

⑫ **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

⑰ Anmeldenummer: 90111665.7

⑤① Int. Cl.⁵: **B01F 5/06**

⑲ Anmeldetag: 20.06.90

③① Priorität: 20.06.89 DE 3920123

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung:
27.12.90 Patentblatt 90/52

⑥④ Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE DK ES FR GB IT LI NL SE

⑦① Anmelder: **Gröbner, Alfred**
Pembaurstrasse 31
A-6020 Innsbruck(AT)

Anmelder: **Widler, Hanspeter**
Schloss Hard
CH-8272 Ermatingen(CH)

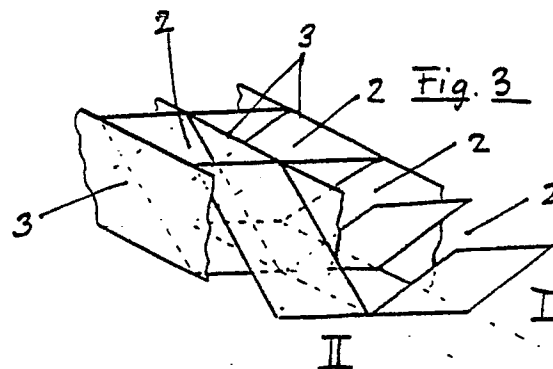
⑦② Erfinder: **Gröbner, Alfred**
Pembaurstrasse 31
A-6020 Innsbruck(AT)
Erfinder: **Widler, Hanspeter**
Schloss Hard
CH-8272 Ermatingen(CH)

⑦④ Vertreter: **Vossius & Partner**
Siebertstrasse 4 P.O. Box 86 07 67
D-8000 München 86(DE)

⑤④ **Statische Mischvorrichtung für Fluide.**

⑤⑦ Es wird eine statische Mischvorrichtung für Fluide, insbesondere Gase und/oder Flüssigkeiten angegeben, die wenigstens ein, in eine Leitung, wie eine Rohrleitung einsetzbares, gitterrostförmiges Mischelement (1) hat. Das Mischelement hat in der Leitungsquerschnittsebene mehrere, in parallelen Reihen angeordnete Durchlaßkanäle (2), deren Wände derart reihenweise nach mit Bezug auf die Hauptströmungsrichtung entgegengesetzten Seiten geneigt sind, daß die Strömung in benachbarten Reihen nach entgegengesetzten Richtungen abgelenkt wird. Die Länge des Mischelemente beträgt etwa ein Viertel des Leitungsdurchmessers. Bei einer bevorzugten Ausführungsform können zwei oder mehrere Mischelemente in Hauptströmungsrichtung gesehen hintereinander angeordnet sein, wobei die jeweils aufeinanderfolgenden Mischelemente 45 bis 90° zueinander verdreht angeordnet sind, um die Vermischung und Homogenisierung zu fördern. Die Winkel der Durchlaßkanäle zur Hauptströmungsrichtung können in Abhängigkeit von dem Bedarfsfall gewählt werden und liegen zweckmäßigerweise innerhalb ei-

nes Bereiches von 30° bis 60° oder größer. Die Anzahl der Durchlaßkanäle in den jeweiligen Reihen kann unterschiedlich gewählt werden.



Statische Mischvorrichtung für Fluide

Die Erfindung betrifft eine statische Mischvorrichtung für Fluide, insbesondere Gase und/oder Flüssigkeiten mit mindestens zwei hintereinander in eine Leitung einsetzbaren, gitterrostförmigen Mischelementen gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Ein in eine Leitung einsetzbarer Gitterrost zur Durchmischung eines hindurchströmenden Fluids ist aus der DE-A-23 40 483 bekannt. Bei dieser Vorrichtung sind die geneigten Wände jedes Kanals nicht über die gesamte Länge des Kanals geneigt. Die Strömung im Kanal wird dort vielmehr zunächst achsparallel geführt und knickt erst dann ab. Die Ausbildung eines derartigen Mischelements zur Durchmischung eines hindurchströmenden Fluids führt zwar zu einer gleichmäßigen Geschwindigkeitsverteilung über den Leitungsquerschnitt hinweg gesehen bei geringem Druckabfall. Die Baulänge dieses Gitterrosts oder gitterrostförmigen Mischelements jedoch ist relativ groß, so daß man eine relativ lange Mischstrecke zur Homogenisierung, d.h. intensiven Vermischung benötigt, da die Durchlaßkanäle und die hierdurch erzeugten Teilströme des ankommenden Fluidstroms zu Beginn nur in Hauptströmungsrichtung aufgeteilt und erst in Austrittsrichtung des Mischelements abgelenkt und im Bereich hinter dem Gitterrost in Form eines Art Nachmischeffektes vermischt werden.

