



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
 BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑤① Int. Cl.³: B 01 D 3/24

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
 Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978



⑫ **PATENTSCHRIFT** A5

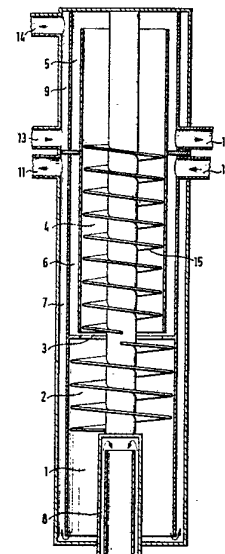
⑪

638 686

<p>⑳ Gesuchsnummer: 66/79</p> <p>㉒ Anmeldungsdatum: 04.01.1979</p> <p>③① Priorität(en): 04.01.1978 DE 2800247 11.11.1978 DE 2849076</p> <p>㉔ Patent erteilt: 14.10.1983</p> <p>④⑤ Patentschrift veröffentlicht: 14.10.1983</p>	<p>⑦③ Inhaber: Dr.-Ing. Dieter Markfort, Rösrath (DE)</p> <p>⑦② Erfinder: Dr.-Ing. Dieter Markfort, Rösrath (DE)</p> <p>⑦④ Vertreter: E. Blum & Co., Zürich</p>
--	---

⑤④ **Rektifikationsverfahren sowie Vorrichtung zu seiner Durchführung.**

⑤⑦ Die bekannten Rektifikationsvorgänge werden durch eine Wärmequelle und eine Wärmesenke mit einer entsprechenden Temperaturdifferenz in Gang gesetzt, wobei Wärme der armen Lösung in konzentrierter Form zugeführt und dem ausgedampften Kopfprodukt in konzentrierter Form entzogen wird. Alle zum Rektifikationsvorgang erforderlichen Wärme- und Stoffaustauschvorgänge laufen danach völlig intern ab. Die Erfindung beschreibt ein Verfahren und zur Durchführung dieses Verfahrens geeignete Vorrichtungen, bei dem Wärme nicht in konzentrierter Form, also bei Extremaltemperaturen, sondern kontinuierlich über den Bereich der Abtriebsäule (2) zugeführt und über den Bereich der Verstärkungssäule (4) abgeführt wird. Dadurch wird eine Wärmeübertragung von und an externe Fluide ermöglicht, was einer rekuperativen Nutzung zugute kommt.



PATENTANSPRÜCHE

1. Rektifikationsverfahren, bei dem ein flüssiges Gemisch mehrerer Komponenten unterschiedlicher Flüchtigkeit durch partielle Verdampfung in eine dampfförmige Phase mit hoher Konzentration der leichter flüchtigen Komponenten und in eine flüssige Phase mit niedriger Konzentration der leichter flüchtigen Komponente zerlegt wird, wobei zur möglichst reinen Gewinnung der leichter flüchtigen Komponente die Dampfphase in der Verstärkungssäule in innigen Kontakt mit einem durch teilweise Kondensation erzeugten Dephlegmat gebracht wird und wobei zur möglichst weitgehenden Verarmung des Gemisches an der leichter flüchtigen Komponente der durch Beheizung entstehende Dampf in der Abtriebssäule in Konzentrationsaustausch mit der flüssigen Phase des Gemisches tritt, dadurch gekennzeichnet, dass die insgesamt von der dampfförmigen Phase an eine Wärmesenke übertragene Dephlegmationswärme kontinuierlich der dampfförmigen Phase über den gesamten Bereich der Verstärkungssäule entzogen wird und dabei kontinuierlich Dephlegmat erzeugt, wodurch die dampfförmige Phase entlang der Taulinie im Enthalpie-Konzentrations-Diagramm geführt wird, und dass in der Abtriebssäule durch kontinuierliche Beheizung mittels einer Wärmequelle kontinuierlich Dampf erzeugt wird, und auf diese Weise die flüssige Phase entlang der Siedelinie im Enthalpie-Konzentrations-Diagramm geführt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Heiz- bzw. Kühlwärme durch je einen Fluidstrom zur Verfügung gestellt wird.

