mit einer Vielzahl von Schlitzen versehen sein.

Wo ein durchlässiges Element, das in einem drehbaren Konstruk-

tionselement gehalten wird, in einer Anlage gemäß der vorliegenden Erfindung eingesetzt wird, umfassen die Einrichtungen zum Austragen des zweiten strömungsfähigen Mediums oder eines Bestandteiles davon oder einer Ableitung davon aus dem drehbaren Konstruktionselement typischerweise eine Öffnung oder mehrere Öffnungen in dem drehbaren Konstruktionselement, durch die das zweite strömungsfähige Medium oder ein Bestandteil davon oder eine Ableitung davon strömen kann. Wo das drehbare Konstruktionselement einer Hohlscheibe entspricht, in der sich ein ringförmiges durchlässiges Element befindet, wird die Öffnung in geeigneter Weise axial angeordnet.

In geeigneter Weise wird das durchlässige Element oder das drehbare Konstruktionselement, wo von diesem Gebrauch gemacht wird, in einer stationären Auffangvorrichtung für das Auffangen des strömungsfähigen Mediums angebracht, zum Beispiel handelt es sich dabei um ein Gehäuse, wobei in der Auffangvorrichtung zum Auffangen des strömungsfähigen Mediums die strömungsfähigen Medien oder Bestandteile oder Ableitungen davon, die aus dem durchlässigen Element außerhalb der Rotationsachse zum Austrag gelangen, aufgefangen werden können. Darüber hinaus kann, wo die stationäre Auffangvorrichtung zum Auffangen des strömungsfähigen Mediums in der Form eines abgedichteten Gehäuses vorliegt, das zweite strömungsfähige Medium dem Gehäuse und von dort dem durchlässigen Element zugeführt werden, beispielsweise über in geeigneter Weise angeordnete Öffnungen in einem drehbaren Konstruktionselement. Es versteht sich, daß, wo ein Gegenstrom in der erfindungsgemäßen Anlage stattfindet, das durchlässige Element und das drehbare Konstruktionselement, wo von diesem Gebrauch gemacht wird, in der Auffangvorrichtung zum Auffangen des strömungsfähigen Mediums derart angebracht werden, daß das strömungsfähige Medium, welches aus dem durchlässigen Element außerhalb der Rotationsachse zum Austrag gelangt, nicht das strömungsfähige Medium berührt, das in der Nähe der Rotationsachse ausgetragen wird. Alternativ hierzu wird das durchlässige Element oder das drehbare Konstruktionselement, wo

es eingesetzt wird, mit einem sich peripher erstreckenden Kanal versehen, in den das erste strömungsfähige Medium strömt. Eine in geeigneter Weise angeordnete stationäre Auffangvorrichtung oder mehrere, zum Beispiel ein Überhangaufnehmer, taucht bzw. tauchen in den Kanal ein und die Umlaufgeschwindigkeit des ersten strömungsfähigen Mediums drückt dieses über die Auffangvorrichtung zu einer geeigneten Aufnahmestelle.

Die Verweilzeit der strömungsfähigen Medien innerhalb des durchlässigen Elementes stellt eine Funktion der radialen Dimensionen des durchlässigen Elementes, der Beschaffenheit und der Durchlässigkeit des durchlässigen Elementes, der Umlaufgeschwindigkeit und der Strömungsgeschwindigkeit der strömungsfähigen Medien dar. Diese Parameter stehen untereinander in Wechselwirkung und beeinflussen die Verweilzeit. Wo beispielsweise der Radius (eines scheibenförmigen durchlässigen Elementes) vergrößert wird und die anderen Parameter konstant gehalten werden, wird die Verweilzeit heraufgesetzt; wo die Strömungsgeschwindigkeit vergrößert wird und die anderen Parameter konstant gehalten werden, wird die Verweilzeit herabgesetzt; wo die Umlaufgeschwindigkeit vergrößert wird und die anderen Parameter konstant gehalten werden, wird die Verweilzeit reduziert.

Es versteht sich, daß für die Erzeugung einer Flüssigkeitsoberfläche mit großer Flächenausdehnung in dem durchlässigen Element das erste strömungsfähige Medium und/oder das zweite strömungsfähige Medium, wo dieses einer Flüssigkeit entspricht, vorzugsweise im wesentlichen die Gesamtheit der Wandoberfläche der Poren des durchlässigen Elementes "benetzt". Das Benetzen des durchlässigen Elementes wird bis zu einem bestimmten Grade von dynamischen Faktoren abhängen, wird aber unterstützt werden, falls es durch Gleichgewichtsbenetzungsbedingungen begünstigt wird. Somit wird ein strömungsfähiges Medium mit einer kleinen Grenzflächenspannung mit dem durchlässigen Element dazu neigen, von der Oberfläche der Poren des durchlässigen Elementes ein strömungsfähiges Medium mit einer großen Grenzflä-

chenspannung mit dem durchlässigen Medium zu verdrängen. Dabei wird dieser Verdrängungsvorgang durch eine kleine Grenzflächenspannung zwischen den beiden strömungsfähigen Medien unterstützt. Um das "Benetzen" des durchlässigen Elementes zu verbessern, ist die Oberfläche der Poren des durchlässigen Elementes vorzugsweise mit einem Benetzungsmittel überzogen oder ein Benetzungsmittel wird vorzugsweise wenigstens einem der strömungsfähigen Medien zugesetzt. Wo beispielsweise das erste strömungsfähige Medium dem Wasser entspricht und die Poren des durchlässigen Elementes eine hydrophobe Oberfläche aufweisen, zum Beispiel besteht das durchlässige Element aus einer Matte aus Polytetrafluoräthylenfasern, können geeignete oberflächenaktive Mittel, beispielsweise Natriumdodezylsulfat oder ein oberflächenaktives Mittel Monflur, dem Wasser zugesetzt werden. Wo die ersten und zweiten strömungsfähigen Medien Flüssigkeiten sind, wird es oft bevorzugt, daß die Wandoberflächen der Poren vorzugsweise durch das erste strömungsfähige Medium "benetzt" werden.

Eine Vielzahl von durchlässigen Elementen mit jeweils geeigneten Auffangvorrichtungen für die strömungsfähigen Medien in typischer Weise in Form eines Gehäuses kann hintereinander zu einer Strömungsbahn der strömungsfähigen Medien angeordnet werden, obgleich wir nicht die Möglichkeit ausschließen, daß ein Umfangskanal und die zugehörigen Auffangvorrichtungen gemäß der weiter oben angegebenen Beschreibung verwendet werden können. Es ist einzusehen, daß geeignete Pumpen, wo dies zweckmäßig ist, in den Zuleitungen vorgesehen werden können, die benachbarte durchlässige Elemente untereinander verbinden. Freigestellt werden die durchlässigen Elemente auf einer gemeinsamen Achse angebracht. Während die strömungsfähigen Medien im Parallelstrom durch die hintereinander angeordneten durchlässigen Elemente hindurchströmen, wird es oftmals bevorzugt, daß nach dem Gegenstromprinzip gearbeitet wird.

