



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 170 054 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
29.01.2003 Patentblatt 2003/05

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

(21) Anmeldenummer: **00112874.3**

(22) Anmeldetag: **19.06.2000**

(54) **Mischer für die Mischung von Gasen und anderen Newtonschen Flüssigkeiten**

Mixer for mixing gases and other Newtonian liquids

Mélangeur pour mélanger des gaz et d'autres liquides newtoniens

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**

(74) Vertreter: **Stenger, Watzke & Ring Patentanwälte**
Kaiser-Friedrich-Ring 70
40547 Düsseldorf (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
09.01.2002 Patentblatt 2002/02

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 070 917 WO-A-95/08388
DE-A- 2 911 873 GB-A- 2 087 249
US-A- 1 701 164 US-A- 3 743 250
US-A- 5 150 535

(73) Patentinhaber: **Balcke-Dürr GmbH**
46049 Oberhausen (DE)

(72) Erfinder:
• **Ruscheweyh, Hans, Prof. Dr.-Ing.**
52074 Aachen (DE)
• **Kaatz, Michael, Dipl.-Ing.**
40878 Ratingen (DE)

• **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 002, no.**
054 (M-016), 19. April 1978 (1978-04-19) & JP 53
015668 A (BABCOCK HITACHI KK), 13. Februar
1978 (1978-02-13)

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).

EP 1 170 054 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Mischer für die Mischung von Gasen und anderen Newtonschen Flüssigkeiten, mit einem Strömungskanal und darin angeordneten, die Strömung beeinflussenden Einbauflächen, wobei die Einbauflächen wirbelerzeugende Flächen mit frei umströmten, gegen die Strömung gerichteten Vorderkanten sind, deren Verlauf sowohl eine in Hauptströmungsrichtung des Gases als auch eine quer hierzu verlaufende Komponente aufweist.

[0002] Zum Mischen von Gas- oder Flüssigkeitsströmungen in Rohrleitungen oder Kanälen benötigt man bei turbulenter Strömung Mischlängen vom 15 bis 100-fachen des Kanaldurchmessers. Mittels geeigneter statischer Mischer in Gestalt von Einbaukörpern läßt sich diese Mischstrecke deutlich verkürzen. Es muß jedoch bei den meisten herkömmlich angewendeten Systemen ein hoher Druckverlust insbesondere dann in Kauf genommen werden, wenn hohe Anforderungen an die Homogenität der sich einstellenden Mischung gestellt werden. Viele der herkömmlichen Mischsysteme sind außerdem auf einfache Geometrien beschränkt, z. B. auf zylindrische Rohre oder quadratische Kanäle, und lassen sich nicht bei Großanlagen und komplizierten Mischkammersystemen anwenden.

[0003] Aus der DE 29 11 873 C2 ist ein statischer Mischer bekannt, bei dem die Einbauten aus schräg angeströmten, deltaförmigen oder kreisscheibenförmigen Flächen bestehen, an deren Vorderkanten Wirbel entstehen. Die so gebildeten stationären und stabilen Wirbelsysteme wirken weit in den Strömungsnachlauf hinein, die zu mischenden Komponenten werden schichtenförmig eingerollt, was zu einer schnellen Vermischung bei sehr geringen Druckverlusten führt. Diese sogenannten "Wirbeleinbauflächen" haben sich wegen der erzielbaren kurzen Mischstrecke in der Praxis bewährt.

[0004] Der Erfindung liegt die **Aufgabe** zugrunde, einen Mischer für die Mischung von Gasen und anderen Newtonschen Flüssigkeiten zu schaffen, der eine schnelle Vermischung bei nochmals kürzerer Mischstrecke bewirkt.

[0005] Zur **Lösung** dieser Aufgabe wird bei einem Mischer mit den eingangs genannten Merkmalen vorgeschlagen, daß mehrere gleichartige Einbauflächen in einer Reihe im wesentlichen quer zur Hauptströmungsrichtung angeordnet sind, und daß sich aneinander benachbarte Einbauflächen in Bezug auf die Hauptströmungsrichtung teilweise überdecken.