3. Verfahren nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass der zur Heizung eingesetzte Fluidstrom in der Abtriebssäule dem herabströmenden Gemisch und der zur Kühlung in der Verstärkungssäule eingesetzte Fluidstrom dem aufsteigenden Dampf gegenläufig geschaltet ist.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zur Erzeugung von Dephlegmat als Kühlfluid das zu trennende Gemisch herangezogen wird.

5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass als Heizfluid zur Durchführung des Abtriebsvorganges die verarmte flüssige Phase des Gemisches herangezogen wird.

6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass in einer mehrstufigen Prozessführung die Kondensatwärme der bei höherem Druck betriebenen Stufe als Heizwärme in die bei niedrigerem Druck betriebene Stufe eingespeist wird.

7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass in einer mehrstufigen Prozessführung die im Absorber freigesetzte Wärme der bei höherem Druck betriebenen Stufe als Heizwärme in die bei niedrigerem Druck betriebene Stufe eingespeist wird.

8. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, zur thermischen Trennung flüssiger Gemische von Komponenten unterschiedlicher Flüchtigkeit durch partielle Verdampfung und Rekondensation, bestehend aus einer Einspeisezone (3) für die reiche Lösung, einer Verstärkungssäule (4) zur Anreicherung der leichter flüchtigen Komponente in der Dampfphase, einer Abtriebssäule (2) zur Verarmung der eingespeisten reichen Lösung an der leichter flüchtigen Komponente, einem Austreiber (1), in dem durch Wärmezufuhr die leichter flüchtige Komponente ausgedampft und aus dem die arme Lösung abgezogen wird, einem Kondensator (5) zur Kondensation des Dampfes der leichter flüchtigen Komponente und einem Rekuperator (7) zur Wärmeübertragung von der armen an die reiche Lösung, wobei die reiche Lösung zur Kühlung der Verstärkungssäule

(4) herangezogen wird und somit einen Dephlegmatrückfluss hervorruft und die arme Lösung einen Teil ihrer fühlbaren Wärme an die Abtriebssäule (2) überträgt, dadurch gekennzeichnet, dass ein Strömungskanal (6) der reichen Lösung zwei getrennte Wärmeübertragungsflächen besitzt, deren eine an die Verstärkungssäule (4) und deren andere an einen Strömungskanal (7) der armen Lösung grenzt.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Strömungskanal (7) der armen Lösung im Bereich der Abtriebssäule (2) mit dieser eine gemeinsame wärmeübertragende Wandung besitzt.

10. Vorrichtung nach den Ansprüchen 8 und 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Strömungskanäle axial-symmetrische Anordnung aufweisen, wobei die reiche Lösung in einem Ringspalt (6) strömt, der die Verstärkungssäule (4) oder Teilvolumina derselben umschliesst und auf dessen Aussen-seite die arme Lösung (7) strömt, die ihrerseits die Abtriebssäule (2) in analoger Weise umschliesst.

11. Vorrichtung nach den Ansprüchen 8 und 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Kanäle von reicher und armer Lösung innerhalb von Verstärkungs- (4) und Abtriebssäule (2) angeordnet sind und dabei vorzugsweise die arme Lösung in dem Kanal strömt, der von dem der reichen Lösung umschlossen ist.

12. Vorrichtung nach den Ansprüchen 8 und 9, dadurch gekennzeichnet, dass eine Vielzahl von Kanälen der reichen und armen Lösung mit relativ zum Rektifikator kleinen Durchmessern als Gerad- oder Wendelrohrbündel innerhalb der Verstärkungs- (4) bzw. Abtriebssäule (2) angeordnet sind.

13. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Strömungskanäle durch kreiszylindrische Rohre gebildet sind.

14. Vorrichtung nach den Ansprüchen 8, 9 und 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Strömungskanäle der reichen und armen Lösung durch ebene Flächen begrenzt sind und plattenförmige Strömungskanäle bilden.

