



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 600 06 341 T2 2004.08.26**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 105 208 B1**

(51) Int Cl.7: **B01F 5/06**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **600 06 341.0**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/GB00/01761**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **00 929 679.9**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 00/67887**

(86) PCT-Anmeldetag: **08.05.2000**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **16.11.2000**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **13.06.2001**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **05.11.2003**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **26.08.2004**

(30) Unionspriorität:
9910738 11.05.1999 GB

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, FR, NL

(73) Patentinhaber:
Statiflo International Ltd., Wilmslow, Cheshire, GB

(72) Erfinder:
**BARON, John Michael, Wilmslow, Cheshire SK9
6EJ, GB**

(74) Vertreter:
derzeit kein Vertreter bestellt

(54) Bezeichnung: **STATISCHER MISCHER**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen statischen Mischer der Ausführung, der in Kanälen verwendet wird, um eine turbulente Strömung in Fluids innerhalb der Kanäle zu erzeugen.

[0002] Statische Mischer funktionieren, indem die Strömung der Prozeßkomponenten in einem Kanal modifiziert wird. Bei einem bekannten statischen Mischer sind die Mischelemente im Kanal angeordnet, um mehrmals die Strömung aufzuspalten, den Strömungsstrahl zu drehen und den Strömungsstrahl danach wieder zu integrieren, um die gewünschte Mischung zu bewirken. Eine andere bekannte Ausführung des statischen Mischers bewirkt das Mischen durch Verwendung von Ablenklechelementen, die sich in den Kanal hinein erstrecken, um eine Turbulenz in der Strömung zu erzeugen. Statische Mischer mit turbulenter Strömung werden im allgemeinen bei Fluids eingesetzt, die nicht sehr viskos sind, wie beispielsweise bei Wasser und Gasen.

[0003] Statische Mischer werden oftmals bei vielen Anwendungen bevorzugt, da sie keine sich bewegenden Teile aufweisen und daher eine sehr geringe Wartung erfordern. Der Energieverbrauch wird ebenfalls reduziert, da keine Energie erforderlich ist, um den Mischer anzutreiben, obgleich ein Druckabfall im Kanal durch das Vorhandensein des Mischers dann erzeugt wird.

[0004] Eine statische Mischvorrichtung mit turbulenter Strömung wird im U.S.Patent Nr. 4929088 beschrieben, die die Verwendung von rechteckigen Ablenklechelementen oder Streifen offenbart, die sich von der Innenwand eines Rohres nach innen erstrecken, wobei die Streifen unter einem Winkel zur Achse des Rohres so eingestellt werden, daß sich die Streifen stromabwärts von der Rohrwand erstrecken. Das Fluid strömt über die stromaufwärts liegenden Flächen der Streifen. In der Praxis funktioniert dieses System nicht sehr gut, weil es symmetrische Wirbel in der Strömung stromabwärts von den Streifen erzeugt. Das erzeugt separate Wirbelzonen innerhalb des Fluids mit einer geringen Überdeckung zwischen benachbarten Zonen und eine geringe Turbulenz in der Mitte des Rohres.

[0005] Statische Mischer werden verwendet, um ein Fluid, wie beispielsweise Chlor, das in ein anderes Fluid eingespritzt wurde, wie beispielsweise Wasser, zusammen zu mischen. Wenn es gewünscht wird, eine kleine Menge eines Fluids in eine andere einzuspritzen, verursacht die Verwendung eines Mischers, der separate Wirbelzonen erzeugt, Probleme, weil das eingespritzte Fluid dazu neigt, innerhalb der Wirbelzone zu verbleiben, in die es eingespritzt wurde, beispielsweise entweder in eine Wirbelzone, die durch einen nahe der Rohrwand befindlichen Streifen erzeugt wird, oder in die weniger turbulente Zone in der Nähe der Achse des Rohres. Um dieses Problem zu überwinden, ist es erforderlich, Fluid in jede Wirbelzone einzuspritzen, was kompliziert ist.

[0006] Ein weiteres Problem, das bei Vorrichtungen nach dem bisherigen Stand der Technik auftritt, ist, daß, wenn die Strömungsgeschwindigkeiten variieren und periodisch gering sind, wobei das oftmals der Fall bei Wassersystemen ist, dann ein Mischen des eingespritzten Fluids bei geringen Strömungsgeschwindigkeiten unwirksam ist, selbst bei einem komplizierten Einspritzmuster. Das macht eine Steuerung des Vorganges sehr schwierig. Wenn beispielsweise die Geschwindigkeit des Einspritzens mittels eines stromabwärts gelegenen Meßfühlers gesteuert wird, der die Konzentration des eingespritzten Mittels in der Strömung überwacht, muß der Meßfühler ausreichend weit von der Einspritzstelle entfernt sein, damit ein angemessen wirksames Mischen bis zu der Zeit bewirkt wurde, zu der das Fluid den Meßfühler passiert. Im Ergebnis dessen kann der Meßfühler einen langen Weg stromabwärts von der Einspritzstelle angeordnet werden. Das macht die Stabilisierung von Regelkreisen schwierig.

[0007] Ein weiterer turbulenter statischer Mischer, der im U.S.Patent Nr. 5456533 beschrieben wird, weist Ablenklechstreifen auf, die an einer Stange montiert sind, die sich über das Innere eines Rohres erstreckt. Die Ablenklechelemente sind unter einem Winkel zur Achse des Rohres angeordnet, wobei mehrere Ablenklechelemente an der Stange so montiert sind, daß die angrenzenden Ablenklechelemente auf abwechselnden Seiten der Stange in einem versetzten Muster angeordnet sind. Die Streifenlängen sind entweder alle die gleichen oder von sehr ähnlicher Länge, und die angrenzenden Leisten werden nicht getrennt. Die Streifen sind nicht in verschiedenen bemessenen Paaren auf entgegengesetzten Seiten einer Haltestange angeordnet. Der Mischer erzeugt eine gewisse Turbulenz in der Fluidströmung im Rohr, führt aber zu einer symmetrischen Wirbelströmung, die separate Wirbelzonen innerhalb der Fluidströmung erzeugt, was zu einem unwirksamen Mischen führt.

