



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑤ Int. Cl.³: B 01 F 3/04
B 01 F 5/04
B 01 F 15/04



Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ PATENTSCHRIFT A5

⑪

628 251

⑳ Gesuchsnummer: 10637/77

㉔ Inhaber:
Ernst F. Vögeli, Wiesendangen

㉒ Anmeldungsdatum: 31.08.1977

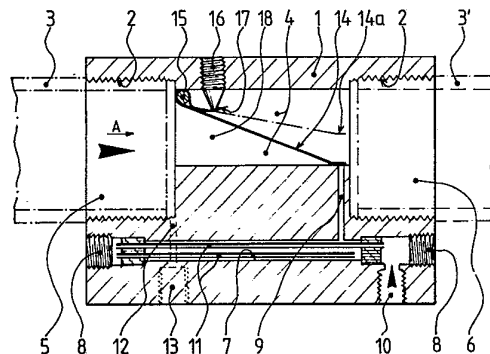
㉔ Patent erteilt: 26.02.1982

㉔ Patentschrift
veröffentlicht: 26.02.1982

㉒ Erfinder:
Ernst F. Vögeli, Wiesendangen

㉔ Mischventil zum Beimischen eines Flüssigkeitsstromes zu einem Gasstrom.

㉔ Bekannte Mischventile arbeiten auf dem Venturirohr-Prinzip mit unveränderlichen Strömungskanälen oder weisen komplizierte Regelvorrichtungen auf. Als Folge davon sind sie schon bei kleinen Flüssigkeits-Saughöhen ungenau und neigen zur Flüssigkeits-Strähnenbildung, haben einen hohen Betriebsdruckverlust oder sind teuer und störungsanfällig. Diese Nachteile werden durch die Erfindung vermieden, da der Strömungskanal eine variable Geometrie aufweist, welche vom Gasstrom selbst gesteuert wird, sodass auch mit grösseren Flüssigkeits-Saughöhen gute Befeuchtungsergebnisse erzielt werden, ohne hohe Druckverluste in Kauf nehmen zu müssen. Hierzu wird eine Wand des Konfusorteils (18) in Fig. 1 durch eine Klappe (14) gebildet, welche je nach Gasdurchsatz den engsten Strömungsquerschnitt des Konfusorteils verändert. Die Klappe kann als Biegefeder ausgebildet sein, deren Federsteifigkeit mit zunehmender Auslenkung progressiv ansteigend ausgeführt ist. Die Feinheit der Flüssigkeitszerstäubung wird zudem durch die Ausbildung des Austrittsraumes (6) als Wirbelkammer verbessert. Die kleine Zahl einfacher Bauteile ermöglicht eine kostensparende, wirtschaftliche Herstellung und vergrössert die Betriebszuverlässigkeit.



PATENTANSPRÜCHE

1. Mischventil zum Beimischen eines Flüssigkeitsstromes zu einem Gasstrom, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine Wand des Konfusorteiles (18) des Strömungskanales, welcher rechteckigen Strömungsquerschnitt aufweist, durch eine auf einer Welle (15) frei drehbar gelagerte oder durch ein Federgelenk befestigte starre oder elastische Klappe (14) gebildet wird, welche in Abhängigkeit des Gasdurchsatzes den engsten Strömungsquerschnitt des Konfusorteiles verändert; die Klappe (14) selbst als Biegefeder ausgebildet ist und/oder mindestens durch eine separate Feder (19) in Schliessrichtung belastet wird; die Federsteifigkeit mit zunehmender Auslenkung progressiv ansteigend ausgeführt ist, so dass die Massenströme von Flüssigkeit und Gas voneinander in vorgegebener Weise abhängen und wobei die Steilheit der Feder- Charakteristik der Klappe (14) und/oder der separaten Feder im Betriebsnullpunkt (Fig. 3) verstellbar ist.

2. Mischventil nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Flüssigkeitsbeimischung an der engsten Stelle des Gaskanals (18) erfolgt.

3. Mischventil nach Patentanspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass zur Dosierung der Flüssigkeitsmenge eine ein- oder mehrteilige Kapillare (11) oder eine ein- oder mehrstufige Drosselstrecke derart verwendet wird, dass die Druckdifferenz zwischen dem statischen- oder Gesamtdruck im gaseitigen Eintrittsraum (5) und dem statischen Druck an der engsten Stelle des Konfusors, abzüglich der statischen Saughöhe der Flüssigkeitssäule, die Flüssigkeit durch die Drosselorgane (11, 9) treibt.