15. Vorrichtung nach den Ansprüchen 8 und 14, dadurch gekennzeichnet, dass die plattenförmigen Strömungskanäle zugleich die Böden einer Kolonne bilden.

16. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Wandungen der Strömungskanäle im Bereich der Verstärkungs- (4) und Abtriebssäule (2) durch Rippen, die in den Säulenbereich hineinragen, eine Vergrößerung der Oberfläche erfahren.

17. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Wandungen der Strömungskanäle im Bereich der Verstärkungs- (4) und Abtriebssäule (2) durch zylindrische oder ovale Stifte, die in den Säulenbereich hineinragen, eine Vergrößerung der Oberfläche erfahren.

18. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Verstärkungs- (4) bzw. Abtriebssäule (2) mit Strömungs-Leitelementen (15) versehen ist.

19. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Innenseiten der Kanalwandungen mit Rauigkeitselementen versehen sind.

20. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Strömungskanäle mit einer unregelmässig strukturierten Einlage versehen sind.

21. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Strömungskanäle mit einer regelmässig strukturierten Einlage versehen sind.

22. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Strömungskanäle ganz oder teilweise aus Wellrohren bestehen.

Die Erfindung bezieht sich auf ein Rektifikationsverfahren, bei dem ein flüssiges Gemisch mehrerer Komponenten unterschiedlicher Flüchtigkeit durch partielle Verdampfung in eine dampfförmige Phase mit hoher Konzentration der leichter flüchtigen Komponente und in eine flüssige Phase mit niedriger Konzentration der leichter flüchtigen Komponente zerlegt wird, wobei zur möglichst reinen Gewinnung der leichter flüchtigen Komponente die Dampfphase in der Verstärkungssäule in innigen Kontakt mit einem durch teilweise Kondensation erzeugten Dephlegmat gebracht wird und wobei zur möglichst weitgehenden Verarmung des Gemisches an der leichter flüchtigen Komponente der durch Beheizung entstehende Dampf in der Abtriebssäule in Konzentrationsaustausch mit der flüssigen Phase des Gemisches tritt, sowie auf eine Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens.

Derartige Verfahren sind in der chemischen Verfahrenstechnik hinlänglich bekannt und z. B. bei V. Bošnjaković, Technische Thermodynamik, II. Teil, 5. Auflage, Verlag Theodor Steinkopf, Dresden und Leipzig, 1971, ausführlich behandelt worden. So findet sich dort im Kapitel IV A «Destillation und Rektifikation», Abschnitt 5ff eine Darstellung, in der das Prinzip der Rektifikation durch Erzeugung eines Dephlegmatrückflusses einerseits und durch externe Beheizung andererseits dargestellt ist (a. a. O. Abb. IV, 41).

Dieser Darstellung entnimmt man, dass die Dephlegmationswärme bei der Taupunkttemperatur der höchsten Konzentration der Dampfphase, also der tiefsten Prozesstemperatur, und die Beheizungswärme bei der Siedetemperatur der geringsten Konzentration der Flüssigphase, also der höchsten Prozesstemperatur, anfallen, und zwar bei jeweils konstanter Temperatur.

Da es sich in beiden Fällen um relativ grosse Wärmemengen handelt, wohnen dieser Art der Verfahrensführung entsprechend dem 2. Hauptsatz der Thermodynamik inhärent grosse Verluste inne. Das wird insbesondere dann deutlich, wenn man die umgesetzten Wärmemengen rekuperativ nutzen will.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Verfahrensführung so zu gestalten, dass die anfallende Dephlegmationswärme bei möglichst hohen Temperaturen nutzbar gemacht wird und die Beheizungswärme bei möglichst niedrigen Temperaturen benötigt wird.

Ausgehend von dem eingangs beschriebenen bekannten Verfahren wird diese Aufgabe erfindungsgemäss durch den kennzeichnenden Teil des Patentspruches 1 gelöst.