[0008] Es ist ein Ziel der vorliegenden Erfindung, einige oder alle Probleme bei den statischen Mixern nach dem bisherigen Stand der Technik, wie sie vorangehend umrissen wurden, zu verhindern oder zu lindern.

[0009] Entsprechend der vorliegenden Erfindung wird ein statischer Mischer bereitgestellt, der eine Gruppe von Ablenklechelementen aufweist, die innerhalb eines Kanals verteilt sind, durch den ein Fluid in einer Richtung im allgemeinen parallel zu einer Achse des Kanals strömen kann, wobei jedes Ablenklechelement eine Fläche definiert, die zur Kanalachse so geneigt ist, daß das Fluid durch die Fläche in einer Richtung quer zur Achse abgelenkt wird, dadurch gekennzeichnet, daß die Ablenklechelemente in Paaren von Elementen angeordnet sind, wobei sich die zwei Ablenklechelemente eines jeden Paares von einem gemeinsamen stromaufwärts gelegenen Rand erstrecken und zwischen sich auf der stromabwärts gelegenen Seite einen einge-

schlossenen Winkel von weniger als 180° definieren, und wobei die zwei Ablenkelemente eines jeden Paares unterschiedliche Formen aufweisen, so daß asymmetrische Wirbel durch die zwei Elemente des Paares erzeugt werden.

[0010] Der Begriff asymmetrisch wird in dem Sinn verwendet, daß eine Asymmetrie im Wirbelströmungsbild um die Achse des Kanals herum im Ergebnis des Verwendens von Ablenkelementen zu verzeichnen ist, die eine unterschiedliche Größe, Form oder Abstand aufweisen, oder die unterschiedliche Neigungswinkel mit Bezugnahme auf die Richtung der Fluidströmung in den Kanälen aufweisen.

[0011] Vorzugsweise erstrecken sich die Ablenkelemente eines jeden Paares über unterschiedliche Längen vom gemeinsamen stromaufwärts gelegenen Rand. Benachbarte Paare von Ablenkelementen können so positioniert werden, daß ein kurzes Element eines Paares neben einem langen Element des benachbarten Paares liegt.

[0012] Die zwei Ablenkelemente eines Paares können zur Kanalachse gleichermaßen geneigt sein, und benachbarte Paare von Elementen können beabstandet sein. Jedes Ablenkelement kann unter einem Winkel von 30° zum Kanalzugang geneigt sein. Der statische Mischer kann drei Paare Ablenkelemente aufweisen, die über dem Kanal voneinander beabstandet sind.

[0013] Vorzugsweise werden die Ablenkelemente auf mindestens einem Montageelement getragen, das sich über das Innere des Kanals erstreckt. Zwei oder mehr Gruppen von Elementen können bereitgestellt werden, wobei die Montageelemente der zwei Gruppen in der Richtung der Achse beabstandet und gegenseitig geneigt sind.

[0014] Vorzugsweise ist der Neigungswinkel von mindestens einer der Ablenkelementflächen zur Kanalachse regulierbar. Der Neigungswinkel kann als Reaktion auf Schwankungen bei den Strömungsverhältnissen innerhalb des Kanals reguliert werden, beispielsweise stromabwärts von den Ablenkelementen.

[0015] Eine Ausführung der vorliegenden Erfindung wird jetzt als Beispiel mit Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben, die zeigen:

[0016] **Fig. 1** eine schematische perspektivische Darstellung der Ablenkelemente eines statischen Mixers entsprechend einer ersten Ausführung der vorliegenden Erfindung;

[0017] **Fig. 2** eine Darstellung der Ablenkelemente aus **Fig. 1**, in der Richtung der Fluidströmung betrachtet;

[0018] **Fig. 3** eine Darstellung einer alternativen Anordnung von Ablenkelementen in Übereinstimmung mit einer zweiten Ausführung der Erfindung, wiederum in der Richtung der Fluidströmung betrachtet;

[0019] **Fig. 4** eine Seitenansicht eines Paares von Ablenkelementen, die in den Anordnungen der **Fig. 1** bis **3** verwendet werden;

[0020] **Fig. 5** und **6** eine dritte Ausführung der Erfindung, wobei **Fig. 6** eine Darstellung auf der Linie 6-6 in **Fig. 5** ist;

[0021] **Fig. 7** und **8** eine vierte und eine fünfte Ausführung der Erfindung;

[0022] **Fig. 9** die relative Anordnung der zwei axial beabstandeten Ablenkelemente der in **Fig. 5** und **6** veranschaulichten Ausführung; und

[0023] **Fig. 10** einen statischen Mischer mit veränderlicher Geometrie, der zwei axial beabstandete Ablenkelemente enthält, wie sie in **Fig. 9** veranschaulicht werden.