Demgemäß handelt es sich des weiteren bei der vorliegenden Er-

findung um eine Anlage zur Durchführung des Stoffüberganges zwischen zwei strömungsfähigen Phasen, von denen die erste einer Flüssigkeit entspricht. In der Anlage gibt es eine Vielzahl von durchlässigen Elementen in einer Serienanordnung derart, daß die strömungsfähigen Medien durch die Poren der durchlässigen Elemente unter einer mittleren Beschleunigung von wenigstens 150 m/sec^2 hindurchströmen. Das erste strömungsfähige Medium strömt dabei radial nach außen weg von der Rotationsachse. Die Wandoberflächen der Poren der durchlässigen Elemente bilden eine gekrümmte und im wesentlichen kontinuierliche Oberfläche, über die die strömungsfähigen Medien hinwegströmen, gekennzeichnet dadurch, daß jedes durchlässige Element eine relative Porosität von wenigstens 80 % aufweist und/oder aus Faserbündeln, Fasern, Fibrillen oder Endlosfasern besteht und/oder drehbar angeordnet ist, um die strömungsfähigen Medien, die durch die besagten Poren hindurchströmen, einer mittleren Beschleunigung von mehr als etwa 5000 m/sec^2 auszusetzen.

Vorzugsweise entspricht jedes der durchlässigen Elemente einem Kreisring und noch bevorzugter fällt die Achse jedes Kreisringes mit der Rotationsachse zusammen.

Werkstoffe und Aufbau des durchlässigen Elementes und, wo davon Gebrauch gemacht wird, des drehbaren Konstruktionselementes können in bezug auf die Natur des darin vorkommenden Stoffüberganges ausgewählt werden. Wo beispielsweise eine endotherme Reaktion in der erfindungsgemäßen Anlage vorkommt, kann das durchlässige Element und/oder das drehbare Konstruktionselement, wo es eingesetzt wird, mit Heizelementen versehen werden, zum Beispiel mit elektrischen Widerstandsdrähten; wo eine exotherme Reaktion in der Anlage gemäß der vorliegenden Erfindung geschieht, kann das durchlässige Element und/oder das drehbare Konstruktionselement, wo von einem solchen Gebrauch gemacht wird, mit Kühleinrichtungen versehen werden, zum Beispiel mit einer Kühlrohrschlange.

Die Anlage gemäß der vorliegenden Erfindung kann u.a. eingesetzt

werden für Absorptions-, Desorptions-, Gegenstromextraktions-, Destillations- und Homogenisationsprozesse.

Absorptionsprozesse, die in der erfindungsgemäßen Anlage durchgeführt werden können, können rein physikalischer Art sein, zum Beispiel Absorption von Ammoniak, Stickstoffoxiden oder Chlorwasserstoff in Wasser oder von Ammoniak in Salzlösungen oder von Stickstoffoxiden in Salpetersäure; oder es kann sich um eine chemische Reaktion handeln, zum Beispiel um die Absorption von Schwefeldioxid in Kalkmilch zur Bildung von Kalziumbisulfit; um die Absorption von Sauerstoff/Luft-Gemischen für die Oxydation von Kohlenwasserstoffen, zum Beispiel Kumol, Zyklohexan oder eines Xylols; um die Absorption von Schwefeltrioxid für die Sulfonierung von organischen Verbindungen, im besonderen von C_{10}-C_{20}-alpha-Olefinen; um die Absorption von Chlor oder Brom für das Chlorieren und Bromieren von Paraffinen und Olefinen; um die Absorption von Chlor in einer Natronlauge für die Herstellung von Hypochlorit.

Desorptionsprozesse, die in der erfindungsgemäßen Anlage durchgeführt werden können, umfassen u.a. die Entfernung eines Reaktionsnebenproduktes, zum Beispiel die Entfernung von Äthylenglykol aus einer Polymerisationsschmelze des Polyäthylenterephthalat-"Monomers"; die Geruchsbeseitigung bei natürlichen Ölen und Fetten, zum Beispiel bei Baumwollsamenöl, Sojabohnenöl, Maiskeimöl, Schweinefett, durch die Behandlung der Öle oder Fette mit Dampf; die Verflüchtigung von organischen Bestandteilen aus wäßrigen Lösungen, zum Beispiel die Entfernung von Azeton aus Wasser durch Luft; und die Entfernung von Ammoniak und Kohlendioxid aus Salzlösungen. Oftmals werden derartige Desorptionsprozesse unter reduziertem Druck durchgeführt, in typischer Weise liegt der reduzierte Druck im Bereich zwischen 1 mm und 10 mm Hg-Säule.

Extraktionen, die in der erfindungsgemäßen Anlage durchgeführt werden können, umfassen u.a. die Extraktion von Benzol, Toluol und Xylol aus Naphthareformingbenzin unter Verwendung von bei-

spielsweise Diäthylenglykol oder Sulfolan als Extraktionsmittel; die Dehydratisierung von wäßrigem Fluorwasserstoff und von wäßrigem Chlorwasserstoff mit rauchender Schwefelsäure; die Extraktion von Ameisensäure und Essigsäure aus den sogenannten Schwarzlaugen der Zelluloseindustrie mit Methyläthylketon.

Destillationen, die in der erfindungsgemäßen Anlage durchgeführt werden können, umfassen u.a. die Trennung des Äthylbenzols von den Xylolen, die Trennung von C_2-Kohlenwasserstoffen (Äthylen von Äthan) die Trennung von C_3-Kohlenwasserstoffen (Propylen von Propan), die Trennung von aromatischen Kohlenwasserstoffen, die Trennung von Mono-, Di- und Trimethylaminen und Äthylaminen, die Isopentantrennung aus Leichtnaphtha sowie die Propylenoxid/Wasser-Trennung.

Wo die Destillation in einer Anlage gemäß der vorliegenden Erfindung durchgeführt wird, ist einzusehen, daß Verflüssigungsanlagen, zum Beispiel ein Kühler, erforderlich sind, um den Dampf zu verflüssigen, der aus dem durchlässigen Element zum Austrag gelangt, und daß Verdampfungsanlagen, zum Beispiel ein Kessel, erforderlich sind, um eine Flüssigkeit zu verdampfen, deren Dampf dem durchlässigen Element zugeführt werden muß. Vorzugsweise liegt eine Vielzahl von durchlässigen Elementen jeweils mit den zugehörigen Auffangvorrichtungen zum Auffangen der strömungsfähigen Medien und vorzugsweise unter Anbringung in einem drehbaren Konstruktionselement in einer Reihenanordnung vor und die Anlagenreihe ist außerdem mit den Zusatzausrüstungen versehen, wie etwa mit Verflüssigungs- und Verdampfungsanlagen, um eine Destillationsapparatur zu bilden.