[0006] Ein solchermaßen ausgebildeter Mischer ermöglicht eine besonders schnelle Durchmischung der Strömung bei sehr kurzer Mischstrecke. Die Durchmischung hat zur Folge, daß die Profile des hindurchgeführten Gas- und/oder Flüssigkeitsstromes vergleichmäßig werden, wobei Leistungseinbußen vermieden werden. Trotz der Bildung ausgedehnter und stabiler Wirbel hat die erfindungsgemäße Wirbeleinbaufläche

einen verhältnismäßig geringen Strömungswiderstand, da sie nicht mit ihrer gesamten Oberfläche als Leitfläche wirkt, sondern mit ihren vorderen Kanten statische Wirbelfelder erzeugt, die sich in Strömungsrichtung selbsttätig erweitern, ohne daß für diese Erweiterung zusätzliche Einbauten oder Leitflächen erforderlich wären. Es ergibt sich zumindest durch die erfindungsgemäßen, einander in Bezug auf die Strömungsrichtung teilweise überdeckenden Wirbeleinbauflächen eine verlustarme und wirkungsvolle Durchmischung auf kurzer Mischstrecke.

[0007] Eine bevorzugte Weiterbildung des Mixers ist gekennzeichnet durch eine im Abstand hinter der Reihe angeordnete weitere Reihe von Einbauflächen, wobei die Anstellwinkel der Einbauflächen der weiteren Reihe entgegengesetzt zu den Anstellwinkeln der Einbauflächen der ersten Reihe sind. Durch eine solche Gestaltung des Mixers läßt sich zusätzlich zu dem Mischeffekt eine Vergleichmäßigung des Geschwindigkeitsprofils über den Querschnitt des Strömungskanals erzielen.

[0008] Der Anstellwinkel der Einbauflächen in Bezug auf die Hauptströmungsrichtung beträgt vorzugsweise zwischen 40° und 80°, vorzugsweise 60°.

[0009] In weiterer Ausgestaltung des Mixers wird vorgeschlagen, daß der Strömungskanal einen im wesentlichen rechteckförmigen Querschnitt mit einem Verhältnis von Breite zu Dicke von $B/D \geq 2$ aufweist, wobei die durch die Einbauflächen definierte Reihe sich in Richtung der Breite erstreckt.

[0010] Auf der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Mixers dargestellt, und zwar zeigen

Figur 1 einen Längsschnitt durch einen Strömungskanal mit darin in zwei Reihen angeordneten Wirbeleinbauflächen und

Figur 2 einen Querschnitt durch den Strömungskanal entlang der Ebene II-II der Figur 1.

[0011] Figur 1 zeigt im Längsschnitt einen sich bei 1 verengenden Strömungskanal von rechteckförmigem Querschnitt. Der Strömungskanal wird von einem im homogenen Gas- oder Flüssigkeitgemisch durchströmt. Unter Gasen und Flüssigkeiten sind hier alle so genannten "Newtonschen Flüssigkeiten" zu verstehen, d.h. einschließlich solcher Fluide, die sich in ihren strömungstechnischen Eigenschaften vergleichbar den Gasen verhalten.

[0012] In Figur 2 ist der Strömungskanal einschließlich seiner Breite B und seiner Dicke D im Querschnitt dargestellt. Das Verhältnis der Breite B zur Dicke D sollte vorzugsweise $B/D \geq 2$ betragen.

[0013] Figur 2 läßt ebenso wie Figur 1 erkennen, daß in dem Strömungskanal in Reihe zueinander Einbauflächen 2 angeordnet sind. Beim Ausführungsbeispiel wird die Reihe durch insgesamt vier Einbauflächen 2 gebil-

det. Die Einbauflächen 2 jeder Reihe, die sich im wesentlichen quer zur Hauptströmungsrichtung 3 erstreckt, sind gleichartig gestaltet mit vorzugsweise jeweils demselben Anstellwinkel α zur Hauptströmungsrichtung 3. Der Anstellwinkel α zur Hauptströmungsrichtung 3 beträgt zwischen 40° und 80° , vorzugsweise 60° .