[0024] Mit Bezugnahme auf die Zeichnungen werden die veranschaulichten statischen Mischvorrichtungen innerhalb eines Rohres montiert, dessen Wand mittels der gestrichelten Linie **1** gezeigt wird. Der Mischer weist eine Stange **2** auf, auf der eine Reihe von Paaren von Ablenkelementen **3, 4** getragen wird, wobei fünf Paare in der Gruppe aus **Fig. 1** und **2** und drei Paare in der Gruppe aus **Fig. 3** vorhanden sind. Es wird natürlich erkannt, daß die Anzahl der verwendeten Paare in Anpassung an eine spezielle Anwendung ausgewählt wird, und daher könnte die Anzahl der Paare anders sein als drei oder fünf. Die Ablenkelemente **3, 4** werden an den Stangen **2** so befestigt, daß sie einen Winkel zwischen sich abgrenzen, der beim veranschaulichten Beispiel annähernd 90° beträgt, wobei jedes unter 45° zur Achse der Rohrleitung geneigt ist. Der richtige Anordnungswinkel der Ablenkelemente **3, 4** wird in der Praxis durch Bezugnahme auf das Ausmaß der Turbulenz ermittelt werden, die bei einem speziellen Vorgang erforderlich ist. Ein größerer Winkel zwischen den Ablenkelementen wird eine stärkere Turbulenz erzeugen, wird aber einen größeren Druckabfall im Fluid hervorrufen, das in der Rohrleitung strömt.

[0025] Die Ablenkelemente **3, 4** sind jeweils von einer im allgemeinen rechteckigen Form, zeigen die gleiche Breite, aber unterschiedliche Längen. Bei den veranschaulichten Ausführungen ist das Ablenkelement **3** kürzer als das Ablenkelement **4**. Die Ablenkelemente **3, 4** werden auf der Haltestange so angeordnet, daß ein kurzes Element **3** eines Paares neben dem langen Element **4** eines benachbarten Paares liegt. Bei der in **Fig. 1** und **2** gezeigten Ausführung sind fünf Ablenkelementpaare an der Haltestange **2** befestigt. Eine unterschiedliche Anzahl von Ablenkelementpaaren kann jedoch in Abhängigkeit von der Größe und der Form der Rohrleitung und der Verfahrensanwendung verwendet werden, beispielsweise drei Paare, wie in **Fig. 3** gezeigt wird.

[0026] Die Ablenkelemente **3, 4** werden aus irgendeinem geeigneten Material gebildet, das die Fluid-

strömungen in der Rohrleitung aushalten wird, und das der Korrosion oder dem Abbau infolge der in der Rohrleitung strömenden Fluids widerstehen wird. Bei vielen Anwendungen kann nichtrostender Stahl verwendet werden.

[0027] Bei Benutzung kann die Mischvorrichtung in eine Rohrleitung stromabwärts von einer Einspritzstelle für ein Mittel installiert werden, das in den Hauptfluidstrom eingemischt werden soll. Beispielsweise kann die Mischvorrichtung in einer Situation verwendet werden, wo das Einspritzen von Chlor in Wasser gewünscht wird, um eine desinfizierende Wirkung zu bewirken. Beispielsweise könnte Chlor angrenzend am gemeinsamen Rand eines jeden Paares der Ablenkblechelemente **3**, **4** eingespritzt werden, so daß fünf Einspritzstellen in der Ausführung der **Fig. 1** und **2** bereitgestellt würden. Ein Einspritzsystem könnte in den Stangen eingebaut werden, die verwendet werden, um die Ablenkblechelemente zu tragen. Ein Selbstreinigungsmechanismus könnte ebenfalls entweder unmittelbar stromaufwärts von den Ablenkblechelementen vorhanden sein oder möglicherweise in die Ablenkblechelementbaugruppe eingebaut werden, um die Verwendung des Mischers in Abwassersystemen zu ermöglichen.

[0028] Die Mischvorrichtung kann auf einem Ring montiert werden, der in der Rohrleitung angeordnet wird, oder sie kann geschweißt oder anderweitig in der Rohrleitung gesichert werden. Die Mischvorrichtung kann in Rohrleitungen mit irgendeiner Querschnittsform oder Größe verwendet werden, wobei Regulierungen betreffs der Anzahl und der Größe der Ablenkblechelemente und/oder der Befestigungselemente, um die Mischvorrichtung in der Rohrleitung zu befestigen, vorgenommen werden können, um eine spezielle Verfahrensanwendung zu berücksichtigen.

[0029] Während das Fluid an der Mischvorrichtung vorbeiströmt, wird eine Turbulenz in der Strömung durch die Ablenkblechelemente erzeugt. Diese turbulente Strömung wird in den Zeichnungen durch Pfeile angezeigt. Das Fluid bewegt sich über die stromaufwärts gelegenen Flächen der Ablenkblechelemente und erzeugt Wirbel stromabwärts von der Mischvorrichtung. Infolge der asymmetrischen Beschaffenheit der Ablenkblechelemente sind die in der Strömung auf diese Weise erzeugten Wirbel asymmetrisch und vermischen sich miteinander und den Wirbeln, die von benachbarten Ablenkblechelementpaaren stromabwärts von der Mischvorrichtung erzeugt werden. Die Wirbel, die von den Ablenkblechelementen eines Paares erzeugt werden, sind von unterschiedlichen Intensitäten. Die Wechselwirkung der Wirbel erzeugt einen größeren Mischungsgrad des Fluids als er durch eine symmetrische turbulente Strömung erreicht wird, wodurch gestattet wird, daß das Mischen in einer kürzeren Rohrleitungslänge bewirkt wird als bei statischen Mischvorrichtungen mit turbulenter Strömung nach dem bisherigen Stand der Technik.

[0030] Die Asymmetrie der Ablenkblechelemente wird in den veranschaulichten Ausführungen dadurch bewirkt, daß man Ablenkblechelemente von unterschiedlicher Länge zur Verfügung hat. Es sollte erkannt werden, daß eine asymmetrische turbulente Strömung ebenfalls durch Verwendung von Ablenkblechelementen bewirkt werden kann, die in anderer Hinsicht abweichen, beispielsweise in Form ihres Neigungswinkels zur Achse der Rohrleitung oder hinsichtlich ihrer Form. Beispielsweise könnten die Ablenkblechelemente eher trapezförmig als rechteckig sein. Es wird ebenfalls erkannt, daß die erforderliche Ablenkblechelementkonstruktion aus einem einzelnen Blech hergestellt werden kann, beispielsweise in dem in **Fig. 1** veranschaulichten Fall durch Bilden aller zehn Ablenkblechelemente aus einem in geeigneter Weise zugeschnittenen einzelnen Blech, das danach gebogen wird, um das veranschaulichte Profil zu liefern.