Verfahrenstechnisch wird durch die erfindungsgemässe Prozessführung derselbe Effekt erzielt wie bei dem bekannten Verfahren, nämlich einerseits im Bereich der Verstärkung die Dampfphase entlang der Taulinie durch Abkühlen und Konzentrationsausgleich mit der lokal vorhandenen Flüssigphase anzureichern und andererseits im Bereich der Austreibung das Gemisch entlang der Siedelinie durch Beheizung an der leichter flüchtigen Komponente zu verarmen. Bei den bekannten Verfahren wird hierzu jedoch ein entsprechend grosser Dephlegmatrückfluss bei der tiefsten Prozesstemperatur erzeugt, der die zur Kühlung notwendige Wärme durch interne Vorgänge aufnimmt und andererseits bei höchster Prozesstemperatur das Gemisch soweit ausgedampft, dass die zur Austreibung benötigte Wärme verfügbar wird.

Die auf diese Weise intern übertragene Wärme geht dem Prozess in exergetischer Hinsicht deshalb verloren, weil die Dephlegmattemperatur gemessen an der höchsten Siedetemperatur sehr gering ist und die gesamte Temperaturspanne zu internen Wärmeübertragung benötigt wird, extern aber nicht genutzt werden kann.

Im Gegensatz dazu wird bei der erfindungsgemässen Prozessführung an jeder Stelle entlang der Taulinie nur so-

viel Wärme entzogen wie zur lokalen Verbesserung der Konzentration der leichter flüchtigen Komponente in der Dampfphase – durch Konzentrationsausgleich mit der Flüssigphase – benötigt wird. Dabei bleibt die lokale Temperatur erhalten, wie auch die lokale Massenbilanz völlig mit der des bekannten Verfahrens übereinstimmt. Die durch Kühlung entzogene Wärme fällt dabei grundsätzlich bei der lokal herrschenden Temperatur an. Bei der erfindungsgemässen Verfahrensführung ist es z. B. möglich, einen Fluidstrom, der zur Kühlung eingesetzt wird, von der tiefsten Prozesstemperatur bis auf die höchste Taupunkttemperatur des Prozesses zu erwärmen.

In analoger Weise wird bei der erfindungsgemässen Prozessführung an jeder Stelle entlang der Siedelinie nur soviel Wärme zugeführt, wie zur lokalen Abreicherung des Gemisches an der leichter flüchtigen Komponente – durch Konzentrationsausgleich mit der Dampfphase – benötigt wird. Dabei bleibt die lokale Temperatur erhalten, wie auch die örtliche Massenbilanz völlig mit der des bekannten Verfahrens übereinstimmt. Die durch Beheizung zugeführte Wärme wird dabei grundsätzlich bei der lokal herrschenden Temperatur eingespeist. Bei der erfindungsgemässen Verfahrensführung ist es z. B. möglich, einen Fluidstrom, der zur Beheizung eingesetzt wird, von der höchsten Prozesstemperatur bis auf die niedrigste Siedetemperatur des Prozesses abzukühlen.

Damit ergibt sich die Möglichkeit, bei geeigneter Führung der Heiz- und Kühlströme, eine erhebliche Verbesserung des thermischen Wirkungsgrades von Rektifikationsverfahren zu erzielen.

Die hier angesprochene Verbesserung des Wirkungsgrades lässt sich in besonders vorteilhafter Weise dadurch erzielen, wenn der zur Heizung verwendete Fluidstrom in der Abtriebssäule dem herabströmenden Gemisch und der zur Kühlung in der Verstärkungssäule eingesetzte Fluidstrom dem aufsteigenden Dampf gegenläufig geschaltet ist.

Eine bevorzugte Ausführung der Erfindung ist eine Prozessführung, bei der zur Erzeugung von Dephlegmat als Kühlfluid das zu trennende Gemisch herangezogen wird, da man auf diesem Wege eine maximale Vorwärmtemperatur erreichen kann. Analog dazu kann als Heizfluid zur Durchführung des Abtriebsvorganges die verarmte flüssige Phase des Gemischs herangezogen werden, die die extern aufgenommene Wärme und sensible Wärme bis herunter zur minimalen Siedetemperatur abgeben kann, so dass sich auf diese Weise eine minimale Austrittstemperatur der verarmten flüssigen Phase erzielen lässt. Die weitere sensible Wärme steht für Vorwärmzwecke zur Verfügung.

