

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 1125/2011
(22) Anmeldetag: 03.08.2011
(43) Veröffentlicht am: 15.12.2012

(51) Int. Cl. : **B01F 5/04** (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
EP 0862688 A1
WO 200034641 A1 US 3394549 A

(73) Patentanmelder:
HOERBIGER KOMPRESSORTECHNIK
HOLDING GMBH
1220 WIEN (AT)

(54) **FLUIDMISCHER**

(57) Fluidmischer in Form von Venturirohren leiden unter verlustbehafteten Strömungsablösungen im divergenten Abschnitt des Fluidmischers. Um solche Strömungsablösungen zu verringern ist vorgesehen, dass der divergente Abschnitt (A2) des Venturirohres (2) in Strömungsrichtung eine stetige Konturkurve mit zumindest zwei Wendepunkten (W1, W2) aufweist.

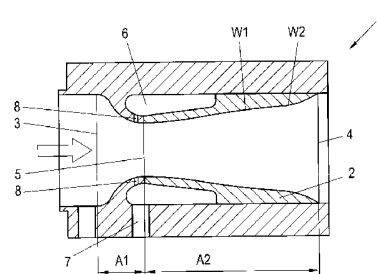
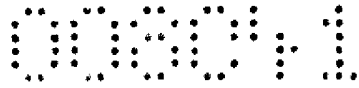


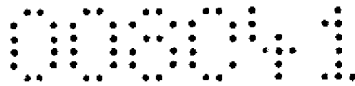
Fig. 1



Zusammenfassung

Fluidmischer in Form von Venturirohren leiden unter verlustbehafteten Strömungsablösungen im divergenten Abschnitt des Fluidmischers. Um solche Strömungsablösungen zu verringern ist vorgesehen, dass der divergente Abschnitt (A2) des Venturirohres (2) in Strömungsrichtung eine stetige Konturkurve mit zumindest zwei Wendepunkten (W1, W2) aufweist.

Fig. 1

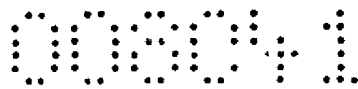


Fluidmischer

Die gegenständliche Erfindung betrifft einen Fluidmischer, bei dem ein mit Unterschallgeschwindigkeit durch ein Venturirohr strömendes erstes Fluid mit einem zweiten, über Zuzuführöffnungen zugeführtes Fluid vermischt wird, wobei im Venturirohr ein erster konvergenter Abschnitt, der sich von einem Eintrittsquerschnitt bis zum engsten Querschnitt des Venturirohres erstreckt, und ein zweiter divergenter Abschnitt vorgesehen ist, der sich vom engsten Querschnitt bis zum Austrittsquerschnitt erstreckt.

Fluidmischer werden verwendet, um zwei Fluide, wie z.B. Luft und Brenngas für einen Gasmotor, in einem gewünschten Verhältnis miteinander und möglichst homogen zu vermischen. Solche Fluidmischer sind in der Regel als Venturirohre aufgebaut und arbeiten im Unterschallbereich bei im Wesentlichen konstantem Umgebungsdruck. Dabei durchströmt ein erstes Fluid, z.B. Luft, das Venturirohr, wobei die Geschwindigkeit des Fluids niemals die Schallgeschwindigkeit erreicht. An der engsten Stelle des Venturirohres, also an der Stelle, an der der dynamische Druck (Staudruck) maximal und der statische Druck (Ruhedruck) minimal ist, wird über Öffnungen im Venturirohr ein zweites Fluid, wie z.B. Gas oder flüssiger Kraftstoff, zugeführt. Im engsten Querschnitt wird jedoch nicht Schallgeschwindigkeit erreicht und so kommt es im anschließenden divergenten Teil bekannter Maßen auch zu einer Verzögerung der Strömung und zum Ansteigen des statischen Drucks. Der divergente Düsenbereich ist aufgrund der verzögerten Strömung besonders sensibel hinsichtlich Strömungsablösung des durchströmenden Fluidgemisches. Bei bestehenden Fluidmischern ist ein Problem folglich die Strömungsablösung im divergenten Teil des Fluidmischers und damit einhergehende nachteilige Druckverluste.