Die Erfindung zielt darauf ab, unter Überwindung der zuvor geschilderten Schwierigkeiten eine statische Mischvorrichtung für Fluide der gattungsgemäßen Art mit verbesserter Mischwirkung bei kurzer Mischstrecke bereitzustellen.

Erfindungsgemäß werden in der Querschnittsebene gesehen die Teilströme an dem zweiten Mischelement im Vergleich zum ersten nochmals unterteilt, so daß insgesamt gesehen die Inhomogenität etwa um den Faktor 2 bei zwei hintereinander angeordneten Mischelementen auf einer äußerst kurzen Mischstrecke abgebaut werden kann.

Bei der erfindungsgemäßen statischen Mischvorrichtung werden mit Hilfe des gitterrostförmigen Mischelements der in Hauptströmungsrichtung ankommende Fluidstrom nicht nur auf die Durchlaßkanäle in Teilströme unterteilt, sondern er wird auch zugleich in benachbarten Reihen jeweils nach entgegengesetzten Richtungen abgelenkt, so daß man eine intensive Mischung und Homogenisierung mit Hilfe des erfindungsgemäßen Mischelements bei einer wesentlich kürzeren Mischstrecke erhält. Hierdurch erhält man eine gedrängte Bauweise einer derartigen statischen Mischvorrichtung oder anders ausgedrückt läßt sich die Mischeffizienz im Vergleich zum Stand der Technik bei

jeweils gleicher Mischstrecke verbessern, da sich bei der erfindungsgemäßen statischen Mischvorrichtung eine größere Anzahl von Mischelementen bei ein und derselben Mischstrecke hintereinander in Hauptströmungsrichtung gesehen anordnen läßt.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform nach der Erfindung beträgt die Länge des Mischelements etwa ein Viertel des Leitungsdurchmessers. Anders ausgedrückt bedeutet die Längenangabe des Mischelements bei der erfindungsgemäßen statischen Mischvorrichtung, daß die Länge der Mischvorrichtung umso geringer ist, je größer der Leitungsdurchmesser ist.

Vorzugsweise sind die Durchlaßkanäle zur Hauptströmungsrichtung unter einem Winkel von 30° bis 60° oder größer angeordnet. Bei durchschnittlichen zu vermischenden Fluiden ohne besondere Behandlung beträgt dieser Winkel etwa 45° , so daß man eine möglichst große Mischeffizienz bei einem möglichst kleinen Druckabfall erhält. Zur Reduktion des Druckabfalls kann der Winkel noch verkleinert werden und etwa 30° betragen, wobei eine solche Auslegung insbesondere beim Mischen von Gasen als zu mischende Fluide geeignet ist.

Bei einer Dispergierbehandlung hingegen können zur Erhöhung der Scherkräfte Winkel in einem Bereich von 60° oder größer verwendet werden, um die Dispergierwirkung zu erhöhen.

Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltungsform nach der Erfindung ist die Auslegung des gitterförmigen Mischelements bei der statischen Mischvorrichtung nach der Erfindung derart getroffen, daß die Anzahl der Durchlaßkanäle pro Reihe unterschiedlich ist. Hierbei ist vorzugsweise die Auslegung derart getroffen, daß die Anzahl der Durchlaßkanäle der etwa in der Querschnittsmitte liegenden Reihe oder Reihen am größten ist. Insbesondere nimmt die Anzahl der Durchlaßkanäle, ausgehend vom Mittelbereich zur Leitungswand, reihenweise ab. Vorzugsweise ist die Auslegung derart getroffen, daß die Anzahl der Durchlaßkanäle der zur jeweils dem Mittelbereich zugeordneten Reihe oder Reihen benachbarten Reihen gleich groß ist, so daß man eine symmetrische Auslegung des jeweiligen Mischelements, bezogen auf die Querschnittsmittelachse, erhält. Bei einer statischen Mischvorrichtung mit einem Mischelement, bei der die Anzahl der Durchlaßkanäle pro Reihe unterschiedlich ist, wird erreicht, daß die Vermischung der Fluide insbesondere von der Mitte des Mischelements aus eingeleitet wird. Insbesondere in Verbindung mit einer Dispergierbehandlung erreicht man bei einer größeren Anzahl von Durchlaßkanälen pro Reihe größere Scherkräfte, die am Mischelement erzeugt

werden, wodurch sich die Dispergierwirkung erhöhen läßt, da ein größerer Druckabfall durch die größere Anzahl von Durchlaßkanälen mit entsprechender Verkleinerung des Leerrohranteils und hierdurch erzeugten Teilströmen auftritt.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das Mischelement bei der erfindungsgemäßen statischen Mischvorrichtung derart ausgelegt, daß die Anzahl der Durchlaßkanäle zweier benachbarter Reihen sich um wenigstens zwei Durchlaßkanäle unterscheidet, um eine Abstufung des Vermischungsgrades von Mischelement zu Mischelement zu erhalten. Natürlich kann die Auslegung des Mischelements auch derart getroffen werden, daß pro Reihe eine jeweils gleiche Anzahl von Durchlaßkanälen vorhanden ist. Hierbei erhält man eine gleichmäßige Ablenkung und Durchmischung über den Leitungsquerschnitt hinweg gesehen.