[0014] Die frei umströmten, gegen die Strömung gerichteten Vorderkanten 4 der beim Ausführungsbeispiel kreisscheibenförmig gestalteten Einbauflächen 2 weisen sowohl eine in Hauptströmungsrichtung, als auch eine quer hierzu verlaufende Komponente auf. Da ferner jede Einbaufläche 2 unter einem spitzen Winkel zu der Hauptströmungsrichtung 3 in dem Strömungskanal angeordnet ist, entstehen an jeder Vorderkante 4 der Einbauflächen 2 Wirbelfelder, welche sich stromabwärts kreiskegelförmig ausbreiten. Dabei wälzen sich die einzelnen Wirbel nach innen auf die Rückseite der Einbaufläche 2 ab. Die an den einzelnen Vorderkanten 4 gebildeten Wirbel verhalten sich weitgehend statisch, verändern daher ihre Lage nicht. Jedes Wirbelfeld bildet durch seine Rotation eine Strömungskomponente quer zur Hauptströmungsrichtung des Gases, die durch den damit verbundenen Impulsaustausch quer zur Strömungsrichtung eine gute Vermischung des Gasgemisches zur Folge hat. Verstärkt wird die Vermischung noch durch die besonders kompakte Anordnung der Einbauflächen 2 jeder Reihe, in dem sich einander benachbarte Einbauflächen 2 in Bezug auf die Hauptströmungsrichtung 3 teilweise überdecken. Diese Überdeckung ist in Figur 2 mit dem Bezugszeichen 5 bezeichnet und schraffiert eingezeichnet.

[0015] In Figur 1 ist mit v_1 das Geschwindigkeitsprofil der Gasströmung beim Eintritt in die Mischstrecke bezeichnet. Dieses Geschwindigkeitsprofil ist, etwa aufgrund einer vorangehenden Umlenkung der Gasströmung, ungleichmäßig. Wird einer ersten Reihe 6 von Einbauflächen 2 eine zweite Reihe 7 von Einbauflächen 2 nachgeordnet, und sind die Anstellwinkel α' der Einbauflächen der zweiten Reihe 7 entgegengesetzt zu den Anstellwinkeln α der Einbauflächen der ersten Reihe 6, läßt sich beim Austritt aus der Mischstrecke eine Vergleichmäßigung des Geschwindigkeitsprofils erzielen, wie dies in Figur 1 mit dem Geschwindigkeitsprofil v_2 eingetragen ist.

[0016] Beim Ausführungsbeispiel sind die Einbauflächen 2 jeweils als runde Scheiben gestaltet. In gleicher Weise können jedoch als Wirbeleimbauflächen auch Scheiben mit deltaförmiger bzw. dreieckiger Grundform verwendet werden, oder elliptische oder parabelförmige Scheiben. Auch solche Scheiben besitzen symmetrisch und jeweils schräg zur Mittelebene angeordnete Vorderkanten, wie sie für das Entstehen von Vorderkantenwirbeln entscheidend sind.

Bezugszeichenliste

[0017]

5	1	Verengung
	2	Einbaufläche
	3	Hauptströmungsrichtung
10	4	Vorderkante
	5	Überdeckung
15	6	Reihe von Einbauflächen
	7	Reihe von Einbauflächen
	B	Breite des Strömungskanals
20	D	Dicke des Strömungskanals
	v_1	Geschwindigkeitsprofil beim Eintritt
25	v_2	Geschwindigkeitsprofil beim Austritt
	Ü	Überdeckung
	α	Anstellwinkel
30	α'	Anstellwinkel

Patentansprüche

- 35 1. Mischer für die Mischung von Gasen und anderen Newtonschen Flüssigkeiten, mit einem Strömungskanal und darin angeordneten, die Strömung beeinflussenden Einbauflächen (2), wobei die Einbauflächen wirbelerzeugende Flächen mit frei umströmten, gegen die Strömung gerichteten Vorderkanten (4) sind, deren Verlauf sowohl eine in Hauptströmungsrichtung (3) des Gases als auch eine quer hierzu verlaufende Komponente aufweist,
dadurch gekennzeichnet,
daß mehrere gleichartige Einbauflächen (2) in einer Reihe (6) im wesentlichen quer zur Hauptströmungsrichtung (3) angeordnet sind, und daß sich einander benachbarte Einbauflächen (2) in Bezug auf die Hauptströmungsrichtung (3) teilweise überdecken.
- 40 2. Mischer nach Anspruch 1, **gekennzeichnet durch** eine im Abstand hinter der Reihe (6) angeordnete weitere Reihe (7) von Einbauflächen (2), wobei die Anstellwinkel (α') der Einbauflächen der weiteren Reihe (7) entgegengesetzt zu den Anstellwinkeln (α) der Einbauflächen der ersten Reihe (6) sind.