Demgemäß liefert die vorliegende Erfindung des weiteren eine Destillationsapparatur, bestehend aus einer Vielzahl von durchlässigen Elementen jeweils mit ihren zugehörigen Auffangvorrichtungen zum Auffangen der strömungsfähigen Medien in einer Reihenanordnung und freigestellt drehbar um eine gemeinsame Achse, aus Verdampfungsanlagen für das Verdampfen einer Flüssigkeit,

deren Dampf der Reihe der durchlässigen Elemente zuzuführen ist, und aus Verflüssigungsanlagen für das Verflüssigen eines Dampfes, der aus der besagten Reihe der durchlässigen Elemente zum Austrag gelangt, gekennzeichnet dadurch, daß jedes durchlässige Element eine relative Porosität von wenigstens 80 % aufweist und/oder aus Faserbündeln, Fasern, Fibrillen oder Endlosfasern besteht und/oder drehbar angeordnet ist, um die strömungsfähigen Medien, die durch die Poren davon hindurchströmen, einer mittleren Beschleunigung von mehr als etwa 5000 m/sec^2 zu unterwerfen.

Wo eine kontinuierliche Destillation in der vorgenannten Destillationsapparatur durchgeführt wird, wird der Punkt, an dem die Flüssigkeit der Destillationsapparatur zugeführt wird, durch die Zusammensetzung des Flüssigkeitseintrags bestimmt. Der besagte Punkt kann ohne Schwierigkeiten durch einen Mann bestimmt werden, der auf diesem Gebiet der Technik Bescheid weiß. Die niedriger und höher siedenden Fraktionen des Flüssigkeitseintrages strömen von dem besagten Punkt über das durchlässige Element zu entgegengesetzten Enden der Reihe, wo sie als Dampf bzw. als Flüssigkeit zum Austrag kommen. Der Dampf wird in einer Verflüssigungsanlage verflüssigt und ein Teil der Flüssigkeit aufgefangen und ein Teil der besagten Reihe zurückgeführt. Ein Teil der Flüssigkeit, der aus der Reihe der durchlässigen Elemente zum Austrag kommt, wird aufgefangen und ein Teil in einer Verdampfungsanlage verdampft und der erzeugte Dampf der Reihe der durchlässigen Elemente zurückgeführt.

Die Destillationsapparatur gemäß der vorliegenden Erfindung kann einer sogenannten "Dampfrekompression" angepaßt werden, womit wir die Kompression eines Dampfes und die Wärmeabführung daraus in einem Wärmeaustauscher meinen. Der Dampf, der aus der Reihe der durchlässigen Elemente zum Austrag gelangt, wird in einem Verdichter komprimiert und der heiße Dampf und/oder die Flüssigkeit aus dem Kompressor werden über eine Expansionsanlage einem Wärmeaustauscher zugeführt. In dem Wärmeaustauscher

verlieren der heiße Dampf und/oder die Flüssigkeit Wärme, die durch einen Teil der Flüssigkeit absorbiert wird, die aus der Reihe der durchlässigen Elemente zum Austrag kommt, wobei dieser Teil somit weniger Wärme aus dem Kessel für die Verdampfung benötigt. Auf diese Weise kann der Gesamtenergiebedarf der Destillationsapparatur reduziert werden. Vorzugsweise wird der Kompressor durch die Antriebswelle angetrieben, die ein oder mehrere der durchlässigen Elemente antreibt.

Ausführungsbeispiel

Die vorliegende Erfindung wird nachstehend an einigen Beispielen näher erläutert. Eins davon zeigt die Anlage für die Durchführung des Stoffüberganges zwischen zwei strömungsfähigen Phasen gemäß der vorliegenden Erfindung. Durch die angegebenen Beispiele soll die Erfindung nicht beschränkt werden.

In der beiliegenden Zeichnung zeigen

Fig. 1: einenLängsschnitt eines Gasabsorptionsapparates;

Fig. 2: einen Schnitt in Querrichtung in einem anderen Maßstab auf der Linie AA der Fig. 1;

Fig. 3: eine schematische Darstellung einer kontinuierlichen Destillationsapparatur gemäß der vorliegenden Erfindung;

Fig. 4: eine schematische Darstellung der Apparatur von Fig. 3 unter Anpassung an eine Dampfrekompression.

In den Fig. 1 und 2 ist eine Hohlscheibe mit einem Bodenteil 1, einer Wand 2 und einem Plexiglas-Deckel 3 unter Verschraubung mit der Wand 2 sowie mit einer Hohlwelle 4 versehen. Die Hohlwelle 4 steht in Verbindung mit vier radialen Kanälen 5 in dem Bodenteil 1, die zu Öffnungen 6 führen, durch welche ein strömungsfähiges Medium hindurchströmen kann. Die Wand 2 weist eine Lippe 7 auf, die sich in Eingriff befindet mit einer ringförmigen Nut 8 in dem Deckel 3. Ein Kreisring 9 aus Metallgerüstschaum, typischerweise aus Retimet 80, gehalten in der Hohlscheibe zwischen dem Bodenteil 1 und dem Deckel 3 durch ein radial innen angeordnetes Drahtgeflecht 11 und ein radial außen angeordnetes Drahtgeflecht 12, bildet ein ringförmiges durchlässiges Element. Zwei konzentrische Rohre 13; 14 ragen durch den Deckel 13 durch eine gasdichte Abdichtung 15 hindurch. Das äußere Rohr 13 steht in Verbindung mit vier Rundsprühvorrichtungen 16, durch die ein strömungsfähiges Medium dem Kreisring 9 zugeführt werden kann. Die Hohlwelle 4 ist drehbar auf Rollenlagern in einem Lagergehäuse 17 angeordnet, das mit einer stationären Auffangvorrichtung zum Auffangen der strömungsfähigen Medien in der Form eines Gehäuses 18 aus nichtrostendem Stahl verbunden ist, an dem sich eine Öffnung 19 befindet. Ein Elektromotor (nicht wiedergegeben) liefert den Antrieb für die Hohlwelle 4 durch einen Keilriemenantrieb.

Während des Betriebes wird die Hohlscheibe in Umdrehung versetzt und eine Flüssigkeit über das Rohr 13 dem Kreisring 9 aus Metallgerüstschaum zugeführt. Diese bewegt sich dann radial nach außen durch den Schaum des Kreisringes 9 und füllt den Raum zwischen dem Drahtgeflecht 12 und der Wand 2 aus und wird über den Durchgang an der Lippe 7 und der Nut 8 ausgetragen. Ein Gas wird der Anlage durch die Hohl-

welle 4, die Kanäle 5 und die Öffnungen 6 zugeführt und tritt in den ringförmigen Raum zwischen der Wand 2 und dem Drahtgeflecht 12 ein. Die Flüssigkeit in dem Raum zwischen der Wand 2 und dem äußeren Drahtgeflecht 12 verhindert das Entweichen des Gases an der Wand 2, und das Gas wird durch die Poren des durchlässigen Elementes hindurchgetrieben. Dies geschieht im Gegenstrom zu der Flüssigkeit. Das Entweichen des Gases erfolgt über das Rohr 14. Die Flüssigkeit sammelt sich in dem Gehäuse 18 und kann durch die Öffnung 19 wunschgemäß abgelassen werden.