Vorzugsweise sind die Durchlaßkanäle, die vom gitterrostförmigen Mischelement gebildet werden, im wesentlichen rhomboidförmig ausgebildet, d.h. sie haben einen rechteckigen oder quadratischen Querschnitt. Bei einer solchen Ausbildung der Durchlaßkanäle kann man eine vereinfachte Herstellung eines derartigen gitterförmigen Mischelements für eine statische Mischvorrichtung erzielen.

Gemäß einer vorteilhaften weiteren Ausgestaltungsform nach der Erfindung sind die zwischen jeweils zwei benachbarten Reihen von Durchlaßkanälen angeordneten Querstege des Mischelements wenigstens teilweise von Kühlmittel oder Heizmittel durchströmt, so daß man unmittelbar im Bereich des Mischelements eine Konditionierung der zu vermischenden Fluide vornehmen kann. Insbesondere bei der Anwendung auf dem Gebiet der Petroindustrie ist eine Aufheizung erwünscht, wozu beispielsweise Wasser durch die Querstege als Heizmittel durchgeleitet werden kann.

Alternativ können die zwischen jeweils zwei benachbarten Reihen von Durchlaßkanälen angeordneten Querstege wenigstens teilweise als Dampfeinlaßkanäle ausgebildet sein. Bei der Sterilisation von Milch beispielsweise kann bei einer solchen Ausführungsform der Dampf direkt vor dem oder im Bereich des Mischelements dosiert zugegeben werden.

Um die Mischwirkung weiter zu verbessern ist es bevorzugt, die Oberfläche der Durchlaßkanäle aufzurauen (z.B. durch Aufdampfen von Keramik- oder Kunststoffmaterial) oder durch Perforation der Wandungen der Leitflächen und/oder Querstege.

Die erfindungsgemäße statische Mischvorrichtung kann vorzugsweise auch in einem Wärmetauscher oder in einer Rektifikationskolonne beispielsweise vorgesehen sein.

Ferner ist die erfindungsgemäße Mischvorrichtung sowohl im turbulenten Strömungsbereich als

auch im laminaren Strömungsbereich verwendbar. Beim turbulenten Strömungsbereich ist es zweckmäßig, wenn die Mischvorrichtung beispielsweise in Hauptströmungsrichtung gesehen zwei hintereinanderliegende Mischelemente umfaßt und sich daran eine Nachmischstrecke anschließt, die sich beispielsweise auf das Zwei- bis Dreifache des Leitungsdurchmessers belaufen kann. Im Anschluß daran kann dann wiederum ein aus einem oder mehreren Mischelementen bestehender Satz angeordnet werden, so daß pro Satz von angeordneten Mischelementen die Inhomogenität jeweils etwa um einen Faktor 2 abgebaut wird und im Bereich der Nachmischstrecke die Inhomogenitäten wiederum um einen Faktor von etwa 2 bis 4 abgebaut werden. Im Rahmen der Erfindung genügt jedoch ein Mischelement, um den Mischvorgang wieder zu intensivieren.

Die Erfindung wird nachstehend an bevorzugten Ausführungsformen unter Bezugnahme auf die beigefügte Zeichnung näher erläutert.

Darin zeigt:

Fig. 1 eine Draufsicht eines Ausführungsbeispiels eines Mischelementes der Mischvorrichtung,

Fig. 2a-2c eine Ausführungsform einer Mischvorrichtung, bei der zwei mit A und B bezeichnete Mischelemente in Hauptströmungsrichtung gesehen hintereinander angeordnet sind, wobei in Fig. 2a und 2b jeweils die Mischelemente in einer Draufsicht als Einzeldarstellung gezeigt sind,

Fig. 3 eine perspektivische Ausschnittsansicht eines Mischelements, umfassend zwei parallele, benachbarte Reihen von Durchlaßkanälen, deren Anzahl unterschiedlich gewählt ist,

Fig. 4 eine perspektivische Ansicht eines Durchlaßkanals als Einzeldarstellung,

Fig. 5 und 6 ein weiteres Ausführungsbeispiel zweier Mischelemente.

