



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Patentschrift  
10 DE 196 12 691 C 1

51 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**F 23 K 5/10**  
F 23 D 11/04  
C 10 L 3/00  
F 02 M 31/18

21 Aktenzeichen: 196 12 691.6-15  
22 Anmeldetag: 29. 3. 96  
43 Offenlegungstag: —  
45 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 18. 9. 97

DE 196 12 691 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:  
Till, Volker, Dr.-Ing., 50969 Köln, DE; Zanders,  
Günter, 52134 Herzogenrath, DE

72 Erfinder:  
gleich Patentinhaber

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 42 41 603 C1  
DE 31 22 770 C2  
DE-PS 2 87 835  
DE 44 44 071 A1  
DE 42 43 036 A1  
DE 36 24 977 A1  
DE-OS 23 30 120

DE-Z.: »Die Kälte- und Klimatechnik« Nr. 9/1991,  
S. 620,621;

54 Verfahren zur Gemischbildung von Luft mit flüssigem Brennstoff in einem Wirbelrohr

57 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Gemischbildung von Luft mit flüssigem Brennstoff durch Verdampfung des Brennstoffs in einem Wirbelrohr nach Hilsch. Aufgrund des intensiven Wärmeaustauschs in dem turbulenten Zentrifugalströmungsfeld eines Wirbelrohrs können selbst schwer flüchtige Brennstoffe verdampft und mit einem Teil der Verbrennungsluft vermischt werden. Das so gebildete Gemisch tritt durch die Blende am warmen Ende des Wirbelrohrs in den Brennraum, wo es ggf. nach Zumischung von Sekundärluft umgesetzt werden kann. Das Verfahren bietet bei der Anwendung in der Heizungstechnik den Vorteil einer guten Regelbarkeit und die Möglichkeit, Ölbrenner mit kleineren Leistungen als herkömmliche Zerstäubungsbrenner zu realisieren.

DE 196 12 691 C 1

Es ist bekannt, daß der Wärmeübergang im turbulenten Zentrifugalströmungsfeld besonders intensiv ist (F. Schultz-Grunow, Zeitschrift "Forschung auf dem Gebiet des Ingenieurwesens", Jahrgang 1951, Band 17, Heft 3, Seiten 65ff). Dieser Effekt sorgt in einem Wirbelrohr nach Ranque bzw. Hilsch dafür, daß die mit Umgebungstemperatur eintretende Luft aufgetrennt wird in zwei Luftströme, von denen der eine deutlich kälter (bis <230K), der andere deutlich wärmer (bis >470K) als die eintretende Luft ist (R. Hilsch, "Zeitschrift für Naturforschung", Jahrgang 1946, Band 1, Seiten 208ff). Die erreichbaren Temperaturen hängen dabei bei gegebener Geometrie von dem Verhältnis der austretenden warmen und kalten Luftmengen ab. Einen Überblick über neuere Anwendungen sowie über geeignete Ausführungen des Wirbelrohrs vermittelt L. Bloos, Zeitschrift "Die Kälte- und Klimatechnik", Nr.9/1991, Seiten 620, 621.

Weiter ist bekannt, daß die Umsetzung flüssiger Brennstoffe vollständiger abläuft, wenn der Brennstoff vor der Umsetzung verdampft wird. Eine gewünschte vollständige Verdampfung des Brennstoffs vor der Umsetzung wird bisher nicht angewendet, weil die Leistung des Brenners dabei nur ungenügend geregelt werden kann. Deshalb wird heute die Sprüh- oder Flammvergasung angewendet, jedoch mit dem Nachteil, daß sich größere Brennstofftröpfchen durch die Flamme bewegen können, ohne vollständig zu verdampfen und zu verbrennen, wodurch der Wirkungsgrad sinkt, und die gasförmigen und festen Emissionen zunehmen. Um aber eine feine Vernebelung des Brennstoffs, wie sie für die effektive und emissionsarme Umwandlung erforderlich ist, zu erreichen, kann die in die Flamme eingespritzte Brennstoffmenge nicht beliebig klein sein. Deshalb besitzen Hausheizungen heute in der Regel so hohe Leistungen, daß sie nicht kontinuierlich betrieben werden können. Die benötigte Heizleistung wird dabei durch intermittierenden Betrieb des Brenners eingestellt. Dieser Betriebszustand bedingt aber im Mittel höhere Vorlauftemperaturen, und damit auch höhere Verluste, als bei kontinuierlichem Betrieb der Hausheizung nötig wären.