Eine bevorzugte Anwendung der Erfindung ist bei Kreisprozessen gegeben, die im Sinne von Absorptionwärmepumpen bzw. -kältemaschinen ablaufen. Da in beiden Fällen die Förderung von Wärme von einem niederen auf ein höheres Temperaturniveau durch Einsatz von Wärmeenergie bewirkt wird, ist eine Verbesserung des Verhältnisses von geförderter Wärme zu eingesetzter Wärme für die Anwendung solcher Kreisprozesse von grundlegender Bedeutung. Durch die erfindungsgemäss mögliche Vorwärmung des zu trennenden Gemischs kann eine erhebliche Einsparung an Heizwärme erzielt werden.

Das erfindungsgemässe Rektifikationsverfahren hat bei einer mehrstufigen Ausführung besondere Vorteile hinsichtlich der Nutzung der eingebrachten Wärme zur Gemischtrennung. Die mehrstufige Rektifikation in einer Kaskadenschaltung bietet die Möglichkeit, durch geeignete Wahl der jeweiligen Betriebsdaten (Druck und Temperatur) die Kondensationswärme der ersten Stufe, die bei höherem Druck betrieben wird, als Heizwärme in der zweiten Stufe, deren Druckniveau niedriger liegt, einzusetzen; andererseits kann in

bekannter Weise Absorptionswärme der ersten Stufe als Heizwärme in der zweiten Stufe genutzt werden. Mit dieser Anordnung wird die Arbeitsfähigkeit der in der Hochdruckstufe eingebrachten externen Heizwärme wesentlich besser genutzt, was sich in einer merklichen Erhöhung der spezifischen Gemischtrennleistung niederschlägt.

Für die Durchführung dieses Rektifikationsverfahrens empfiehlt sich eine Vorrichtung zur thermischen Trennung flüssiger Gemische von Komponenten unterschiedlicher Flüchtigkeit durch partielle Verdampfung und Rekondensation, bestehend aus einer Einspeisezone für die reiche Lösung, einer Verstärkungssäule zur Anreicherung der leichter flüchtigen Komponente in der Dampfphase, einer Abtriebssäule zur Verarmung der eingespeisten reichen Lösung an der leichter flüchtigen Komponente, einem Austreiber, in dem durch Wärmezufuhr die leichter flüchtige Komponente ausgedampft und aus dem die arme Lösung abgezogen wird, einem Kondensator zur Kondensation des Dampfes der leichter flüchtigen Komponente und einem Rekuperator zur Wärmeübertragung von der armen an die reiche Lösung, wobei die reiche Lösung zur Kühlung der Verstärkungssäule herangezogen wird und somit einen Dephlegmatrückfluss hervorruft und die arme Lösung einen Teil ihrer fühlbaren Wärme an die Abtriebssäule überträgt, die erfindungsgemäss dadurch gekennzeichnet ist, dass ein Strömungskanal der reichen Lösung zwei getrennte Wärmeübertragungsflächen besitzt, deren eine an die Verstärkungssäule und deren andere an einen Strömungskanal der armen Lösung grenzt und dass bei einer bevorzugten Ausführungsform ausserdem der Strömungskanal der armen Lösung im Bereich der Abtriebssäule mit dieser eine gemeinsame wärmeübertragende Wandung besitzt.

Aufgrund dieser konstruktiven Ausgestaltung werden im Bereich der Verstärkungssäule die Ströme von Dampf, reicher und armer Lösung in der Hauptsache parallel geführt, wobei die reiche Lösung im Gegenstrom zu Dampf und armer Lösung strömt, während im Bereich der Abtriebssäule der Strom der armen Lösung im wesentlichen dem Stoffstrom der reichen Lösung entgegenströmt.