Anhand den Fig. 1, 3 und 4 wird ein einzelnes Mischelement, das insgesamt mit 1 bezeichnet ist, zur Verdeutlichung des Grundaufbaus näher erläutert.

Aus Fig. 1 ist zu ersehen, daß das Mischelement 1 der statischen Mischvorrichtung für Fluide fünf parallele Reihen I bis III von Durchlaßkanälen 2 hat, wobei zwischen jeweils zwei benachbarten Reihen I bis III ein Quersteg 3 angeordnet ist. Bei der in Fig. 1 dargestellten Ausführungsform des Mischelements 1 ist die Auslegung symmetrisch bezüglich der in der Leitungsquerschnittsebene liegenden Mittelachse X ausgelegt. Etwa in der Querschnittsmitte auf beiden Seiten der Mittelachse X ist die mit I bezeichnete mittlere Reihe von Durchlaßkanälen angeordnet, die beim dargestellten Beispiel die größte Anzahl von Durchlaßkanälen hat. Die dieser mittleren Reihe I jeweils benachbarten Reihen II und III haben eine gleiche Anzahl von

Durchlaßkanälen, wobei die Anzahl der Durchlaßkanäle der Reihen II, II kleiner als die Anzahl der Durchlaßkanäle der Reihe I ist. In Richtung der Leitungswand 4 gesehen schliessen sich dann zwei weitere Reihen III, III an, deren Anzahl von Durchlaßkanälen ebenfalls übereinstimmt. Die Anzahl der Durchlaßkanäle der mit III bezeichneten Reihen von Durchlaßkanälen ist aber kleiner als die Anzahl der Durchlaßkanäle der mit II bezeichneten Reihen. Dieses Mischelement 1 ist insbesondere für eine turbulente Strömung geeignet, deren Hauptströmungsrichtung mit $\vec{V}$ in Fig. 4 bezeichnet ist. Bei einer turbulenten Strömung kann (obgleich nicht gezeigt) sich ein gleiches Mischelement 1 in Hauptströmungsrichtung gesehen anschließen, das aber hinsichtlich seiner Ausrichtung um 90° verdreht zu dem in Fig. 1 gezeigten Mischelement angeordnet ist. Somit kann mit Hilfe der beiden um 90° zueinander versetzt angeordneten Mischelemente die Inhomogenität um einen Faktor von etwa 2 bei der statischen Mischvorrichtung mit den beiden Mischelementen 1 abgebaut werden. An diesen ersten Satz von zwei Mischelementen 1 kann sich dann bei einer turbulenten Strömung eine Nachmischstrecke im Leitungsabschnitt anschließen, die beispielsweise das Zwei- bis Dreifache des Leitungsdurchmessers betragen kann. Im Anschluß daran läßt sich dann wiederum ein Satz von einem oder mehreren Mischelementen entsprechend der vorstehend beschriebenen Anordnung vorsehen, so daß dann wiederum die Inhomogenität um einen Faktor von etwa 2 abgebaut wird.

Wie sich beispielsweise aus Fig. 1 ersehen läßt, beläuft sich die Länge des Mischelements 1 auf etwa ein Viertel des Leitungsdurchmessers.

Bei der erfindungsgemäßen Mischvorrichtung wird mit Hilfe des in Fig. 1 beispielsweise gezeigten Mischelements 1 die Vermischung etwa von der Mitte im Bereich der Reihe I eingeleitet und in diesem Bereich findet eine intensive Durchmischung statt, während in den in Richtung zu der Leitungswand 4 liegenden weiteren Reihen II und III eine weniger intensive Vermischung der Fluide stattfindet. Insgesamt gesehen wird mit Hilfe des erfindungsgemäßen Mischelements eine intensive Mischung und Homogenisierung über den Leitungsquerschnitt hinweg gesehen erzielt.

In Fig. 1 sind mit Pfeilen schematisch die Ablenkrichtungen der Teilströme angedeutet. Wie gezeigt werden die Strömungen in benachbarten Reihen I, II, III nach entgegengesetzten Richtungen abgelenkt.