[0031] Mit Bezugnahme auf **Fig. 5** und **6** wird eine dritte Ausführung der Erfindung veranschaulicht. In der Anordnung in **Fig. 5** und **6** sind drei Paare von beabstandeten Ablenkblechelementen vorhanden, von denen ein jedes einen relativ kurzen Streifen **3** mit einer Länge L_s und einen relativ langen Streifen **4** mit einer Länge L_L umfaßt. Jeder Streifen weist die gleiche Breite W auf, und benachbarte Paare von Streifen werden durch Spalten mit der Breite S begrenzt. Die Ablenkblechelemente sind auf einer Haltestange **5** montiert, die relativ kurzen Streifen sind zur Achse des Kanals (durch die Linie **6** angezeigt) unter einem Winkel θ_1 geneigt, und die relativ langen Streifen **4** sind zur Achse **6** unter einem Winkel θ_2 geneigt.

[0032] Es wurden Versuche mit einer Anordnung von drei Ablenkblechelementen durchgeführt, wie in **Fig. 6** gezeigt wird, innerhalb eines Rohres mit einem Nenninnendurchmesser von 100 mm positioniert. Die besten Ergebnisse wurden mit Ablenkblechelementen mit den folgenden Abmessungen erreicht:

Länge L_L des Streifens 4 :	40 mm
Länge L_s des Streifens 3 :	10 mm
Breite W der Streifen 3 und 4 :	20 mm
Abstand S zwischen benachbarten Streifen:	10 mm
Streifendicke:	1 mm
Außendurchmesser der Stange 5 :	3 mm
Winkel θ_1 und θ_2 :	30 mm

[0033] Die vorangehenden Abmessungen können im Verhältnis zum Rohrquerschnitt maßstabsgetreu gezeichnet werden.

[0034] Es wurden ebenfalls Versuche mit einer Anordnung durchgeführt, wie sie in **Fig. 7** gezeigt wird, bei der drei Paar Streifen **3, 4** auf einer Stange **5** vorhanden sind, wobei die relativ langen Streifen **4** einen ersten rechteckigen Querschnitt bei der gleichen Breite wie der des Streifens **3** und eine Endverlängerung von verringerter Breite aufweisen. Eine derartige Anordnung erzeugt eine größere Anzahl von Wirbeln, verglichen mit der Anordnung aus **Fig. 5**, scheint aber nicht zu einer bedeutenden Verbesserung der Mischleistung zu führen. Zusätzliche Kosten entstehen jedoch bei der Gestaltung der Streifen, wie sie in **Fig. 7** gezeigt werden.

[0035] Es wurden weitere Versuche mit einer Anordnung durchgeführt, wie beispielsweise der in **Fig. 8** gezeigten, die fünf Paar Streifen **3, 4** aufweist, verglichen mit den drei Paaren in den Ausführungen in **Fig. 5** und **7**. Eine gewisse Verstärkung des Druckabfalls über dem Mischer führt bei der Anordnung aus **Fig. 8** nicht zu einer meßbaren Verbesserung der Mischleistung. Trotzdem liefert die Anordnung aus **Fig. 8** eine akzeptable Leistung unter bestimmten Umständen.

[0036] **Fig. 9** veranschaulicht die Anordnung von zwei axial beabstandeten Reihen von Streifen, wie sie beispielsweise in **Fig. 5** und **6** veranschaulicht werden. Man sieht, daß die axial getrennten Paare von Streifen auf Stangen **5** angeordnet sind, die zueinander senkrecht sind. Daher erstrecken sich die längeren Streifen **4** über einen großen Teil des Querschnittes von drei der vier Quadranten, die zwischen den zwei geneigten Stangen **5** definiert werden. Der Quadrant zur rechten Ecke in **Fig. 9** wird nicht in einem wesentlichen Maß durch einen der längeren Streifen **4** eingenommen. Das kann bedeuten, daß das Mischen innerhalb dieses Quadranten weniger wirksam ist als in den anderen drei Quadranten. Dieser Effekt könnte überwunden werden, indem eine dritte Reihe von drei Paaren von Ablenkblechstreifen bei der Stange **5** der stromabwärts gelegenen Reihe, die sich parallel zu der der stromaufwärts gelegenen Reihe erstreckt, bereitgestellt wird, wobei sich aber die längeren Streifen **4** der stromabwärts gelegenen Reihe nach oben in **Fig. 9** eher als nach unten in **Fig. 9** wie im Fall bei der stromaufwärts gelegenen Reihe erstrecken.

[0037] Zusammenfassend zeigen die Versuchsergebnisse, die bei den in **Fig. 5** bis **9** veranschaulichten Anordnungen erhalten wurden, daß, obgleich eine einzelne Reihe von Ablenkblechelementen ein wirksames Mischen bewirken, die stromabwärts gelegene Länge des Rohres, die für das Bewirken eines vorgegebenen Mischgrades erforderlich ist, verringert werden kann, indem zusätzliche Reihen von Ablenkblechelementen hinzugefügt werden. Drei Paare von Ablenkblechstreifen pro Reihe scheinen das Optimum zu sein, das den besten Kompromiß zwischen dem Druckabfall und dem Mischwirkungsgrad liefert. Fünf Paare von Ablenkblechstreifen pro Reihe führen zu einem höheren Druckabfall, aber zu einer geringen oder keiner Verbesserung beim Mischen. Das Neigen der Streifen von unterschiedlicher Länge unter gleichen Winkeln von 30° zur Rohrachse liefert gute Ergebnisse, kann aber unter bestimmten Umständen nicht das Optimum sein. Einfache rechteckige Streifen, wie sie in **Fig. 5** gezeigt werden, scheinen im wesentlichen die gleichen Ergebnisse zu liefern wie die komplizierteren Streifenformen, die in **Fig. 7** veranschaulicht werden. Der Mischwirkungsgrad nimmt mit der Anzahl der Ablenkblechelementreihen zu, die in der axialen Richtung beabstandet sind, obgleich keine bemerkenswerte Verbesserung erfolgt, wenn mehr als fünf axial beabstandete Reihen bereitgestellt werden.