Von solchen nach dem Venturiprinzip arbeitenden Fluidmischern sind Lavaldüsen grundsätzlich zu unterscheiden. Unter einer Lavaldüse versteht man eine Düse zur Beschleunigung eines kompressiblen Gasstroms von einem Unterschall- auf einen Überschallzustand. Für die Beschleunigung eines Gases im Unterschallgebiet wird eine sich verengende (konvergente) Kontur benötigt. Die eintretende Unterschallströmung wird im konvergenten Düsenteil bis zum engsten, kritischen Querschnitt auf Schallgeschwindigkeit und von dort im divergenten Düsenteil weiter auf Überschallgeschwindigkeit beschleunigt. Dem liegt die physikalische Tatsache zugrunde, dass eine Überschallströmung in einem Diffusor beschleunigt wird (im Gegensatz zu einer Unterschallströmung, die in einem Diffusor verzögert wird). Somit liegt in der gesamten Lavaldüse eine beschleunigte Strömung vor und der statische Druck sinkt monoton mit der steigenden Geschwindigkeit ab. Strömungsablösungen des durchströmenden Gases sind aufgrund der vorhandenen Stabilität der beschleunigten Strömungen nicht maßgeblich. Der weitaus wichtigere Effekt bei Überschallströmungen in einer Lavaldüse ist der



sogenannte Verdichtungsstoß, welcher durch abrupte Verzögerung der Strömung auf Unterschallbedingungen zustande kommt und mit großen Verlusten behaftet ist. Ob ein derartiger Verdichtungsstoß in einer Lavaldüse auftritt, hängt allein vom Druckverhältnis zwischen Düsenein- und austritt und dem Verhältnis von minimalem Querschnitt zu Austrittsquerschnitt

5 ab. Solche Lavaldüsen kommen häufig als Raketendüsen zum Einsatz, wobei hier auch sogenannte Doppellockengeometrien bekannt sind, die einerseits das Auftreten eines Verdichtungsstoßes verhindern sollen und andererseits auch definierte Abrisskanten ausformen sollen, an denen die Strömung zu definierten Bedingungen abreißen soll, um für alle Steighöhen eine möglichst optimale Lavaldüse zur Verfügung zu haben. Hier wird ein Strömungs-

10 abriß somit ganz gezielt herbeigeführt. Solche Lavaldüsen sind z.B. aus der EP 862 688 B1, der WO 00/34641 A1 oder US 3 394 549 A bekannt.

Es ist nun eine Aufgabe der gegenständlichen Erfindung, einen nach dem Venturiprinzip arbeitenden Fluidmischer anzugeben, der unempfindlicher gegen Strömungsablösungen im divergenten Teil ist.

15 Diese Aufgabe wird durch einen Fluidmischer gelöst, bei dem der divergente Abschnitt in Strömungsrichtung eine stetige Konturkurve mit zumindest zwei Wendepunkten aufweist. Die maßgebliche Neuerung im Bereich der Venturidüsen besteht somit in der Formgebung der Strömungskontur im divergenten Mischerteil. Diese ist so optimiert, dass eine Strömungsablösung möglichst vermieden bzw. weit hinausgezögert werden kann und auftretende Ablöse-

20 gebiete und damit Strömungsverluste möglichst beschränkt gehalten werden können.

Wenn die Zumischöffnung vom engsten Querschnitt in den konvergenten Düsenbereich verschoben wird, kann sich der Treibgasmassenstrom des ersten Fluids inklusive des zuge-

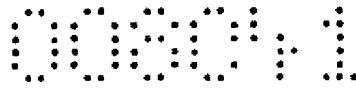
25 mischten Massenstroms des zweiten Fluids vorteilhaft noch in der beschleunigten Strömung, also in einem Bereich von Haus aus unempfindlicher gegen Strömungsablösungen ist, wieder an die Wand anlegen. Bei Zumischung im engsten Querschnitt mit der gleichzeitigen Verzögerung der Strömung im divergenten Mischerteil würde hingegen eine sofortige nachteilige Strömungsablösung durch die Störung der wandnahen Strömung aufgrund des zuge-

30 mischten Fluidmassenstroms stattfinden.

Die gegenständliche Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die Figuren 1 und 2, die in schematischer Darstellung vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung zeigen be-

30 schrieben. Dabei zeigt

Fig. 1 einen Querschnitt durch einen erfindungsgemäßen Fluidmischer und
Fig. 2 eine vergrößerte Darstellung der Kurvenkontur des Venturirohres in Längsrichtung.