4. Mischventil nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass im Gaskanal (4), eine kurze Strecke stromabwärts vom engsten Querschnitt, eine abrupte Querschnittserweiterung mit Strahlablösestufe und zugehöriger «Totwasserzone» vorhanden ist.

5. Mischventil nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Klappe (14) mit einem Stossdämpfer verbunden ist.

Die im folgenden beschriebene Erfindung betrifft ein Mischventil zum Beimischen eines Flüssigkeitsstromes zu einem Gasstrom. Die Erfindung hat zum Ziel, bei exakter Dosierung der Beimischung das Ventil mit einfachsten Mitteln, d.h. billig zu gestalten.

Nach dem Stand der Technik sind solche Ventile bekannt. Sie sind aber nicht nur kompliziert und aus vielen Teilen aufgebaut, sondern in vielen Fällen auch recht ungenau und empfindlich auf Verschmutzung. Der hohe Druckverlust üblicher Mischventile ist zudem vor allem bei grösseren Einheiten unerwünscht.

Das Ziel der Erfindung besteht darin, mit wenigen Bauteilen eine im ganzen Gasdurchflussmengen- Bereich möglichst exakte Flüssigkeitsdosierung zu erzielen. Dies wird durch die im Patentanspruch 1 definierte Erfindung erreicht.

Dabei sind folgende Zusammenhänge von Bedeutung:

- Zur Flüssigkeitsmengen- Bemessung werden eine oder mehrere Kapillarstrecken verwendet.
- Die Druckdifferenz über den Kapillarstrecken wird von der durchgesetzten Gasmenge mittels einer elastischen Klappe gesteuert, so dass entweder
- dem Gasstrom ein proportionaler Flüssigkeitsstrom zugemessen wird, oder
- dem Gasstrom ein Flüssigkeitsstrom von vorgegebener Abhängigkeit zugemessen wird,
- die Durchmischung von Flüssigkeit und Gas durch turbulente Verwirbelung erfolgt.

Ein Ausführungsbeispiel des Erfindungsgegenstandes wird nachfolgend anhand der Zeichnung erläutert.

Fig. 1 zeigt einen Schnitt durch das Ventil. Das Ventilgehäuse 1 ist durch Verschraubungen 2 mit der Rohrleitung für den Gasstrom 3, 3' verbunden. Ein rechteckiger Kanal 4 verbindet den Ventil- Eintrittsraum 5 mit dem Ventil- Austrittsraum 6. Eine Längsbohrung 7 durch das Gehäuse ist an beiden Enden durch Gewindezapfen 8 dicht verschlossen. Ein Kanal 9 verbindet die Längsbohrung 7 mit dem Kanal 4. Durch den Gewindeanschluss 10 wird die Flüssigkeit dem Ventil zugeführt. Sie strömt dann durch die Kapillarstrecken 11 und den Verbindungskanal 9 in den gasdurchströmten Rechteckkanal 4. Der Druck im Ventileintrittsraum 5 wird über die Bohrung 12 und den Schraubenanschluss 13 zum (nicht gezeigten) Flüssigkeitstank geleitet. Die Federklappe 14, auf dem Stift 15 drehbar gelagert, wird durch die Stellschraube 16 in einer vorgegebenen Ruhestellung gehalten. Die Druckverteilung über der Klappenfläche biegt die Klappe bei Durchfluss in eine günstige, wenig Druckverlust bewirkende Form 14a. Beim Biegen verändert sich zudem ihre Steifigkeit dadurch, dass ihre Einspannbedingungen durch eine entsprechend geformte Auflage 17 verändert werden. Die Ablösekannte am Übergang von Kanal 4 in den Austrittsraum 6 erzeugt eine sichere Strahlablösung mit nachfolgender Wirbelstrasse und stehendem Totwasserwirbel hinter der Kante.