Außerdem ist bekannt, daß selbst weniger flüchtige, flüssige Brennstoffe im Zentrifugalströmungsfeld eines Wirbelrohrs teilweise verdampft und mit Luft gemischt werden können (DE-PS 2 87 835). Auch wird in dieser Patentschrift beschrieben, daß dem aus dem Wirbelrohr austretenden Brennstoff/Luft-Gemisch zusätzlich Sekundärluft für eine feinere Zerstäubung der noch im Gemisch enthaltenen Brennstofftröpfchen zugeführt werden soll.

Der angegebenen Erfindung liegt das Problem zugrunde, die Emissionen bei der Umwandlung flüssiger Brennstoffe in einem Brenner zu verringern, und den Brennstoffverbrauch zu reduzieren.

Dieses Problem wird dadurch gelöst, daß in ein Wirbelrohr nach Ranque/Hilsch flüssiger Brennstoff gegeben wird. Der Brennstoff wird dabei entsprechend seinem Partialdruck von dem Trägergas aufgenommen. Weil der Partialdruck des Brennstoffs exponentiell mit der Temperatur steigt, können selbst wenig flüchtige Brennstoffe bei den hohen Temperaturen, die am warmen Ende des Wirbelrohrs erreicht werden können, ein brennbares Gemisch bilden. Das turbulente Strömungsfeld im Wirbelrohr sorgt dabei für eine gute Vermischung von Brennstoffdampf und Trägergas.

Wenn durch geeignete Strömungsführung oder durch Vorrichtungen zur Durchführung des Verfahrens entsprechend der Patentansprüche 2 und 3 erreicht wird, daß der Brennstoff das Wirbelrohr nur gasförmig verlassen kann, wird eine konstante Gemischzusammensetzung erreicht, solange flüssiger Brennstoff im Wirbelrohr enthalten ist. Daraus ergeben sich mehrere Vorteile gegenüber herkömmlichen Brennern, nämlich:

1. Die Brennstoffzufuhr (kontinuierlich oder intermittierend) hat keinen Einfluß mehr auf die Gemischbildung. Dies erlaubt den intermittierenden Betrieb der Pumpe für den flüssigen Brennstoff.
2. Die Brennstoffmenge die in den Brennraum gelangt, und damit auch die Brennerleistung, hängt nur noch von der Temperatur des warmen Endes des Wirbelrohrs ab. Diese Temperatur läßt sich aber sehr effektiv durch Variation des Verhältnisses der austretenden warmen und kalten Luftströme einstellen. Daraus ergibt sich die Möglichkeit, die Brennerleistung einfach zu regeln (zum Beispiel durch Drosselung des kalten Luftstroms), was einen kontinuierlichen Betrieb einer Heizungsanlage möglich macht.
3. Selbst wenn sich das Gemisch beim Eintritt in die Brennkammer durch die Expansion abkühlt, so daß Brennstoff auskondensiert, sind die entstehenden Tröpfchen deutlich kleiner und verbrennen deshalb vollständig, als es mit herkömmlichen Brennern möglich ist.

Um den zusätzlichen Energieaufwand für die Kompression des Trägergases in sinnvollen Grenzen zu halten, kann die Temperatur des warmen Endes des Wirbelrohrs so hoch gewählt werden, daß das Gemisch überstöchiometrisch in den Brennraum gelangt, wo entsprechend Patentanspruch 4 Sekundärluft zugemischt wird. Dabei kann es, insbesondere bei wenig flüchtigen Brennstoffen, erforderlich sein, einzelne Teile der Vorrichtung entsprechend Patentanspruch 5 durch externe Wärmezufuhr zu erwärmen. Der Vorteil der guten Regelbarkeit geht dabei nicht verloren. Der intensive Wärmeaustausch im turbulenten Zentrifugalfeld sorgt dabei für definierte Verhältnisse am warmen Ende des Wirbelrohrs, egal bei welchem Temperaturniveau.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in **Abb. 1** dargestellt, und wird im Folgenden näher beschrieben. Komprimiertes Trägergas (üblicherweise Luft) strömt aus einem Druckbehälter (2) in der Nähe der Rohrwand tangential in das Wirbelrohr (1).

Eine mögliche Dosierung des Trägergases durch ein Ventil in der Zuleitung erscheint nicht notwendig, weil der Trägergasstrom bestimmt wird durch den Zustand am Eintritt in das Wirbelrohr, wo üblicherweise der kritische Zustand erreicht wird. Besonders hohe Temperaturdifferenzen zwischen den beiden Enden des Wirbelrohrs ergeben sich offenbar, wenn der Gaseintritt möglichst nahe am kalten Ende (1b) liegt. Die turbulente Strömung im Wirbelrohr sorgt dafür, daß in der Nähe der Rohrachse ein Teil des Gases zur Blendenöffnung am kalten Ende (1b) strömt und dabei Wärme abgibt.