[0038] Bei der in **Fig. 9** gezeigten Anordnung kann ein chemischer Zusatzstoff, wie beispielsweise Chlor, durch Dosierpunkteintrittsöffnungen **8** im Scheitel eines jeden der drei Paare von Ablenkblechstreifen der stromaufwärts gelegenen Reihe von Ablenkblechstreifen eingeführt werden. Das sichert, daß der Zusatzstoff wirksam gemischt wird, während er durch die Strömung vorbei an jeder der Reihen von Ablenkblechelementen geführt wird. Der chemische Zusatzstoff könnte mittels eines Rohres mit kleinen Öffnungen eingeführt werden, beispielsweise eines hohlen Rohres mit drei Löchern in seiner Seite. Ein Fluideinspritzapparat könnte in die Konstruktion eingebaut werden, die benutzt wird, um die Paare von Ablenkblechelementen zu tragen.

[0039] Wie es vorangehend erwähnt wird, wird der Neigungswinkel der Ablenkblechelemente zur Strömungsrichtung am besten durch Bezugnahme auf die Verfahrensbedingungen bestimmt, unter denen die Mischvorrichtung verwendet werden soll. Einer der wichtigsten Faktoren in einem speziellen Verfahren ist die Strömungsgeschwindigkeit des Fluids in der Rohrleitung. Bei Anwendungen, bei denen die Strömungsgeschwindigkeiten des Fluids variieren, was oftmals der Fall bei Wassersystemen ist, kann es sehr vorteilhaft sein, die Neigungswinkel der Ablenkblechelemente als eine Funktion der Strömungsgeschwindigkeit oder als eine Funktion der anderen veränderlichen Strömungsbedingungen zu modifizieren. Beispielsweise könnten im Fall der in **Fig. 1** veranschaulichten Ausführung die fünf obersten Ablenkblechelemente drehbar auf einer ersten Haltestange montiert werden (d. h., drei Elemente **3** und zwei Elemente **4**), und die unteren fünf Ablenkblechelemente könnten so montiert werden, daß sie sich auf einer zweiten Haltestange drehen (d. h., drei Ablenkblechelemente **4** und zwei Ablenkblechelemente **3**). Der eingeschlossene Winkel zwischen den zwei Reihen von Ablenkblechelementen könnte dann als eine Funktion der Strömungsgeschwindigkeit gesteuert werden, wobei beispielsweise der eingeschlossene Winkel zwischen den zwei Reihen von Ablenkblechelementen mit abnehmender Strömungsgeschwindigkeit größer wird. Das würde es ermöglichen, ein wirksames Mischen trotz wesentlicher Veränderungen der Strömungsgeschwindigkeit zu bewirken.

[0040] Bei einigen Anwendungen werden die asymmetrischen Ablenkblechelemente einen Schwingungswirbeleffekt bewirken, so daß der Druck an irgendeiner Stelle stromabwärts von der Mischvorrichtung periodisch

nach oben und nach unten geht. Dieser Schwingungseffekt könnte so überwacht werden, daß es möglich gemacht wird, den Wirkungsgrad des Mischvorganges zu überwachen.

[0041] Es wurden Versuche mit der in **Fig. 5** und **6** veranschaulichten Anordnung durchgeführt, um die Ergebnisse des Veränderns der Winkel θ_1 und θ_2 einzuschätzen. Insbesondere wurden Versuche durchgeführt, bei denen sowohl θ_1 als auch θ_2 gleich 15° , dann 60° , dann 30° waren, wie in **Fig. 6** veranschaulicht wird. Diese Versuche schienen zu zeigen, daß ein Winkel von 30° in vielen Fällen nahe dem Optimum war, aber insbesondere bei hohen Strömungsgeschwindigkeiten könnten raffinierte Effekte durch relativ kleine Veränderungen der Winkel θ_1 und θ_2 bewirkt werden. Daher kann es bei derartigen Anwendungen durchaus vorteilhaft sein, eine veränderliche Geometrie bereitzustellen, bei der die Winkel θ_1 und θ_2 selektiv reguliert werden können.

[0042] **Fig. 10** veranschaulicht einen statischen Mischer mit veränderlicher Geometrie in Übereinstimmung mit der vorliegenden Erfindung, der in einem Einspritzsteuermechanismus für chemische Zusatzstoffe eingebaut ist. Ein chemischer Zusatzstoff wird mittels der Leitung **9** in einen Kanal **10** eingeführt, wobei die Leitung **9** über ein Ventil **11** mit einem Fluidverteilungsrohr **12** in Verbindung steht, das sich über den Kanal erstreckt. Das Rohr **12** spritzt drei Ströme des chemischen Zusatzstoffes in die Fluidströmung innerhalb des Kanals ein, wie durch die Pfeile **13** gezeigt wird. Die Fluidströmung durch das System wird durch die Pfeile **14** angezeigt.