In Fig. 2 sind eine Reihe von stationären Gehäusen 20; 21; 22; 23, ein Kühler 24 und ein Kessel 25 auf einer Antriebswelle 26 angebracht. Die Antriebswelle 26 versetzt die durchlässigen Elemente, die in drehbaren Konstruktionselementen (nicht wiedergegeben) gehalten werden, in Umdrehung. Die Unterbringung erfolgt dabei in den Gehäusen 20; 21; 22; 23. Flüssigkeitszuleitungen 27; 28; 29 und Dampfzuleitungen 30; 31; 32 verbinden mit geeigneten Pumpen (nicht wiedergegeben) benachbarte Gehäuse. Eine Dampfleitung 33 und eine Flüssigkeitsleitung 54, in der sich ein Splitter 35 befindet, verbinden den Kühler 24 mit der Reihe der Gehäuse 20; 21; 22; 23. Eine Dampfleitung 36 und eine Flüssigkeitsleitung 37, in der sich ein Splitter 38 befindet, verbinden den Kessel 25 mit der Reihe der Gehäuse 20; 21; 22; 23. Eine Zuführungsleitung 29 führt zu der Flüssigkeitsleitung 28.

Während des Betriebes wird die Antriebswelle 26 durch einen Motor in Umdrehung versetzt (nicht wiedergegeben). Die Eintragflüssigkeit tritt in die Destillationsapparatur über die Zuleitung 39 ein, es findet ein Vermischen mit der Flüssigkeit in der Leitung 28 statt. Die Flüssigkeit gelangt

dann radial nach außen durch das durchlässige Element in dem Gehäuse 22, während es zu einer Berührung mit dem Dampf kommt, der radial nach innen durch das durchlässige Element in dem Gehäuse 22 strömt. Ein Teil der niedriger siedenden Fraktion in der Eintragflüssigkeit wird gestrippt und bewegt sich mit dem Dampf durch die Leitung 31 zu dem durchlässigen Element in dem Gehäuse 21, während die höher siedende Fraktion mit der Flüssigkeit über die Leitung 29 zu dem durchlässigen Element in dem Gehäuse 23 gelangt.
Die aus dem Gehäuse 23 ausgetragene höher siedende Fraktion strömt durch die Leitung 37, ein Teil davon wird durch den Splitter 38 zu einem Vorratsbehälter abgeführt und der Rest dem Kessel 25 zugeleitet. Der aus dem Kessel 25 austretende Dampf gelangt über die Leitung 36 zu dem durchlässigen Element in dem Gehäuse 23. Der Dampf strömt durch die durchlässigen Elemente hindurch, bis die niedriger siedende Fraktion in die Leitung 33 zum Austrag gelangt. Anschließend strömt der Dampf zu dem Kühler 24. Die aus dem Kühler 24 austretende Flüssigkeit durchströmt die Leitung 34, ein Teil davon wird durch den Splitter 35 zu einem Vorratsbehälter abgeführt und der Rest der Reihe der Gehäuse 20; 21; 22; 23 zurückgeführt.

In Fig. 4 befindet sich ein Kompressor 40 auf der Antriebswelle 26. Eine Dampfleitung 33 und eine Flüssigkeitsleitung 41 verbinden den Kompressor 40 mit der Reihe von Gehäusen 20; 21; 22; 23 und mit einem Wärmeaustauscher 42. Eine Flüssigkeitsleitung 43, in der sich ein Splitter 44 befindet, verbindet den Wärmeaustauscher 42 mit der Reihe von Gehäusen 20; 21; 22; 23.

Während des Betriebes wird die niedriger siedende Fraktion aus der Reihe der Gehäuse 20; 21; 22; 23 zum Austrag gebracht und gelangt über die Leitung 33 zu dem Kompressor 40, wo

eine Verdichtung stattfindet, um eine Flüssigkeit zu bilden. Die Flüssigkeit gelangt über die Leitung 41 zu dem Wärmeaustauscher 42, wo die Würme abgegeben wird, die durch die höher siedende Fraktion absorbiert wird. Die abgekühlte Flüssigkeit durchströmt aus dem Wärmeaustauscher 42 die Leitung 43, wobei ein Teil der Flüssigkeit durch den Splitter 44 einem Vorratsbehälter abgeführt und der Rest der Reihe der Gehäuse 20; 21; 22; 23 zurückgeführt wird.

Mit der erfindungsgemäßen Anlage ist es möglich, die Geschwindigkeit des Stoffüberganges gegenüber bekannten Anlagen wesentlich zu verbessern.

Das ist darauf zurückzuführen, daß die durchlässigen Elemente, die gemäß dem Stand der Technik in Anlagen zur Durchführung eines Stoffüberganges verwendet werden, nicht die folgenden Merkmale besitzen: a) "fasrige" Struktur, b) eine relative Porosität von mehr als 80 % und c) Drehbarkeit, so daß die durchfließenden Flüssigkeiten einer mittleren Beschleunigung von mehr als 5000 m/s^2 ausgesetzt sind. Diese Merkmale sind wesentliche Merkmale dieser Erfindung.

Beispiel 1

Ein ringförmiges durchlässiges Element mit dem Innenradius gleich 4,7 cm und dem Außenradius gleich 9 cm, hergestellt aus Knitmesh 9031 (wirksame Oberfläche 1650 m^{-1}, relative Porosität 94 %) wurde in einer Hohlscheibe gemäß der Veranschaulichung in den beiden Fig. 1 und 2 untergebracht. Die Scheibe wurde mit 2850 U/min in Umdrehung versetzt, während desoxydiertes Wasser mit einer Strömungsgeschwindig-

keit von 17 x 10^{-5} m^3/s der Hohlscheibe zugeführt wurde, um radial nach außen durch die Poren des Knitmesh 9031 zu strömen. Luft wurde andererseits radial nach innen zugeführt. Die Sauerstoffkonzentration in dem aus der Hohlscheibe austretenden Wasser wurde unter Verwendung einer Sonde zur Ermittlung des gelösten Sauerstoffes gemessen. Der Versuch wurde mit einer Umlaufgeschwindigkeit von 3350 U/min wiederholt. In einem weiteren Experiment wurde die Hohlscheibe mit Glasperlen gefüllt (Durchmesser 1,5 mm, wirksame Oberfläche 2400 m^{-1}, relative Porosität 50 %). Die Versuche wurden unter denselben Bedingungen der

Wasserströmungsgeschwindigkeit und der Umlaufgeschwindigkeiten durchgeführt. Der sogenannte "Volumenstoffübergangskoeffizient" K_La wurde unter Verwendung der folgenden Gleichung berechnet:

$$K_La = (Q/V) \ln \frac{C_{e1} - C_1}{C_{e1} - C_2}$$

wobei: K_L = Stoffübergangskoeffizient (Stoffübergangszahl) für einen Stoffübergang unter Kontrolle durch einen Flüssigkeitsfilm ($msec^{-1}$);

Q = Volumenströmungsgeschwindigkeit des Wassers (m^3sec^{-1});

V = durch das durchlässige Element eingenommene Volumen (m^3);

C_1 = Konzentration an Sauerstoff in dem eintretenden Wasser;

C_2 = Konzentration an Sauerstoff in dem austretenden Wasser;

C_{e1} = Gleichgewichtskonzentration an Sauerstoff in dem Wasser bei der Umgebungstemperatur und

a = wirksame Oberfläche des durchlässigen Elementes (m^{-1}).