Die physikalischen Grundlagen zur Erfindung, welche anhand des oben beschriebenen Ausführungsbeispiels beschrieben wurde, sind im folgenden aufgezeigt, wobei die Skizze Fig. 2 sehr stark vereinfacht die bekannte Grundanordnung eines Venturirohres mit Saugeinrichtung zeigt. Der Index «0» steht für den Eintrittsraum, «1» für den engsten Querschnitt, «G» für Gas, «F» für Flüssigkeit. Für die Druckdifferenz über der Flüssigkeitssaugleitung gilt:

$$(1) \quad p - p_1 = f t (\rho_G, F_1, F_0) \cdot V_G^2$$

mit p	(bar)	Gasdruck im Sauggefäß 20
p ₁	(bar)	stat. Druck im engsten Querschnitt
ρ _G	(kg/m ³)	Dichte des Gases
F ₁ , F ₂	(m ²)	Querschnittsflächen
V _G	(m ³ /s)	Volumenstrom des Gases

Wenn für p anstelle des statischen Druckes p₀ der Gesamtdruck

$$p_{\text{tot}} = p_0 + \frac{\rho_G}{2} \cdot \left(\frac{V_G}{F_0} \right)^2$$

im Eintrittsraum «0» verwendet wird, verschwindet in Gleichung (1) die Abhängigkeit vom Eintrittsquerschnitt F₀ und die verfügbare Druckdifferenz wird

$$(2) \quad p - p_1 = f t (\rho_G, F_1) \cdot V_G^2$$

Bei turbulenter Strömung durch eine kurze Drosselstrecke ist bekanntlich der Volumenstrom V_F in folgender Weise von der Druckdifferenz Δp abhängig

$$(3) \quad V_F = k (\rho_F, F_F) \cdot \sqrt{\Delta p}, \quad \text{mit}$$

k = konstanter Faktor, abhängig von ρ_F, F_F

Dies bedeutet, dass sich V_F² proportional zu Δp verhält. Wenn die ganze Differenz (p - p₁) in (2) als Druckdifferenz Δp zur Verfügung steht, d.h. die statische Saughöhe h = 0

beträgt, verhält sich demnach V_F proportional zu V_G , was in vielen Fällen Ziel und Zweck der Einrichtung ist. Eine Saughöhe $h = 0$ ist aber oft auch nicht angenähert zu realisieren oder mit anderen Nachteilen verbunden. Zudem ist der Drosselquerschnitt bei turbulenter Strömung der kleinstmögliche und erfordert deshalb eine Filtrierung der Flüssigkeit. Um diese Nachteile zu beseitigen, macht sich die Erfindung die Verwendung einer Laminardrossel (Kapillaren) zum Ziel. Die Länge L der Kapillaren kann aus den folgenden physikalischen Zusammenhängen bestimmt werden:

$$(4) \quad V_F = k (\mu_F, F_F, L, \text{Form}) \cdot \Delta p, \quad \text{mit}$$

$$\mu_F \left(\frac{\text{kg}}{\text{s} \cdot \text{m}} \right) \text{ dynamische Viskosität der Flüssigkeit und}$$

$$(4a) \quad \Delta p = p - p_1 - \rho_F \cdot g \cdot h, \quad \text{wobei}$$

$$g \text{ (ms}^{-2}\text{) Erdbeschleunigung}$$

$$h \text{ (m) Saughöhe}$$

Unter Verwendung der Beziehung (4a) und der bekannten Hagen- Poiseuille - Gleichung erscheint das Verhältnis der Volumenströme von Flüssigkeit und Gas in der Form:

$$(5) \quad \frac{V_F}{V_G} = \left[\frac{V_G \cdot \rho_G}{2} \left(\frac{1}{F_1^2} - \frac{1}{F_0^2} \right) - \frac{\rho_F \cdot g \cdot h}{V_G} \right] \cdot \frac{\rho_G \cdot \pi \cdot R^4}{8 \mu_F L}$$

mit R (m) hydraulischer Radius des Strömungskanals.

Soll das Verhältnis $\frac{V_F}{V_G}$ z.B. konstant sein, so muss der

5 Klammerausdruck [] eine Konstante $K \neq 0$ sein, d.h. die variable Grösse F_1 muss so vom Volumenstrom V_G des Gases abhängen, dass der Ausdruck in der Klammer [] konstant bleibt.

Der geforderte Zusammenhang wird nach einer Umformung des Klammerausdruckes übersichtlicher. Er kann in der Form (6) geschrieben werden:

$$(6) \quad \frac{1}{F_1^2} = \frac{1}{F_0^2} + \frac{1}{V_G \cdot (\sqrt{a \cdot h + C})^2}, \quad \text{wobei mit}$$

C eine «Mittlere Feuchtezahl» mit \bar{V}_G als Mittelwert des Durchsatzbereiches definiert wird von der Grösse

$$(7) \quad C = \frac{2 \cdot K \cdot V_G}{\rho_G} \quad \text{und} \quad a = \frac{2 \cdot \rho_F \cdot g}{\rho_G} \quad \text{eine Betriebs-}$$

25 konstante darstellt.