3. Mischer nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Anstellwinkel (α) der Einbauf lächen (2) zwischen 40° und 80° beträgt, vorzugsweise 60°.
4. Mischer nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Einbauf lächen (2) runde, elliptische oder dreieckförmige Scheiben sind.
5. Mischer nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Strömungskanal einen im wesentlichen rechteckförmigen Querschnitt mit einem Verhältnis von Breite (B) zu Dicke (D) von $B/D \geq 2$ aufweist, wobei die durch die Einbauf lächen (2) definierte Reihe (6, 7) sich in Richtung der Breite (B) erstreckt.

Claims

1. Mixer for mixing gases and other Newtonian fluids, with a flow duct and built-in surfaces (2) disposed therein and influencing the flow, wherein the built-in surfaces are vortex-generating surfaces with front edges (4) around which the fluids freely flow, are directed against the flow and the path of which comprises both a component extending in the main flow direction (3) of the gas and one extending transversely thereto, **characterised in that** a plurality of like built-in surfaces (2) are disposed in a row (6) substantially transversely to the main flow direction (3), and that adjacent built-in surfaces (2) partly overlap in relation to the main flow direction (3).
2. Mixer according to Claim 1, **characterised by** an additional row (7) of built-in surfaces (2) which is disposed at a spacing after the row (6), wherein the angles of incidence (α') of the built-in surfaces of the additional row (7) are opposite to the angles of incidence (α) of the built-in surfaces of the first row (6).
3. Mixer according to Claim 1 or Claim 2, **characterised in that** the angle of incidence (α) of the built-in surfaces (2) is between 40° and 80°, preferably 60°.
4. Mixer according to any one of Claims 1 to 3, **characterised in that** the built-in surfaces (2) are round, elliptical or triangular discs.
5. Mixer according to any one of Claims 1 to 4, **characterised in that** the flow duct has a substantially rectangular cross section with a ratio of width (B) to thickness (D) of $B/D \geq 2$, wherein the row (6, 7) defined by the built-in surfaces (2) extends in the di-

rection of the width (B).

Revendications

1. Mélangeur destiné au mélange de gaz et d'autres liquides newtoniens, comportant un canal d'écoulement et des surfaces d'insert (2) influençant l'écoulement disposées dans celui-ci, les surfaces d'insert étant des surfaces créant des tourbillons avec des bords avant (4) orientés à contre-courant, autour desquels l'écoulement est libre, dont l'extension comporte aussi bien une composante s'étendant dans la direction du courant principal (3) du gaz qu'une composante s'étendant transversalement à celle-ci,

caractérisé en ce que

plusieurs surfaces d'insert (2) de même type sont disposées sur une rangée (6), pour l'essentiel transversalement à la direction du courant principal (3), et **en ce que** des surfaces d'insert (2) adjacentes se recouvrent partiellement par rapport à la direction du courant principal (3).

2. Mélangeur selon la revendication 1, **caractérisé par** une autre rangée (7) de surfaces d'insert (2) disposée à une certaine distance derrière la rangée (6), les angles d'incidence (α') des surfaces d'insert de l'autre rangée (7) étant opposés par rapport aux angles d'incidence (α) des surfaces d'insert de la première rangée (6).
3. Mélangeur selon la revendication 1 ou la revendication 2, **caractérisé en ce que** l'angle d'incidence (α) des surfaces d'insert (2) est compris entre 40° et 80°, et est de préférence de 60°.
4. Mélangeur selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** les surfaces d'insert (2) sont des disques circulaires, elliptiques ou triangulaires.
5. Mélangeur selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** la section transversale du canal d'écoulement est sensiblement rectangulaire avec un rapport largeur (B) épaisseur (D) de $B/D \geq 2$, la rangée (6, 7) définie par les surfaces d'insert (2) s'étendant en direction de la largeur (B).