In Fig. 3 sind in einer perspektivischen Ansicht ein Ausschnitt von zwei benachbarten Reihen I und II von Durchlaßkanälen 2 gezeigt. Die Durchlaßkanäle 2 sind zur Hauptströmungsrichtung $\vec{V}$ (siehe Fig. 4) unter einem Winkel von etwa 45° geneigt angeordnet. Allerdings können die Durchlaßkanäle

in Abweichung von dem dargestellten Beispiel zur Hauptströmungsrichtung unter einem Winkel von 30° bis 60° oder größer angeordnet sein, was vom jeweiligen Anwendungsfall abhängig ist. Insbesondere bei einer Dispergierbehandlung sollte der Winkel der Durchlaßkanäle 2 zu der Hauptströmungsrichtung $\vec{V}$ unter einem Winkel von 60° oder größer angeordnet sein, um die Scherkräfte zu erhöhen. Für einer Dispergierbehandlung hat es sich ferner als zweckmäßig erwiesen, eine möglichst große Anzahl von Durchlaßkanälen 2 pro Reihe I bis III von Durchlaßkanälen 2 vorzusehen, um einen größeren Druckabfall am Mischelement 1 zu erzeugen und hierdurch größere Scherkräfte zur Förderung der Dispergierung zu erhalten.

Bei Vermischung von Gasen jedoch kann zur Reduktion des Druckabfalls am Mischelement 1 der Winkel der Durchlaßkanäle 2 zur Hauptströmungsrichtung $\vec{V}$ beispielsweise 30° betragen. In diesem Fall kann dann die Nachmischstrecke entsprechend verlängert werden, in der der Mischvorgang ohne merklichen Druckabfall weitergeführt wird.

Die anhand den Fig. 2a bis 2c gezeigte Ausbildungsform einer statischen Mischvorrichtung ist insbesondere für den laminaren Strömungsbereich ohne Nachmischstrecke geeignet. In Fig. 2a ist ein erstes Mischelement mit A bezeichnet. Dieses Mischelement A umfaßt vier Reihen mit Durchlaßkanälen, wobei die jeweils in der Mitte liegenden beiden Reihen IV und IV eine gleiche Anzahl von Durchlaßkanälen hat. Die daran sich in Richtung der Leitungswand 4 anschließenden Reihen V und V haben ebenfalls eine gleiche Anzahl von Durchlaßkanälen, wobei die Anzahl auf die Hälfte der Anzahl der Reihen IV vermindert ist. In Fig. 2b ist ein Mischelement B gezeigt, das drei parallele Reihen von Durchlaßkanälen VI umfaßt, die jeweils eine gleiche Anzahl von Durchlaßkanälen haben.

Aus Fig. 2c ist eine Anordnung zu ersehen, bei der die Mischelemente A und B nach den Fig. 2a und 2b in Hauptströmungsrichtung gesehen hintereinanderliegend angeordnet sind. In der in Fig. 2c gezeigten Draufsicht ist das Mischelement A nach Fig. 2a in durchgezogener Linie dargestellt und dahinter in gebrochener Linie ist das Mischelement B nach Fig. 2b gezeigt. Die beiden Mischelemente A und B sind um 90° verdreht zueinander angeordnet, so daß die Anzahl der am Mischelement A erzeugten Teilströme nochmals in dem Bereich des Mischelements B vergrößert wird. Bei einer hintereinanderliegenden Anordnung der Mischelemente A und B erhält man somit eine möglichst grosse Mischeffizienz bei einem möglichst kleinen Druckabfall, wobei die zu vermischenden Fluide über den Leitungsquerschnitt verteilt werden.

In der Fig. 5 ist eine weitere Ausführungsvariante eines Mischelements 1' gezeigt, das in einem Leitungsquerschnitt angeordnet ist. Die Leitungs-

wand ist mit 4' bezeichnet.

Das Mischelement 1' umfaßt fünf parallele Reihen VII bis IX von Durchlaßkanälen 2', wobei die Reihen VII bis IX jeweils eine unterschiedliche Anzahl von Durchlaßkanälen 2' hat. Die Auslegung dieses Mischelements 1' ist ebenfalls achssymmetrisch zu der mit X bezeichneten Mittelachse getroffen. Die mittlere Reihe VII liegt beidseitig zur Mittelachse X. Die hieran sich in Richtung zur Leitungswand 4' nach außen anschließenden Reihen VIII und VIII haben eine gleiche Anzahl von Durchlaßkanälen 2', die aber wenigstens zwei Durchlaßkanäle 2' kleiner als die Anzahl der Durchlaßkanäle 2' der mittleren Reihe VII ist. Die Reihen IX, IX umfassen ebenfalls eine gleiche Anzahl von Durchlaßkanälen 2', deren Anzahl aber wiederum um zwei Durchlaßkanäle im Vergleich zu den Reihen VIII, VIII vermindert ist.