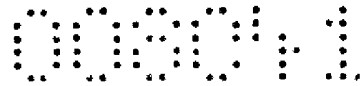


Der erfindungsgemäße Fluidmischer 1 nach Fig. 1 umfasst ein Venturirohr 2, das hier gleichzeitig als Gehäuse des Fluidmischers 1 ausgeführt ist. Die Strömungsrichtung durch den Fluidmischer ist durch den Pfeil in Fig. 1 angedeutet. Ein erstes Fluid, z.B. Luft, wird über einen Eintrittsquerschnitt 3 zugeführt und das Fluidgemisch über einen Austrittsquerschnitt 4 aus dem Fluidmischer 1 abgeführt.

Das Venturirohr 2 umfasst einen ersten konvergenten Abschnitt A1, der sich vom Eintrittsquerschnitt 2 bis zum engsten Querschnitt 5 des Venturirohres 2 erstreckt. Der engste Querschnitt 5 kann auch als dritter, zylindrischer Abschnitt A3 ausgeführt sein, wie in Fig. 2 angedeutet. „Konvergent“ bedeutet hier, dass der Querschnitt in Strömungsrichtung abnimmt. Weiters umfasst das Venturirohr 2 einen zweiten divergenten Abschnitt A2, der sich vom engsten Querschnitt 5 des Venturirohres 2 bis zum Austrittsquerschnitt 4 erstreckt. „Divergent“ bedeutet hier, dass der Querschnitt in Strömungsrichtung zunimmt.

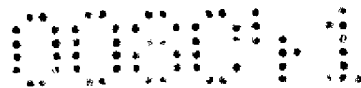
Im Venturirohr 2 ist weiters eine Ausnehmung 6 vorgesehen, die mit einer Zuführöffnung 7 für ein zweites Fluid verbunden ist. Die Ausnehmung 6 ist bevorzugt ringförmig um die innere Kontur des Venturirohres 2 angeordnet. Im Bereich des engsten Querschnitts (bzw. des dritten Abschnittes A3) sind über den Umfang verteilt eine Anzahl von Zumischöffnungen 8 vorgesehen, die mit der Ausnehmung 6 und damit mit der Zuführöffnung 7 verbunden ist. Die Zumischöffnungen 8 sind vorteilhaft im Bereich des ersten konvergenten Abschnittes A1, also in Strömungsrichtung vor dem engsten Querschnitt 5 bzw. vor dem dritten Abschnitt A3, angeordnet. Die Zumischöffnungen 8 könnten aber auch am engsten Querschnitt 5 angeordnet sein.

Die innere Strömungskontur des Venturirohres 2 in Strömungsrichtung ist in Detail in Fig. 2 dargestellt. Die Strömungskontur des divergenten Abschnittes A2 weist zwei Wendepunkte W1 und W2 auf, wobei die Konturkurve stetig ist. Einzelne divergente Unterabschnitte des divergenten Abschnittes A2 könnten auch durch eine Gerade angenähert werden, wobei der divergent Abschnitt A2 als Ganzes aber stetig bleiben muss. Eine Kurve ist im Sinne der Erfindung stetig, wenn sie in jedem Punkt nur eine Tangente hat. Als Wendepunkt wird hier ein Punkt einer Kurve verstanden, in dem die Kurve ihr Krümmungsverhalten ändert, als von einer Links- auf eine Rechtskurve wechselt. Es ergibt sich somit ein doppelt-divergenter zweiter Abschnitt A2.



Patentansprüche

1. Fluidmischer, bei dem ein mit Unterschallgeschwindigkeit durch ein Venturirohr (2) strömendes erstes Fluid mit einem zweiten, über Zumischöffnungen (8) zugeführtes Fluid
- 5 vermischt wird, wobei im Venturirohr (2) ein erster konvergenter Abschnitt (A1), der sich von einem Eintrittsquerschnitt (3) bis zum engsten Querschnitt (5) des Venturirohres (2) erstreckt, und ein zweiter divergenter Abschnitt (A2) vorgesehen ist, der sich vom engsten Querschnitt (5) bis zum Austrittsquerschnitt (4) erstreckt, **dadurch gekennzeichnet, dass** der divergente Abschnitt (A2) in Strömungsrichtung eine stetige Konturkurve mit zumindest
- 10 zwei Wendepunkten (W1, W2) aufweist.
2. Fluidmischer nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zumischöffnungen (8) im Bereich des ersten Abschnittes (A1) in das Venturirohr (2) münden.