Fig.1

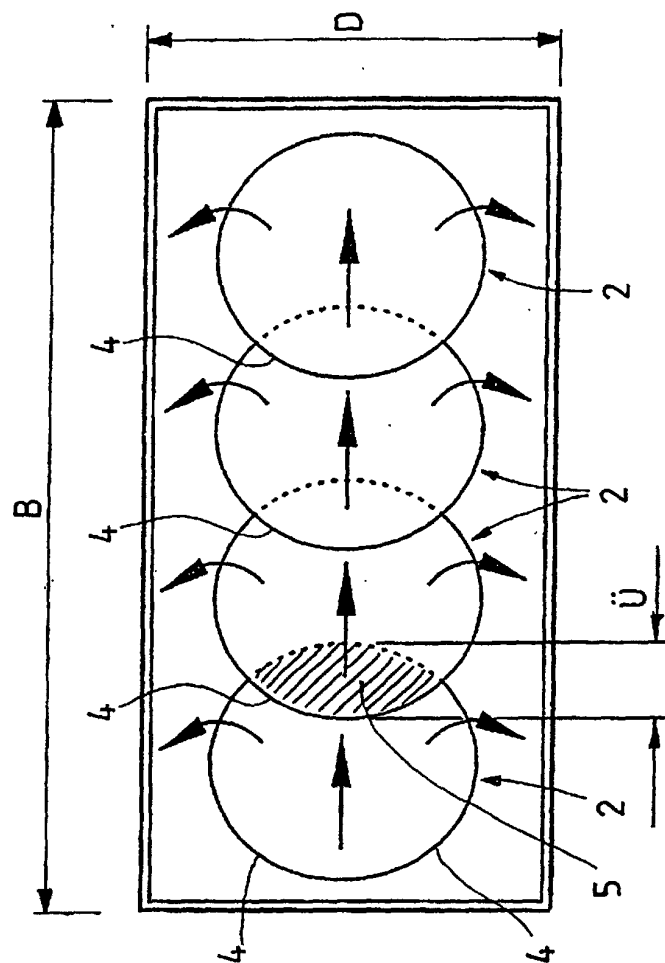
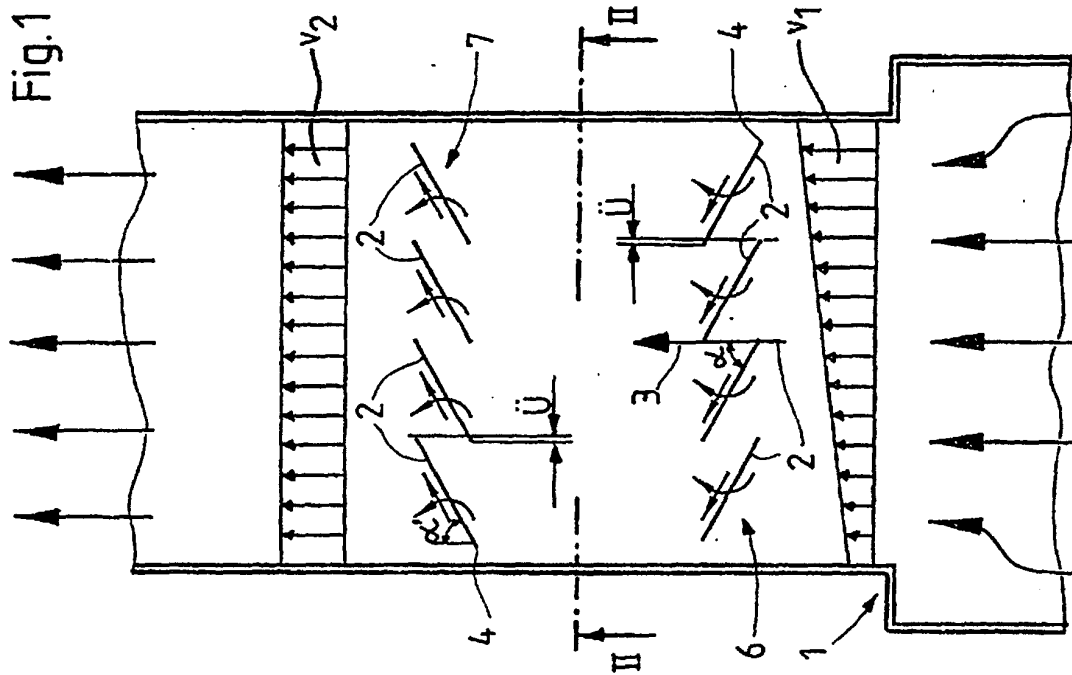


Fig.2