Die Temperaturen an dem warmen (1a) und kalten Ende (1b) des Wirbelrohrs sind, wie oben beschrieben, bestimmt durch das Verhältnis von warmem zu kaltem Luftstrom. Dieses Verhältnis wird in diesem Ausführungsbeispiel bestimmt durch Drosselung des kalten Luftstroms, wobei auch die Drosselung des warmen Luftstroms denkbar ist.

In einiger Entfernung zum kalten Ende wird durch eine kleine Öffnung (3) im Wirbelrohr flüssiger Brennstoff gepumpt. Der Ort dieser Öffnung sollte möglichst so gewählt werden, daß der Brennstoff nicht mit dem kalten Luftstrom in Berührung kommen kann, weil dadurch Brennstoff mit dem kalten Luftstrom aus dem Rohr transportiert werden würde. Andererseits sollte die Brennstoffzufuhr nicht zu nahe am warmen Ende des Wirbelrohrs liegen, um einen möglichst intensiven Stoff- und Wärmeaustausch zwischen Trägergas und flüssigem Brennstoff zu gewährleisten. Das mit Brennstoff gesättigte Trägergas tritt durch die Blende im warmen Ende (1a) des Wirbelrohrs in den Brennraum (4), wo der Brennstoff umgesetzt wird. Üblicherweise wird der Eintritt in den Brennraum eine geeignete Strömungsführung besitzen, wie sie von Gasbrennern bekannt ist.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Gemischbildung von Luft mit flüssigem Brennstoff in einem Wirbelrohr, in welchem der flüssige Brennstoff und die Luft unter Einwirkung eines turbulenten Zentrifugalfeldes gemischt und das Gemisch einem Brennraum zugeführt wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Wirbelrohr nach Hilsch ausgebildet ist und ein warmes sowie ein entgegengesetztes, kaltes Ende mit jeweils verengten Öffnungsquerschnitten besitzt, wobei dem warmen Ende das gasförmige, erwärmte Gemisch entnommen wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Austritt von flüssigem Brennstoff am warmen Ende des Wirbelrohrs verhindert wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Austritt von flüssigem Brennstoff am kalten Ende verhindert, oder dort austretender Brennstoff aufgefangen wird.
4. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Gemisch am warmen Ende überstoichiometrisch eingestellt ist und daß dem Brennraum Sekundärluft zugeführt wird.
5. Vorrichtung der Durchführung des Verfahrens nach einem der vorangehenden Patentansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß Teile des Wirbelrohrs im Bereich der Luftzufuhr, der Brennstoffzufuhr oder das Wirbelrohr selbst separat erwärmt werden.

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

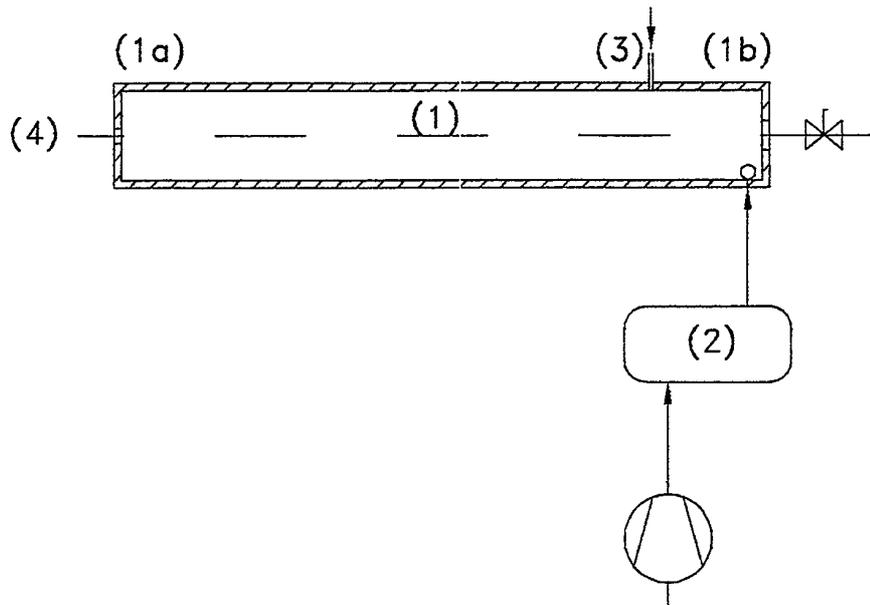


Abbildung 1: Ausführungsbeispiel