1/1

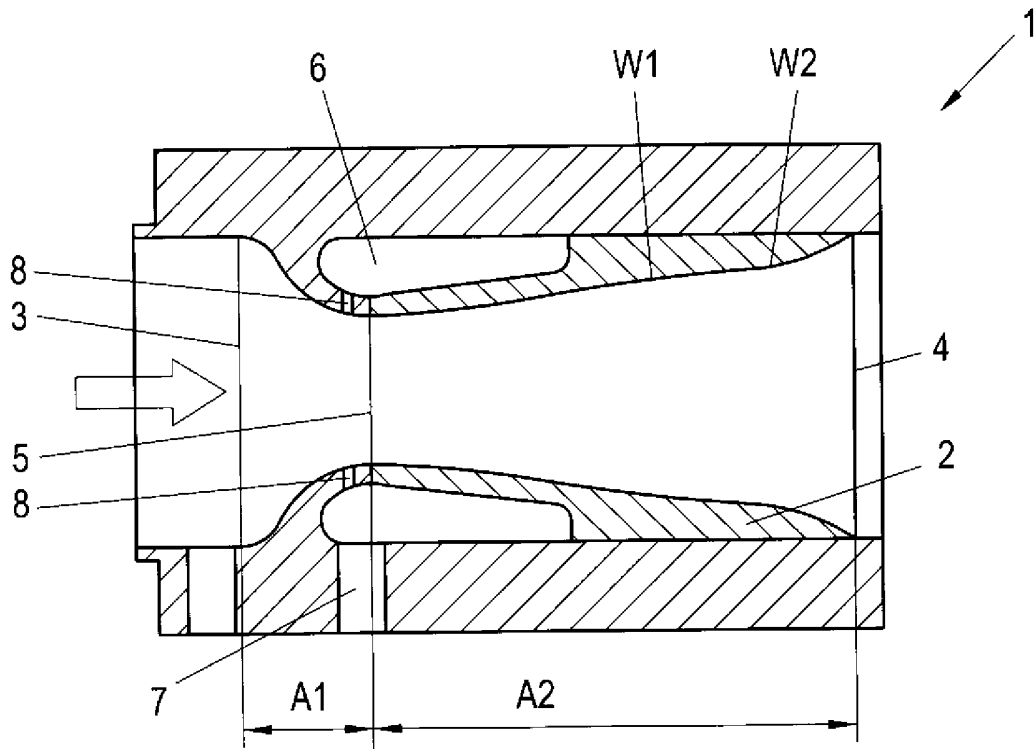


Fig. 1

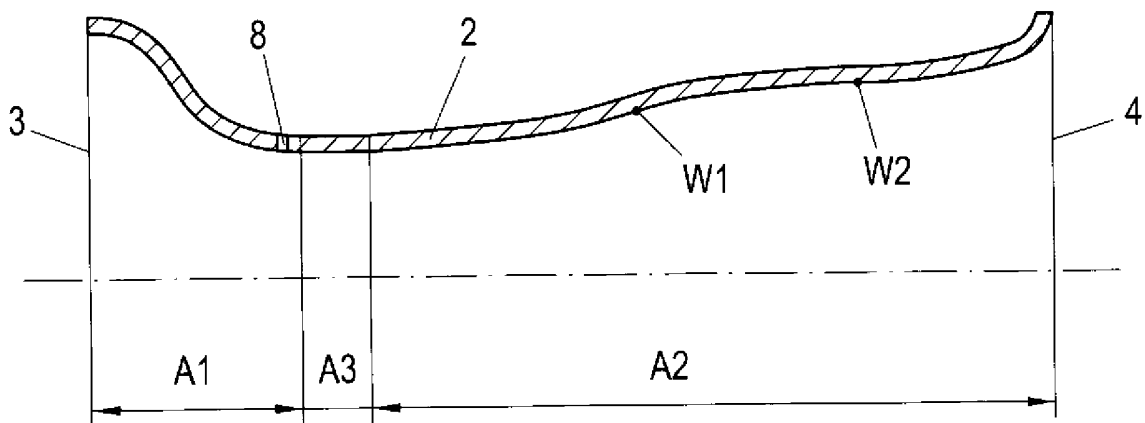


Fig. 2