Die Ergebnisse dieser Versuche sind in Tabelle 1 weiter unten angegeben, der entnommen werden kann, daß die Vergrößerung der relativen Porosität eines durchlässigen Elementes bei irgendeiner speziellen mittleren Beschleunigung den Volumenstoffübergangskoeffizienten K_La vergrößert und die Erhöhung der mittleren Beschleunigung den Volumenstoffübergangskoeffizienten erhöht.

Tabelle 1: Volumenstoffübergangskoeffizienten eines Wasser/Sauerstoff-Systems

Umlaufgeschwindigkeit U/min	mittlere Beschleunigung m/sec^2	Volumenstoffübergangskoeffizient sec^{-1}	
		Glasperlen	Knitmesh
2850	6397	1,45	1,95
3350	8839	2,30	3,55

Beispiel 2

Ein ringförmiges durchlässiges Element mit einem Innenradius gleich 4,75 cm, einem Außenradius gleich 9 cm und einer Tiefe gleich 2,54 cm, gebildet aus Retimet 45 (wirksame Oberfläche 2400 m^2/m^3; relative Porosität 96 %), wurde in einer Hohlscheibe gemäß der Darstellung in den beiden Abbildungen 1 und 2 untergebracht. Die Scheibe wurde mit 1450 U/min in Umdrehung versetzt, während desoxydiertes Wasser mit einer Strömungsgeschwindigkeit von $16,7 \times 10^{-5}$ $m^3 sec^{-1}$ der Hohlscheibe zugeführt wurde, um radial nach außen durch die Poren des Retimet 45 hindurchzuströmen. Luft wurde andererseits radial nach innen mit einer Strömungsgeschwindigkeit von $16,7 \times 10^{-4}$ $m^3 sec^{-1}$ der Hohlscheibe zugeleitet. Die Konzentration an Sauerstoff in dem Wasser, das der Hohlscheibe zugeführt und aus der Hohlscheibe zum Austrag gebracht wurde, wurde unter Verwendung einer Sonde zur Ermittlung des gelösten Sauerstoffes gemessen. Der Volumenstoffübergangskoeffizient K_La wurde unter Verwendung der Gleichung in Beispiel 1 berechnet. Weitere Versuche wurden bei höheren Umlaufgeschwindigkeiten durchgeführt und die Ergebnisse sind in Tabelle 2 weiter unten wiedergegeben.

Tabelle 2: Volumenstoffübergangskoeffizienten in Abhängigkeit von der mittleren Beschleunigung

Umlaufgeschwindigkeit U/min	Mittlere Beschleunigung m/sec^2	Volumenstoffübergangskoeffizient K_La sec^{-1}
1450	1660	1,040
2200	3820	1,070
2550	5133	1,070
2950	6869	1,135
3350	8858	1,730

Aus Tabelle 2 kann entnommen werden, daß, wenn die mittlere Beschleunigung von etwa 5000 $msec^{-2}$ vergrößert wird, eine bemerkenswerte Zunahme des Volumenstoffübergangskoeffizienten zu verzeichnen ist.

Beispiel 3

Ein ringförmiges durchlässiges Element mit einem Innenradius gleich 4,8 cm, einem Außenradius gleich 9,2 cm und einer Tiefe gleich 2,54 cm, gebildet aus einem gewirkten Band aus Glasfasern (Knitmesh 9048; wirksame Oberfläche 1000 m^2/m^3; relative Porosität 95 %), wurde in einer Hohlscheibe gemäß der Veranschaulichung in den beiden Abbildungen 1 und 2 untergebracht. Die Scheibe wurde mit 1000 U/min in Umdrehung versetzt, während desoxydiertes Wasser mit einer Strömungsgeschwindigkeit von $8,3 \times 10^{-5}$ $m^3 sec^{-1}$ der Hohlscheibe zugeführt wurde, um radial nach außen durch die Poren in dem Glasfaserband hindurchzuströmen. Luft wurde andererseits radial nach innen mit einer Strömungsgeschwindigkeit von $8,3 \times 10^{-4}$ $m^3 sec^{-1}$ der Hohlscheibe zugeleitet. Die Konzentration an Sauerstoff in dem Wasser, das der Hohlscheibe zugeführt und aus der Hohlscheibe zum Austrag gebracht wurde, wurde unter Verwendung einer Sonde zur Ermittlung des gelösten Sauerstoffes gemessen. Der Volumenstoffübergangskoeffizient K_La wurde unter Verwendung der Gleichung in Beispiel 1 berechnet. Ein weiterer Versuch wurde unter Verwendung einer Umlaufgeschwindigkeit von 1500 U/min durchgeführt.

Zu Vergleichszwecken wurden die vorgenannten Versuche unter Verwendung eines ringförmigen Elementes unter Bildung aus Glasperlen mit einem Durchmesser von 4 mm (wirksame Oberfläche 900 m^2/m^3; relative Porosität 38 %) wiederholt.

Die Ergebnisse sind in Tabelle 3 weiter unten wiedergegeben, aus der entnommen werden kann, daß bei durchlässigen Elementen unter Bildung aus demselben Material und mit ungefähr derselben wirksamen Oberfläche als Austauschfläche ein solches durchlässiges Element, welches über eine hohe relative Porosität verfügt und aus Faserbündeln, Fasern, Fibrillen oder Endlosfasern besteht, einen höheren Stoffübergangskoeffizienten aufweist.

Tabelle 3: Volumenstoffübergangskoeffizienten

Umlaufgeschwindigkeit U/min	Mittlere Beschleunigung m/sec^2	Volumenstoffübergangskoeffizient K_La	
		Glasperlen 4 mm	Glasfaserband
1000	768	0,452	0,542
1500	1727	0,626	0,703

Beispiel 4

Ein ringförmiges durchlässiges Element (mit einem Innenradius von 4,5 mm, einem Außenradius von 9,2 mm, einer Tiefe von 2,54 mm, einer wirksamen Oberfläche als Austauschfläche von ungefähr 350 m^2/m^3 und einer relativen Porosität gleich 98 %), das aus einem gewirkten Band aus einzelnen Fäden aus nichtrostendem Stahl mit einem Durchmesser von 120/um bestand, wurde in einer Hohlscheibe gemäß der Veranschaulichung in den beiden Abbildungen 1 und 2 untergebracht. Die Scheibe lief mit 2000 U/min um, während desoxydiertes Wasser mit einer Strömungsgeschwindigkeit von 8,33 x 10^{-5} m^3sec^{-1} sowie Luft mit einer Strömungsgeschwindigkeit von 8,33 x 10^{-4} m^3sec^{-1} wie in Beispiel 1 dem durchlässigen Element zugeführt wurden. Die Konzentration an Sauerstoff in dem ein- und austretenden Wasser wurde wie in Beispiel 1 gemessen und der Volumenstoffübergangskoeffizient unter Verwendung der Formel in Beispiel 1 berechnet.