In Fig. 6 schließlich ist eine weitere Ausführungsvariante eines Mischelements 2' gezeigt, das ähnlich wie das Mischelement A in Fig. 2a ausgelegt ist. Gleiche oder ähnliche Teile in Fig. 2a sowie der Ausführungsform nach Fig. 1 sind mit den gleichen Bezugszeichen, jedoch mit einem Zusatz ' ' bezeichnet. Dieses Mischelement 1" umfaßt vier Reihen IV bis V, wobei die Anzahl der Durchlaßkanäle der beiden im Mittelbereich benachbarten Reihen IV und IV gleich ist und auch die Anzahl der Durchlaßkanäle der Reihen V und V jeweils gleichgroß ist. Die Anzahl der Durchlaßkanäle der Reihen V und V ist halb so groß wie die Anzahl der Durchlaßkanäle der Reihen IV und IV.

Wie sich insbesondere aus Fig. 4 der Zeichnung ergibt, sind die jeweiligen Durchlaßkanäle 2, 2', 2" im wesentlichen rhomboidförmig ausgebildet, d.h. sie haben einen rechteckigen oder quadratischen Querschnitt. Diese rhomboidförmige Ausgestaltung der Durchlaßkanäle 2, 2', 2" ist bei allen vorangehend erläuterten Ausführungsformen der Mischelemente verwirklicht.

Die erfindungsgemäße Mischvorrichtung mit den vorangehend erläuterten Mischelementen kann in einem Wärmetauscher oder einer Rektifikationskolonne angeordnet sein. Selbstverständlich ist die erfindungsgemäße statische Mischvorrichtung auch für weitere Anwendungsgebiete geeignet, bei denen auf einer möglichst kurzen Mischstrecke eine möglichst intensive Vermischung und Homogenisierung von zu vermischenden Fluiden, wie Gasen und/oder Flüssigkeiten, erzielt werden soll.

Obleich nicht näher dargestellt ist, können die zwischen jeweils zwei benachbarten Reihen I bis IX von Durchlaßkanälen angeordneten Querstege 3, 3', 3" wenigstens teilweise von Kühlmittel oder Heizmittel durchströmt sein. Andererseits können diese Querstege 3, 3', 3" auch als Dampfeinlaßkanäle ausgebildet sein, wobei durch diese Maßnahmen eine Konditionierung der zu vermischenden Fluide

oder Flüssigkeiten gerade im Bereich des Mischelements erreicht wird. Insbesondere bei der Petroindustrie ist eine Wasseraufheizung gewünscht und bei der Sterilisation von Milch kann beispielsweise eine Erwärmung mittels eines Heizmediums erwünscht sein. Durch diese Ausbildungsform kann das zur Konditionierung angewandte Medium unmittelbar vor dem Mischelement zudosiert werden, so daß sich die Herstellung und die jeweilige Behandlung kostengünstig und effektiver gestalten lassen.

Ansprüche

1. Statische Mischvorrichtung für Fluide, insbesondere für Gase und/oder Flüssigkeiten, mit wenigstens zwei hintereinander in eine Leitung einsetzbaren gitterrostförmigen Mischelementen, wobei jedes Mischelement mehrere Kanäle hat, die in parallelen Reihen angeordnet sind, deren Eintrittsöffnungen in einer ersten Ebene quer zu der Leitung liegen, deren Austrittsöffnungen in einer zweiten zu der ersten Ebene parallelen Ebene liegen, wobei die Wände der Kanäle zwischen benachbarten Reihen eben und parallel zueinander sind, und wobei die übrigen Wände jeder Reihe derart geneigt sind, daß die Strömungen benachbarter Reihen nach entgegengesetzten Richtungen abgelenkt werden, und wobei die Mischelemente derart zueinander verdreht angeordnet sind, daß jedes Mischelement die Strömung in andere Richtungen ablenkt, dadurch gekennzeichnet, daß die Neigung der Wände eines Kanals sich über dessen gesamte Länge erstreckt, daß die beiden Mischelemente unmittelbar aneinander anschließend angeordnet sind, und daß die Länge jedes Mischelementes das 0,2 bis 0,4-fache des Durchmessers der Leitung beträgt.

2. Statische Mischvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die aufeinanderfolgenden Mischelemente um 45° bis 90°, vorzugsweise um 90°, zueinander verdreht angeordnet sind.

3. Statische Mischvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Länge jedes Mischelements (1, 1', 1", A, B) das 0,25-fache des Leitungsdurchmessers beträgt.

4. Statische Mischvorrichtung nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Durchlaßkanäle (2, 2', 2") zur Hauptströmungsrichtung (V) unter einem Winkel von 30° bis 60. oder größer angeordnet sind.

5. Statische Mischvorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Winkel etwa 45° beträgt.

6. Statische Mischvorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Winkel bei einer Dispergierbehandlung 40° bis 60° beträgt.