[0043] Ein jeder der eingespritzten Ströme des chemischen Zusatzstoffes ist zum Scheitel eines entsprechenden Paares von asymmetrischen Streifen gerichtet, wie beispielsweise jenen, die in **Fig. 5** und **6** veranschaulicht werden. Die Paare von Streifen sind an einer Steuerstangenbaugruppe **15** montiert, die durch ein Positionierbetätigungselement **16** gesteuert wird, so daß die Winkel θ_1 und θ_2 (**Fig. 6**) verändert werden können, aber immer gleich sind. Ein gleiches Betätigungselement **17** treibt eine weitere Steuerstangenbaugruppe **18** an, die senkrecht zur Kanalachse ist und unter rechtem Winkel zur Steuerstangenbaugruppe **15** verläuft. Daher ist die Anordnung so, wie sie in **Fig. 9** veranschaulicht wird. Die zwei gegenseitig geneigten Gruppen von Ablenkelementen sichern ein wirksames Mischen innerhalb des Kanals **10**. Das Fluid vom Kanal gelangt in einen stromabwärts gelegenen Behälter **19**, der beispielsweise ein Klärapparat, Chlorierungskessel oder Reaktionsapparat sein könnte. Die Bedingungen innerhalb des Behälters **19** werden mittels eines Meßfühlers **20** überwacht, dessen Ausgang einen Eingang zu einem Regler **21** liefert. Ein weiterer Eingang zum Regler **21** wird von einem Differenzdruckmeßfühler **22** erhalten, der den Druck sowohl stromaufwärts als auch stromabwärts vom statischen Mischer überwacht. Die zwei dem Regler **21** vorgelegten Eingänge werden als Basis für das Erzeugen geeigneter Ausgänge zum Einspritzsteuerventil **11** für den Zusatzstoff und die Regler **16** und **17** für die Ablenkelemente verwendet.

[0044] Daher ermöglicht das System aus **Fig. 10** sowohl das Steuern der Geschwindigkeit, mit der der chemische Zusatzstoff in das System eingespritzt wird, als auch das Steuern der Leistung des statischen Mixers in Abhängigkeit von den Bedingungen stromabwärts vom statischen Mischer. Eine aktive Verfahrenssteuerung wird auf diese Weise erreicht.

Patentansprüche

1. Statischer Mischer, der eine Gruppe von Ablenkelementen aufweist, die innerhalb eines Kanals (**1**) verteilt sind, durch den ein Fluid in einer Richtung im allgemeinen parallel zu einer Achse (**6**) des Kanals strömen kann, wobei jedes Ablenkelement eine Fläche definiert, die zur Kanalachse so geneigt ist, daß das Fluid durch die Fläche in einer Richtung quer zur Achse abgelenkt wird, dadurch gekennzeichnet, daß die Ablenkelemente in Paaren von Elementen (**3, 4**) angeordnet sind, wobei sich die zwei Ablenkelemente (**3, 4**) eines jeden Paares von einem gemeinsamen stromaufwärts gelegenen Rand erstrecken und zwischen sich auf der stromabwärts gelegenen Seite einen eingeschlossenen Winkel von weniger als 180° definieren, und wobei die zwei Ablenkelemente (**3, 4**) eines jeden Paares unterschiedliche Formen aufweisen, so daß asymmetrische Wirbel durch die zwei Elemente des Paares erzeugt werden.

2. Statischer Mischer nach Anspruch 1, bei dem sich die Ablenkelemente (**3, 4**) eines jeden Paares über unterschiedliche Längen (L_S , L_L) vom gemeinsamen stromaufwärts gelegenen Rand aus erstrecken.

3. Statischer Mischer nach Anspruch 2, bei dem angrenzende Paare von Ablenkelementen so positioniert werden, daß ein kurzes Element eines Paares neben einem langen Element des angrenzenden Paares liegt.

4. Statischer Mischer nach Anspruch 2 oder 3, bei dem die Ablenkelemente (**3, 4**) eines jeden Paares rechteckig sind.

5. Statischer Mischer nach einem vorhergehenden Anspruch, bei dem die zwei Ablenkelemente eines jeden Paares gleichermaßen zur Kanalachse geneigt sind.

6. Statischer Mischer nach Anspruch 5, bei dem jedes Ablenkelement (**3, 4**) unter einem Winkel von 30° zur Kanalachse (**6**) geneigt ist.

7. Statischer Mischer nach einem vorhergehenden Anspruch, der drei Paar Ablenkelemente (**3, 4**) aufweist, die über den Kanal beabstandet sind.