In vergleichenden Experimenten wurden durchlässige Elemente mit den vorerwähnten Radien, mit der vorgenannten Tiefe und wirksamen Oberfläche unter Herstellung aus gewirktem Band aus einzelnen Fäden aus nichtrostendem Stahl mit einem Durchmesser von 150 bzw. 250/um verwendet. Die Ergebnisse sind in Tabelle 4 weiter unten wiedergegeben, der entnommen werden kann, daß eine Rotationsstoffübergangsanlage mit durchlässigen Elementen aus einzelnen Fäden mit Durchmessern kleiner als 150/um höhere Stoffübergangskoeffizienten als solche Anlagen liefern, bei

denen die durchlässigen Elemente einzelne Fäden mit Durchmessern gleich oder größer als 150 /um aufweisen.

Tabelle 4: Änderung des Volumenstoffübergangskoeffizienten in Abhängigkeit von dem Durchmesser der einzelnen Fäden

Fadendurchmesser (in /um)	Volumenstoffübergangskoeffizient (in sec^{-1})
120	0,622
150	0,406
250	0,412

Beispiel 5

Beispiel 4 wurde unter Verwendung eines ringförmigen durchlässigen Elementes (mit einem Innenradius von 4,5 cm, einem Außenradius von 9,2 cm, einer Tiefe gleich 1,27 cm) unter Herstellung aus Retimet 80 wiederholt. Die wirksame Oberfläche lag bei 5600 m^2/m^3 und der äquivalente Durchmesser der Faserbündel entsprach 80 /um. Der Volumenstoffübergangskoeffizient ergab sich zu 1,503 sec^{-1}.

Beispiel 6

Beispiel 5 wurde unter Verwendung eines ringförmigen durchlässigen Elementes unter Herstellung aus Retimet 45 wiederholt. Die wirksame Oberfläche lag bei 2400 m^2/m^3 und der äquivalente Durchmesser der Faserbündel entsprach 160 /um. Der Volumenstoffübergangskoeffizient ergab sich zu 0,795 sec^{-1}.

Erfindungsanspruch

1. Anlage zur Durchführung eines Stoffüberganges zwischen zwei strömungsfähigen Phasen, von denen wenigstens die erste Phase einer Flüssigkeit entspricht, bestehend aus einemdurchlässigen Element, welches a)den Durchgang der strömungsfähigen Medien durch die Poren des Elementes ermöglicht, wobei die Wandoberflächen der Poren einen gekrümmten und im wesentlichen kontinuierlichen Weg darstellen, auf dem sich die strömungsfähigen Medien bewegen können, und b) drehbar um eine Achse angeordnet ist, um die strömungsfähigen Medien einer mittleren Beschleunigung von wenigstens 150 m/s^2 auszusetzen, wenn diese durch die besagten Poren strömen, wobei sich das erste strömungsfähige Medium von der besagten Achse wegbewegt, und bestehend weiterhin aus Einrichtungen zum Zuführen der strömungsfähigen Medien zu dem durchlässigen Element sowie anderen Einrichtungen zum Austragen wenigstens eins der strömungsfähigen Medien oder einer Ableitung davon aus dem durchlässigen Element, gekennzeichnet dadurch, daß das durchlässige Element eine relative Porosität von wenigstens 80 % aufweist und/oder aus Faserbündeln, Fasern, Fibrillen oder Endlosfasern besteht und/oder drehbar angeordnet ist, um die sich durch die besagten Poren bewegenden strömungsfähigen Medien einer mittleren Beschleunigung von mehr als 5000 m/s^2 auszusetzen.

2. Anlage gemäß Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß das durchlässige Element eine Symmetrieachse unter Koinzidenz mit der Rotationsachse aufweist.

3. Anlage gemäß Punkt 1 oder 2, gekennzeichnet dadurch,

daß das durchlässige Element eine relative Porosität von wenigstens 90 % aufweist und sich aus Faserbündeln, Fasern, Fibrillen oder Endlosfasern zusammensetzt.

4. Anlage gemäß irgendeinem der vorhergehenden Punkte, gekennzeichnet dadurch, daß das durchlässige Element eine relative Porosität von wenigstens 93 % aufweist.

5. Anlage gemäß irgendeinem der vorhergehenden Punkte, gekennzeichnet dadurch, daß die Poren des durchlässigen Elementes durch Faserbündel, Fasern, Fibrillen oder Endlosfasern definiert werden, die einen äquivalenten Durchmesser unter 150 /um aufweisen.

6. Anlage gemäß einem der vorhergehenden Punkte, gekennzeichnet dadurch, daß das durchlässige Element eine wirksame Oberfläche als Austauschfläche von wenigstens 1500 m^2/m^3 aufweist.

7. Anlage gemäß irgendeinem der vorhergehenden Punkte, gekennzeichnet dadurch, daß das durchlässige Element aus Faserbündeln, Fasern, Fibrillen oder Endlosfasern besteht, die mechanisch untereinander verbunden sind, miteinander verklebt werden können oder punktweise untereinander verbunden sind.

8. Anlage gemäß Punkt 7, gekennzeichnet dadurch, daß die Faserbündel, Fasern, Fibrillen oder Endlosfasern als Gewebe oder Gewirke zum Einsatz gelangen.

9. Anlage gemäß Punkt 7, gekennzeichnet dadurch, daß die Faserbündel, Fasern, Fibrillen oder Endlosfasern durch Bildung als Metallgerüstschaum punktweise zusammengehalten werden.

10. Anlage gemäß irgendeinem der vorhergehenden Punkte, gekennzeichnet dadurch, daß das durchlässige Element in einem drehbaren Konstruktionselement angeordnet ist.

11. Anlage gemäß einem der vorhergehenden Punkte, gekennzeichnet dadurch, daß das durchlässige Element aus einem chemisch widerstandsfähigen Material hergestellt wird.

12. Anlage gemäß irgendeinem der vorhergehenden Punkte und unter Anpassung an die Destillation, gekennzeichnet dadurch, daß die besagte Anlage eine Vielzahl von durchlässigen Elementen enthält, die hintereinander angeordnet sind, und über Verdampfungsanlagen für das Verdampfen einer Flüssigkeit, deren Dampf der besagten Reihe zugeführt wird, und über Verflüssigungsanlagen verfügt, die dazu dienen, einen Dampf zu verflüssigen, der aus der besagten Reihe zum Austrag gelangt.