7. Statische Mischvorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Winkel zur Reduktion des Druckabfalls etwa 30° beträgt. 5

8. Statische Mischvorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Winkel beim Mischen von Gasen etwa 30° beträgt.

9. Statische Mischvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Anzahl der Durchlaßkanäle (2, 2', 2'') pro Reihe (I bis IX) unterschiedlich ist. 10

10. Statische Mischvorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Anzahl der Durchlaßkanäle der etwa in der Querschnittsmitte liegenden Reihe (I, IV, VI, VII) oder Reihen am größten ist. 15

11. Statische Mischvorrichtung nach Anspruch 9 oder 10 dadurch gekennzeichnet, daß die Anzahl der Durchlaßkanäle, ausgehend vom Mittelbereich zur Leitungswand (4, 4', 4'') reihenweise abnimmt. 20

12. Statische Mischvorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Anzahl der Durchlaßkanäle der zur jeweils dem Mittelbereich zugeordneten Reihe (I, IV, VI, VII) benachbarten Reihen (II, III, V, VIII, IX) gleichgroß ist. 25

13. Statische Mischvorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Anzahl der Durchlaßkanäle zweier benachbarter Reihen (I bis IX) sich um wenigstens zwei Durchlaßkanäle unterscheidet. 30

14. Statische Mischvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die zwischen jeweils zwei benachbarten Reihen (I bis IX) von Durchlaßkanälen (2, 2', 2'') angeordneten Querstege (3, 3', 3'') wenigstens teilweise von Kühlmittel oder Heizmittel durchströmt sind. 35 40

15. Statische Mischvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die zwischen jeweils zwei benachbarten Reihen (I bis IX) von Durchlaßkanälen (2, 2', 2'') angeordneten Querstege (3, 3', 3'') wenigstens teilweise als Dampfeinlaßkanäle ausgebildet sind. 45

16. Statische Mischvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Oberfläche der Mischelemente oberflächenvergrößernd, beispielsweise durch Aufrauhen oder durch Perforation, modifiziert ist. 50

17. Statische Mischvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die statische Mischvorrichtung in einem Wärmetauscher vorgesehen ist. 55

18. Verwendung der statischen Mischvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 16 als Trennvorrichtung in einer Rektifikationskolonne.