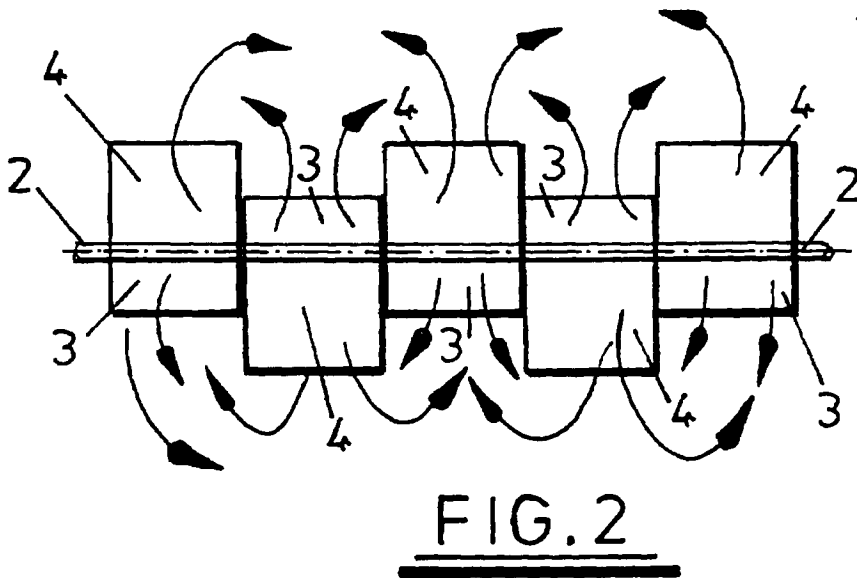
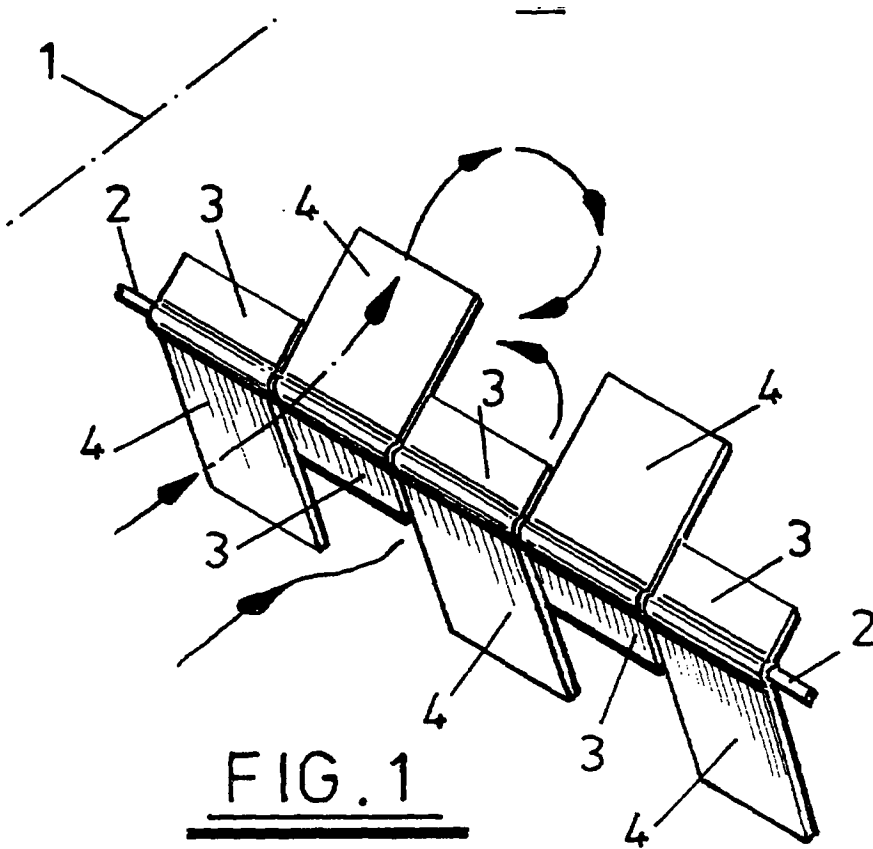
8. Statischer Mischer nach einem vorhergehenden Anspruch, bei dem Räume (S) zwischen benachbarten Paaren von Elementen definiert werden.

9. Statischer Mischer nach einem vorhergehenden Anspruch, bei dem die Ablenkelemente auf mindestens einem Montageelement (**2; 5**) getragen werden, das sich über das Innere des Kanals erstreckt.

10. Statischer Mischer nach Anspruch 9, der mindestens zwei Gruppen von Elementen aufweist, wobei jede Gruppe auf einem entsprechenden Montageelement getragen wird, das sich über das Innere des Kanals erstreckt, wobei die Montageelemente in der Richtung der Kanalachse beabstandet sind und sich in gegenseitig geneigten Richtungen erstrecken.

11. Statischer Mischer nach einem vorhergehenden Anspruch, bei dem der Neigungswinkel von mindestens einer der Ablenkelementflächen zur Kanalachse regulierbar ist.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen



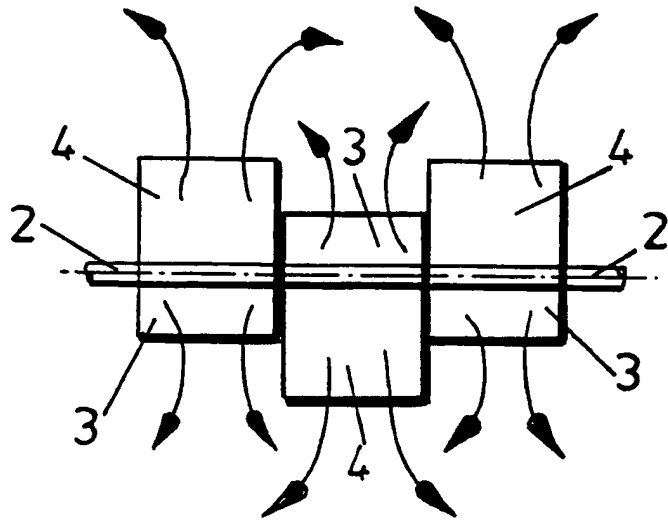


FIG. 3

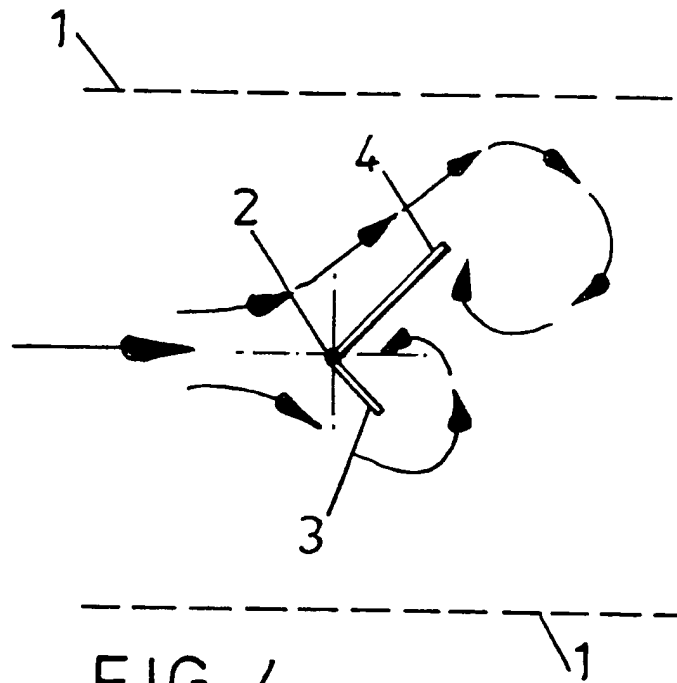


FIG. 4

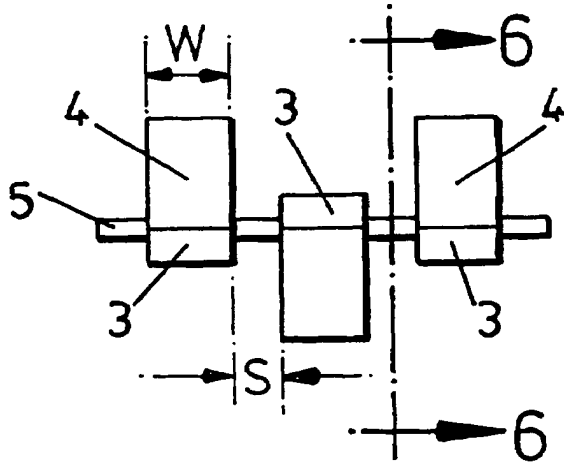


FIG. 5

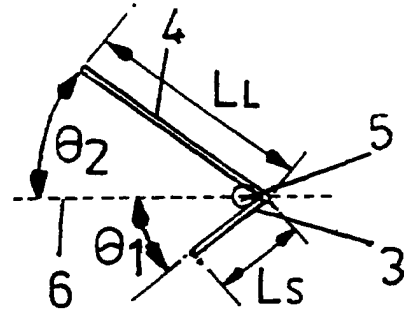


FIG. 6

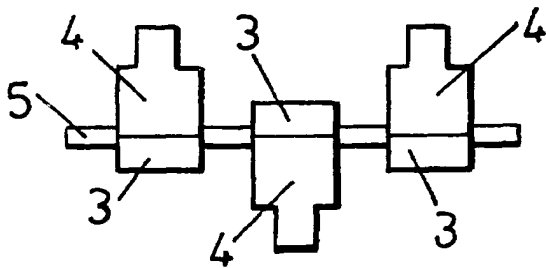


FIG. 7

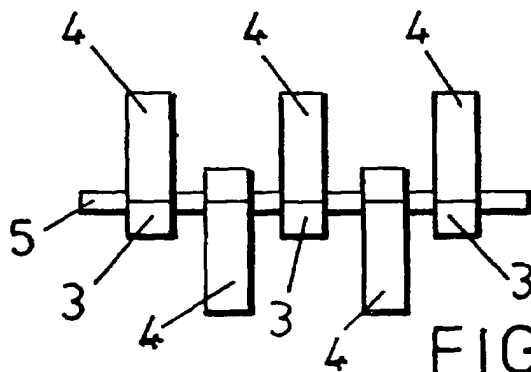


FIG. 8

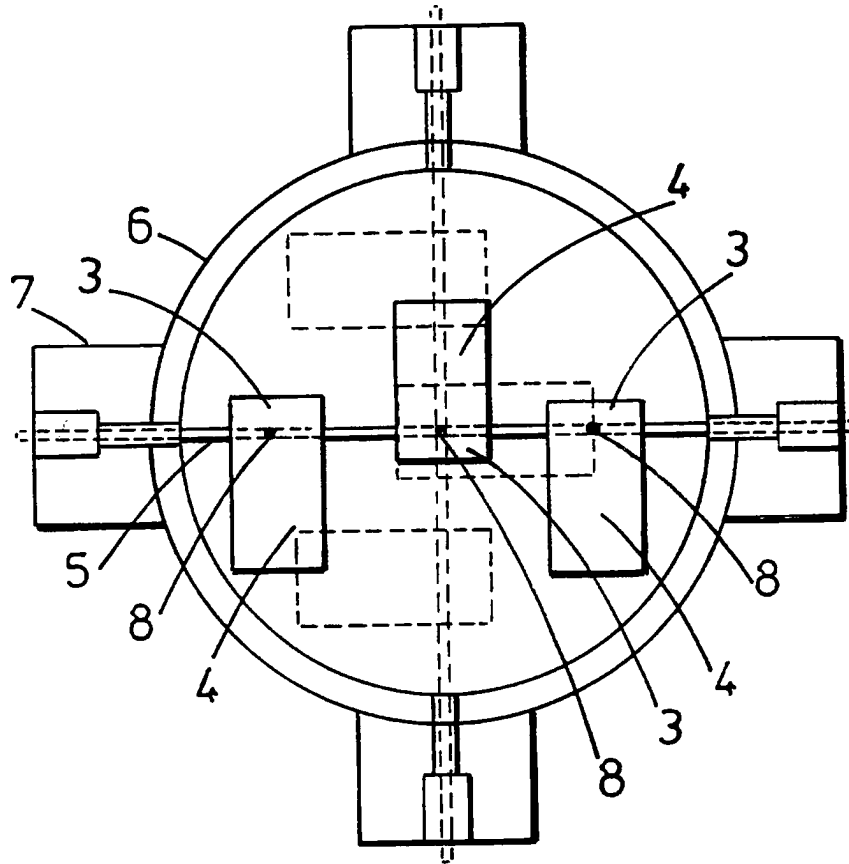


FIG. 9