Die erfindungsgemässe Lösung vermeidet die Wärmeverluste zwischen Abtriebssäule und Rekuperator, da durch die parallele Anordnung nur noch die zur Wärmeübertragung notwendigen Temperaturdifferenzen vorhanden sind. Darüber hinaus bewirkt sie wegen der doppelseitigen Wärmeübertragung an die reiche Lösung, dass der Mengenstrom der reichen Lösung nicht mehr in zwei Teilströme aufgeteilt zu werden braucht. Die Aufteilung der zu übertragenden Wärmemengen von der Verstärkungssäule einerseits und von der armen Lösung andererseits an die reiche Lösung wird durch die Wärmedurchgangszahlen, Oberflächenverhältnisse und Temperaturdifferenzen auf beiden Seiten des Strömungskanals der reichen Lösung automatisch reguliert.

Dabei übernimmt der Mengenstrom der armen Lösung in etwa die Funktion einer Führungsgrösse, während sich die Säulentemperatur entsprechend den lokalen Verhältnissen auch lokal einstellt. Damit werden alle Nachteile eines Durchflussregelkreises vermieden, wenngleich im Grunde das Prinzip der dem Wärmeangebot angepassten Teilströme der reichen Lösung beibehalten wird.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung wird vorgeschlagen, dass die Strömungskanäle axial-symmetrische Anordnung aufweisen, wobei die reiche Lösung in einem Ringspalt strömt, der die Verstärkungssäule oder Teilvolumina derselben umschliesst und auf dessen Aussenseite die arme Lösung strömt, die ihrerseits die Abtriebssäule in analoger Weise umschliesst. Eine solche Ausführung eignet sich insbesondere für kleinere oder auch in Modulbauart ausgeführte Rektifikationseinheiten. Besonders vorteilhaft ist die

völlige Vermeidung von Wärmeverlusten aus der Verstärkungs- bzw. Abtriebssäule. Sämtliche Wärmeverluste werden aus der fühlbaren Wärme der armen Lösung gedeckt.

Eine bevorzugte konstruktive Ausführung ist vornehmlich bei grösseren Einheiten dadurch gegeben, wenn die Kanäle von reicher und armer Lösung innerhalb der Verstärkungs- und Abtriebssäule angeordnet sind und dabei vorzugsweise die arme Lösung in einem Kanal strömt, der von dem der reichen Lösung umschlossen ist. Eine besondere Ausgestaltung erfährt der letzte Vorschlag durch die Anordnung einer Vielzahl von Kanälen der reichen und armen Lösung mit relativ zur Rektifikationseinheit kleinen Durchmessern als Gerad- oder Wendelrohrbündel innerhalb der Verstärkungs- bzw. Abtriebssäulen. Wie oben erwähnt sind die den Wärmetransport bestimmenden Grössen gleichzeitig Regulans für die verfahrenstechnischen Vorgänge. Die vorgeschlagenen Anordnungsvarianten erlauben die Anpassung der Strömungsquerschnitte und Wärmeübertragungsflächen an die Stoff- und Wärmeströme. Die Mehrfachanordnung von Strömungskanälen ergibt ausserdem eine gleichmässige Beaufschlagung der Querschnitte der Verstärkungs- und Abtriebssäulen.

Die wichtigste Ausführungsart ist dadurch gegeben, dass die Strömungskanäle durch kreiszylindrische Rohre gebildet werden. Wenngleich für bestimmte Anwendungsfälle die Verhältnisse von wärmeübertragendem Umfang zu Querschnitt beim Kreisrohr nicht ohne weiteres optimal sind, wird wegen der Verfügbarkeit in allen Grössen das Kreisrohr als Bauelement bevorzugt.