Fig. 1

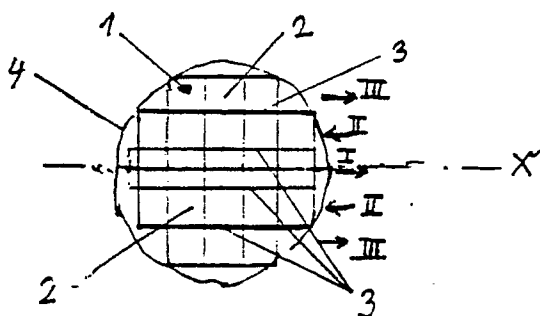


Fig. 2a

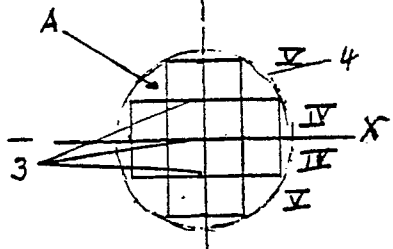


Fig. 2b

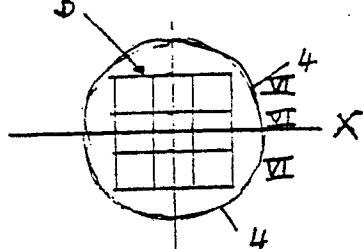


Fig. 2c

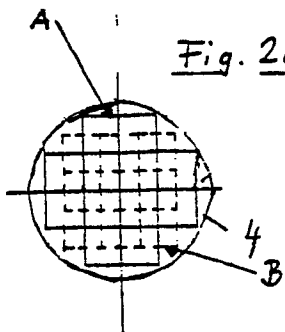


Fig. 3

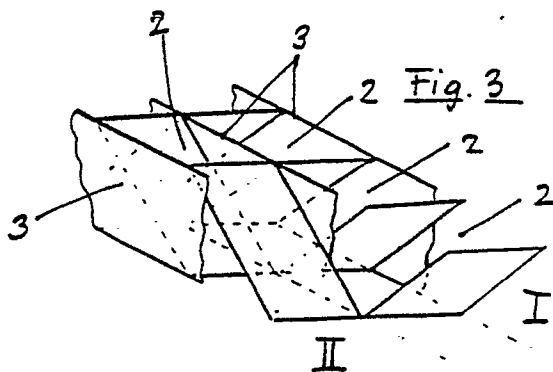


Fig. 4

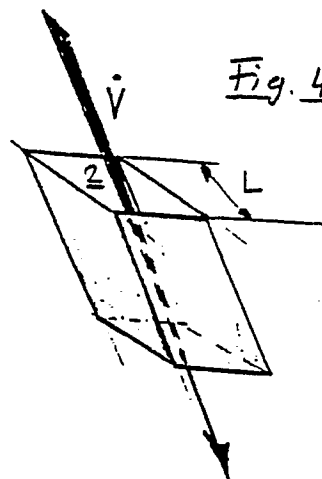


Fig. 5

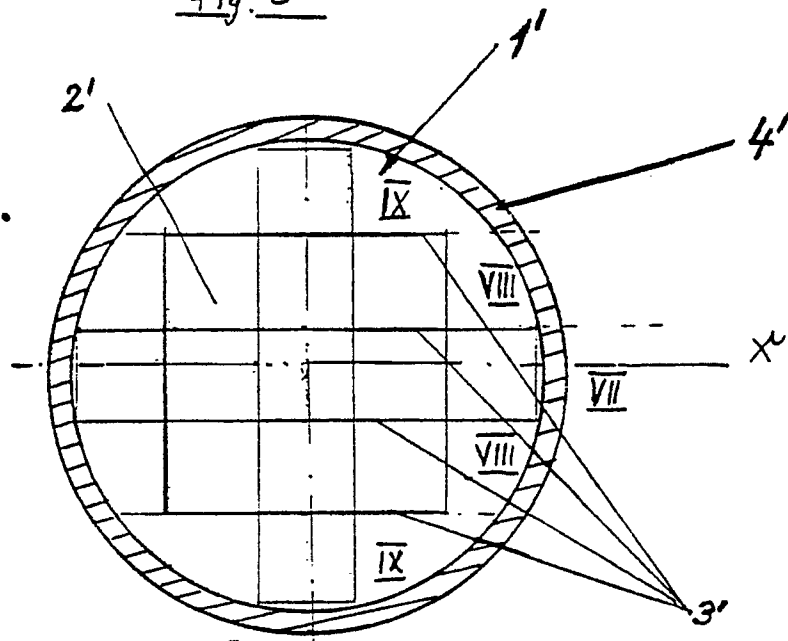
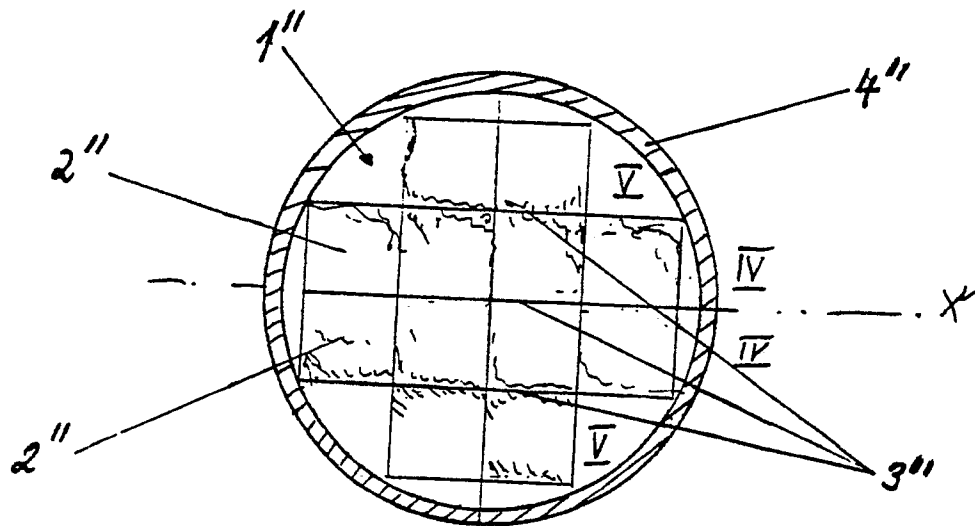


Fig. 6





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 90 11 1665

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
X, P A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, Band 10, Nr. 178 (C-355)[2234], 21. Juni 1986; & JP-A-61 25 628 (NGH INSULATORS LTD) 04-02-1986 ---	1-18	B 01 F 5/06
X	US-A-2 584 827 (BAILEY) * Spalte 4, Zeilen 30-50; Figuren * ---	1-18	
A	DE-B-2 412 454 (SULZER) * Spalte 4, Zeilen 24-34; Figuren * ---	1-18	
A	EP-A-0 070 921 (SULZER) * Zusammenfassung; Figuren * -----	1-18	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)
			B 01 F
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
DEN HAAG		19-09-1990	PEETERS S.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	