13. Anlage gemäß Punkt 12, gekennzeichnet dadurch, daß die Verdampfungsanlagen und die Verflüssigungsanlagen drehbar um eine gemeinsame Achse angebracht sind.

14. Anlage gemäß Punkt 12 oder 13, gekennzeichnet dadurch, daß die Verflüssigungsanlage einem Kompressor (40) entspricht und ein Wärmeaustauscher (42) mit dem Kompressor (40) und der Verdampfungsanlage verbunden ist, wobei die Anlage in der Weise angepaßt und angeordnet wird, daß der Dampf aus einem ersten durchlässigen Element in dem Kompressor (40) zu einer ersten Flüssigkeit kondensiert wird, von wo aus die Flüssigkeit dem Wärmeaustauscher (42) zugeleitet wird, in dem Wärme

der Flüssigkeit einer zweiten Flüssigkeit abgegeben wird, die in der Verdampfungsanlage zu verdampfen ist.

15. Verfahren zur Durchführung eines Stoffüberganges zwischen zwei strömungsfähigen Phasen, von denen wenigstens die erste Phase einer Flüssigkeit entspricht, beinhaltend das Zuführen der besagten strömungsfähigen Medien zu einem durchlässigen Element (gemäß der weiter oben angegebenen Definition), den Umlauf des durchlässigen Elementes um eine Achse, derart, daß die strömungsfähigen Medien einer mittleren Beschleunigung von wenigstens 150 m/s^2 ausgesetzt werden, wenn die sich durch die Poren des durchlässigen Elementes hindurchbewegen, wobei sich das erste strömungsfähige Medium radial nach außen von der besagten Achse wegbewegt, und weiterhin beinhaltend das Auffangen wenigstens eines Teiles von einem der strömungsfähigen Medien oder einer Ableitung davon beim Austrag aus dem durchlässigen Element, gekennzeichnet dadurch, daß das durchlässige Element eine relative Porosität von wenigstens 80 % aufweist und/oder aus Faserbündeln, Fasern, Fibrillen oder Endlosfasern besteht und/oder in Umlauf versetzt wird, um die strömungsfähigen Medien, die durch die Poren des Elementes hindurchströmen, einer mittleren Beschleunigung von mehr als etwa 5000 m/s^2 zu unterwerfen.