Eine den Betriebserfordernissen sehr anpassungsfähige Ausführung wird erreicht, wenn die Strömungskanäle der reichen und armen Lösung durch ebene Flächen begrenzt sind und plattenförmige Strömungskanäle bilden. Die Vorzüge einer solchen Lösung werden insbesondere dann augenfällig, wenn die plattenförmigen Strömungskanäle gleichzeitig die Böden einer Kolonne bilden.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung des Erfindungsgegenstandes wird erreicht, wenn die Wandungen der Strömungskanäle im Bereich der Verstärkungs- und Abtriebssäule durch Rippen, die in den Säulenbereich hineinragen, eine Vergrösserung der Oberfläche erfahren. Da ein wesentliches Element des erfindungsgemässen Verfahrens der Wärmeübergang vom Säulenbereich an die Stoffströme der reichen und armen Lösung ist, kommt der Vergrösserung der wärmeübertragenden Oberfläche die Bedeutung eines freien Parameters zu, da die übrigen für den Wärmeübergang massgeblichen Grössen (Reynolds'sche und Prandtl'sche Kennzahlen) durch die verfahrenstechnischen Randbedingungen der Stoffströme im Säulenbereich vorgegeben sind.

Eine günstige Alternative zur Vergrösserung der Oberfläche durch Rippen ergibt sich dadurch, dass stiftförmige Elemente, z. B. Zylinder- und Kegelstifte oder auch Flossen, verwendet werden. Die Aufbringung von einzelnen stiftförmigen Elementen ist oftmals fertigungstechnisch (z. B. Widerstandsschweissen) der Herstellung von Rippen vorzuziehen; darüber hinaus ergeben sich auch Vorteile hinsichtlich der Vermischung des Stoffstromes in der Säule, was einer Intensivierung des Wärmeüberganges dient.

Gegenüber der üblichen Ausführung von Rektifiziersäulen in Boden- oder Füllkörperbauart ist gemäss dem erfindungsgemässen Verfahren ein möglichst häufiger Kontakt der Stoffströme in der Säule mit den wärmeübertragenden Wandungen der die reichen und armen Lösung führenden Kanäle von Vorteil. Aus diesem Grunde ist eine bevorzugte Ausführungsform durch die Verwendung von Strömungs-Leitelementen im Säulenbereich gekennzeichnet, die gleichzeitig der Darbietung einer möglichst grossen benetzten Oberfläche dienen.

Gemessen an den Stoffströmen sind relativ grosse Wärmemengen bei geringstmöglichen Temperaturdifferenzen zu übertragen. In vielen Fällen reichen die Durchsätze nicht aus, um im jeweiligen Strömungskanal turbulente Strömung zu erzeugen. Eine günstige Gestaltung der Strömungskanäle in diesem Sinne wird erreicht, wenn die Innenseiten der Kanalwandungen mit Rauigkeitselementen versehen sind. Diese können z. B. durch mechanische oder galvanische Bearbeitung aus dem Grundmaterial herausgearbeitet werden oder auch durch Aufbringen eines Fremdstoffes (z. B. Flammsspritzen) erzeugt werden.

Die Verbesserung des kanalinternen Wärmeüberganges kann auch durch stärkere Vermischung des Stoffstromes herbeigeführt werden, so dass eine sogenannte «Flechtströmung» entsteht. Eine vorteilhafte Kanalgestaltung zur Erzeugung der «Flechtströmung» wird erreicht, wenn die Strömungskanäle mit einer unregelmässig strukturierten Einlage (z. B. Füllkörperschüttung, offenporige Sinterkörper) versehen sind. Diese Anordnung bietet dann grosse Vorteile, wenn ein Strömungsmedium mit relativ schlechter Wärmeleitfähigkeit in Frage steht und durch Wahl eines geeigneten Materials der Einlage ein guter Wärmetransport normal zur Strömungsrichtung die Wärmeübertragung erheblich verbessert.

Eine Alternative zur der unregelmässig strukturierten Kanaleinlage wird erreicht, wenn die Strömungskanäle mit einer regelmässig strukturierten Einlage versehen sind. Hierzu zählen insbesondere glatte oder gewendelte Drähte oder Drahtgewebe. Bei nicht zu kleinen Massenströmen haben diese Einlagen den Vorteil, weniger Querschnittsfläche des Kanals einzunehmen, dabei eine gute Vermischung zu erzeugen und ausserdem gegen Verstopfungen relativ unempfindlich zu sein.