Die Funktion (6) ist in Fig. 3 der Zeichnung dargestellt. Aus Fig. 3 ist ersichtlich, dass der engste Querschnitt F_1 des Mischventils bei steigendem Volumenstrom des Gases abnehmend ansteigen muss. Dies kann z.B. mit einer starren Klappe mit einer Feder 19, welche eine progressiv ansteigende Federkonstante aufweist, erreicht werden. Es gelingt auch, denselben Effekt der Progressivität nach Fig. 3 mittels einer Blattfeder zu erzielen, bei der die durch die Kanalform bedingte Druckverteilung im Konfusorkanal 18 bei zunehmend stärker ausgebogenen Zuständen 14a der Blattfeder ebenfalls eine abnehmende Öffnungszunahme mit steigender Durchsatzmenge zur Folge hat.

Fig. 1

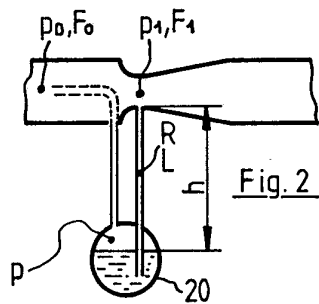
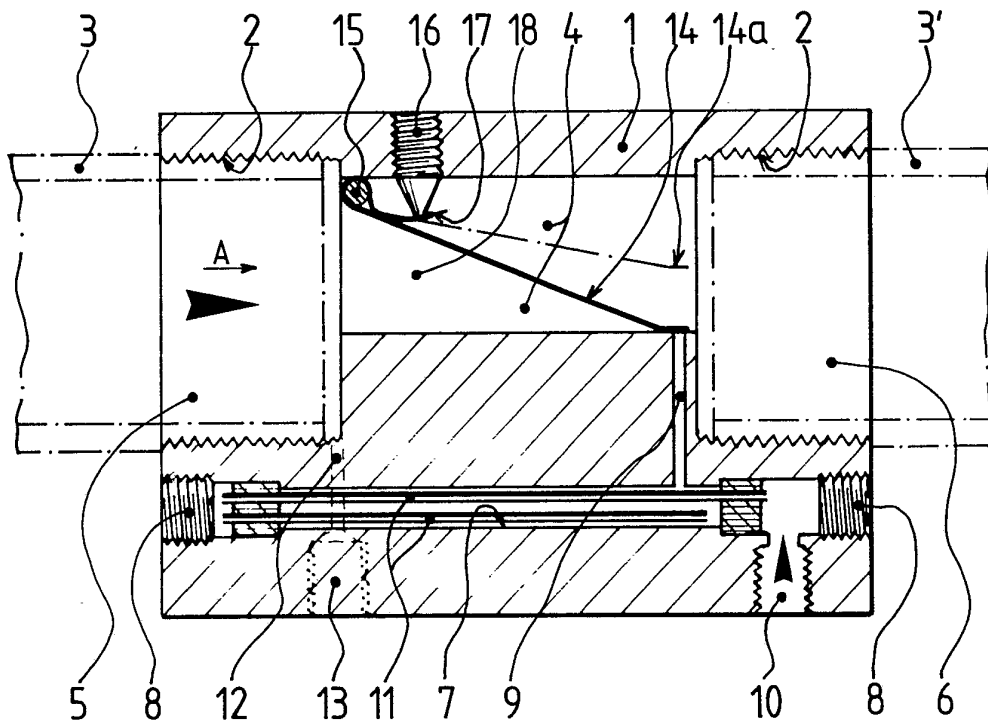


Fig. 2

Fig. 4 (Ansicht von A)

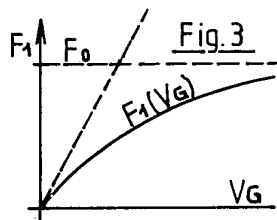
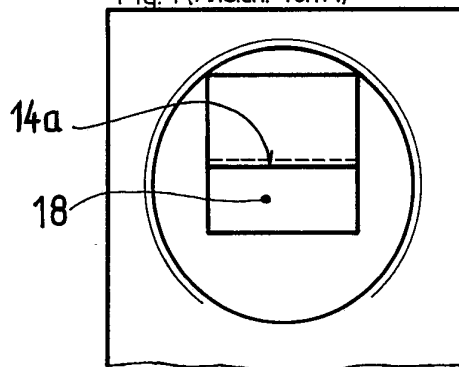


Fig. 3

Fig. 5