Hierzu 4 Seiten Zeichnungen

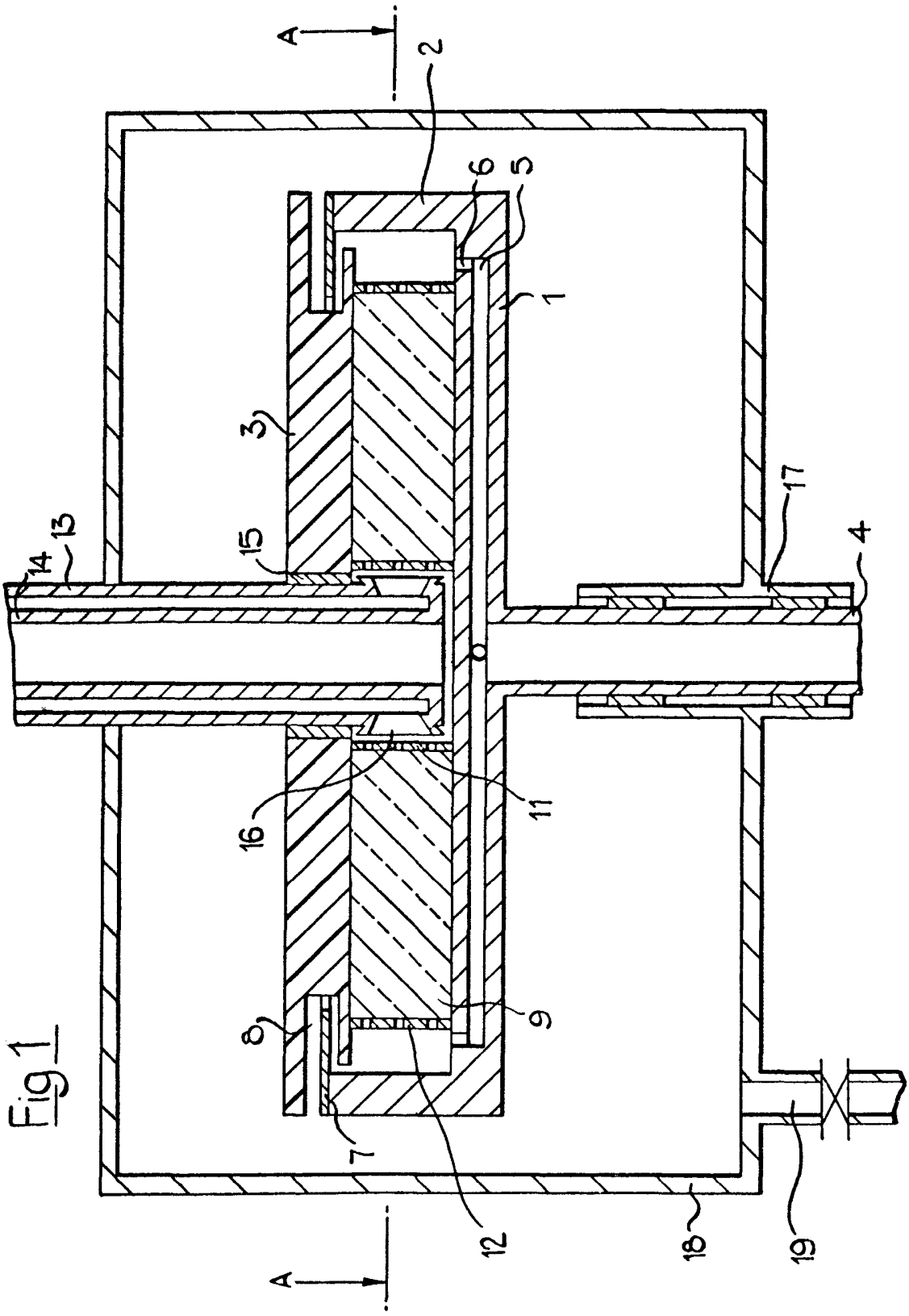


Fig 1

Fig. 2

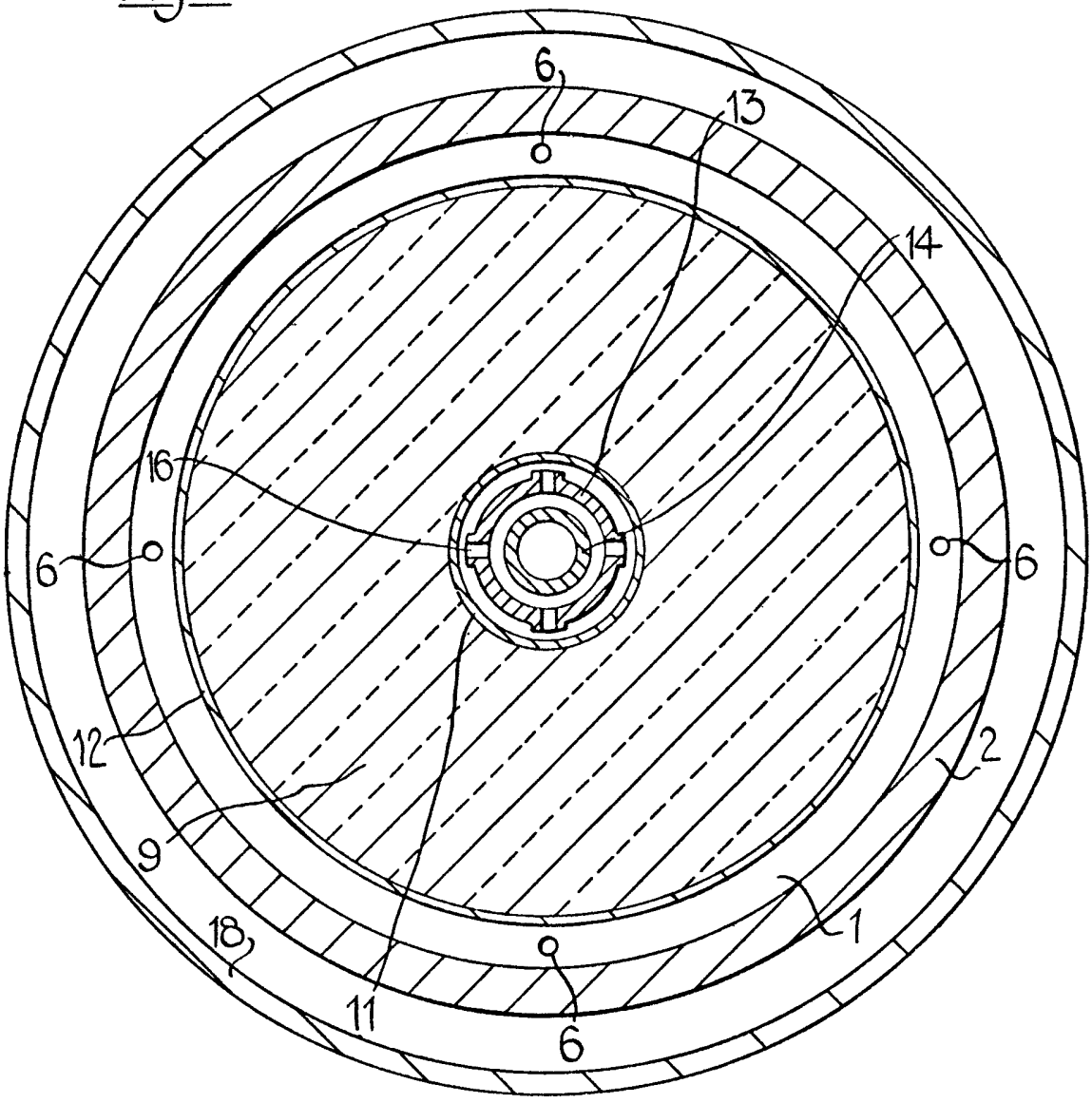


Fig. 3

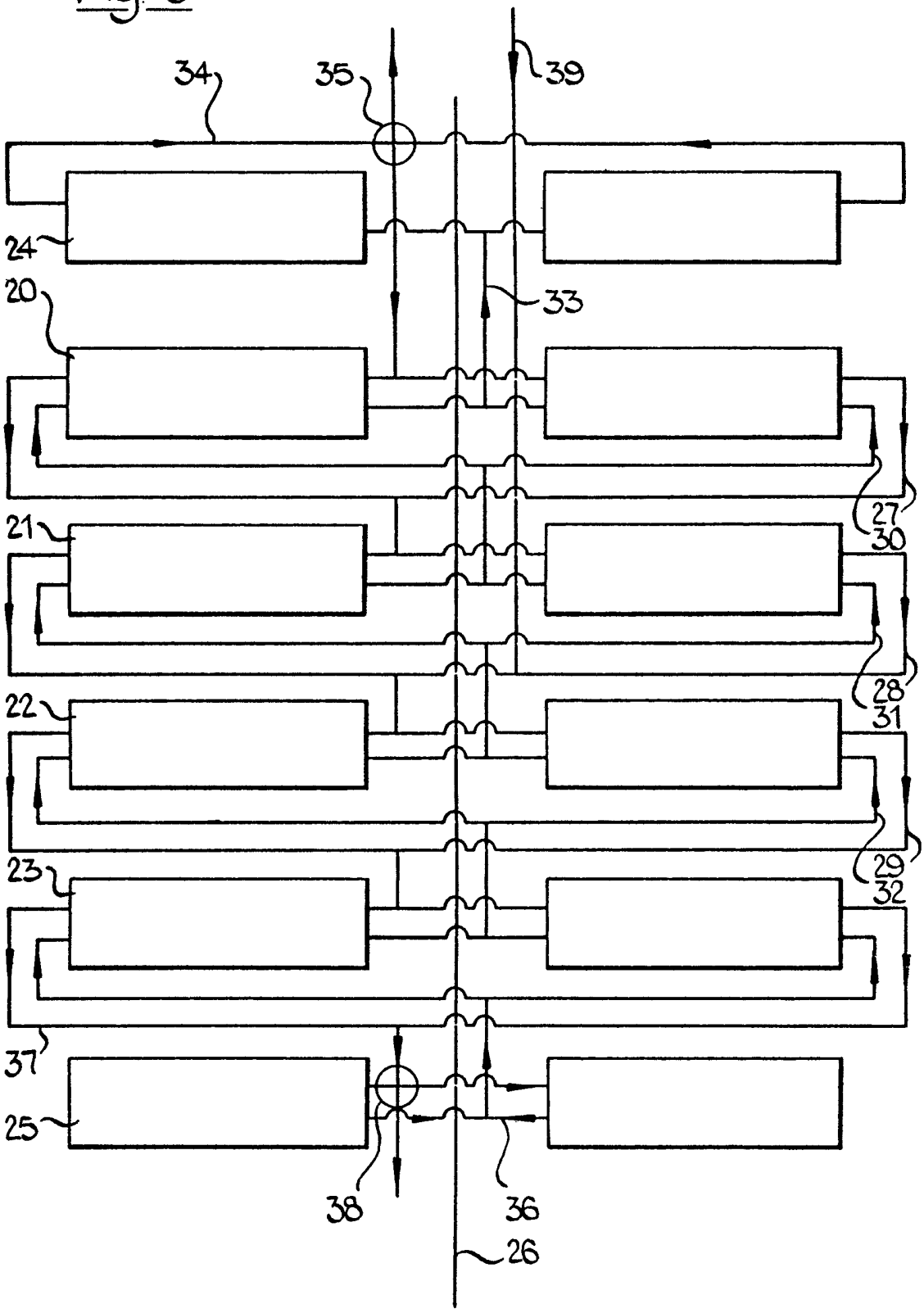


Fig. 4