Eine bevorzugte Gestaltung der Strömungskanäle, die sowohl dem Gesichtspunkt der Oberflächenvergrößerung als auch dem Gedanken der Vermischung gerecht wird, ergibt sich, wenn die Strömungskanäle ganz oder teilweise aus Wellrohren bestehen. Während die natürliche Vergrößerung der Oberfläche der Kanalwand durch Einsatz von Wellrohren augenfällig ist, ergeben sich die Vermischungseffekte im Zusammenhang mit den übrigen Kanalabmessungen. Insbesondere spielt der geringste Abstand zwischen Welle und benachbarter Kanalwand in Relation zu den Wellenabmessungen eine wesentliche Rolle im Hinblick auf die nachfolgende lokale Vermischung. Ein weiterer Vorteil ist die relativ geringe Wandstärke sowie die Elastizität im Hinblick auf thermische Dehnungen.

In der Zeichnung ist ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel für eine Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens dargestellt und im folgenden beschrieben.

Die Rektifiziereinheit besteht aus dem Austreiber 1, der Abtriebssäule 2, der Einspeisezone 3 für die reiche Lösung, der Verstärkungssäule 4, dem Kondensator 5, dem Strömungskanal 6 für die reiche Lösung, dem Strömungskanal 7 für die arme Lösung, der Beheizungseinrichtung 8 für den Austreiber 1 und dem Kühlkanal 9 des Kondensators 5.

Die reiche Lösung tritt am Rohrstützen 10 in die Rektifiziereinheit ein und durchströmt den Kanal 6 von oben nach unten. Dabei nimmt sie sowohl Wärme von der im Kanal 7 von unten nach oben strömenden armen Lösung als auch Dephlegmationswärme von dem in der Verstärkungssäule 4 von unten nach oben strömenden Dampf auf. In der Einspeisezone 3 teilen sich dampfförmige und flüssige Bestandteile der reichen Lösung, während die dampfförmigen Teile zusammen mit den aus der Abtriebssäule 2 aufsteigenden Dämpfen nach oben durch die Verstärkungssäule 4 strömen – und dabei an der Wand des Kanals 6 dephlegmieren – folgt die reiche Lösung der Schwerkraft durch die Abtriebssäule 2 nach unten und wird dort weiter ausgedampft, wobei sowohl die aus dem Austreiber 1 aufsteigenden Dämpfe als auch die aus dem Kanal 7 von der armen Lösung übertragene Wärme zur Aufheizung genutzt werden.

In der dargestellten Konzeption wird die im Austreiber 1 angesammelte Lösung durch ein in der Beheizungseinrichtung 8 strömendes Fluid weiter aufgewärmt und dabei die leichter flüchtige Komponente ausgetrieben. Der Dampf durchströmt die Abtriebs- 2 und Verstärkungssäule 4, während die nunmehr arme Lösung durch den Kanal 7 den Austreiber 1 verlässt und Wärme zunächst an die Abtriebssäule 2 und dann an die reiche Lösung – im Bereich des Kanals 6 – überträgt, bevor sie am Rohrstützen 11 die Rektifiziereinheit verlässt.

Der die Verstärkungssäule 4 verlassende Dampf wird im Kondensator 5 an der kalten Wand des Kanals 9 niedergeschlagen, das Kondensat verlässt die Rektifiziereinheit durch den Rohrstützen 12. Das zur Kondensation benutzte Kühlfluid wird über die Anschlüsse 13 und 14 dem Kanal 9 zugeführt.

Die in der Abtriebs- 2 und Verstärkungssäule 4 angeordneten Spiralrippen 15 dienen gleichzeitig der Strömungsführung und der Bereitstellung von benetzter Oberfläche zum Stoffaustausch.

