



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 0 789 193 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
13.08.1997 Patentblatt 1997/33

(51) Int. Cl.⁶: **F23L 7/00, F23C 7/02**

(21) Anmeldenummer: **97100753.9**

(22) Anmeldetag: **18.01.1997**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE DK ES FR GB IT LI LU NL PT SE

(30) Priorität: **07.02.1996 DE 19604384**
07.02.1996 DE 19604385

(71) Anmelder:
• **DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches -Technisch-wissenschaftliche Vereinigung- 53123 Bonn (DE)**
• **Büchner, Horst, Dr.-Ing. 67500 Marienthal (FR)**

• **Leuckel, Wolfgang, Prof. Dr.-Ing. 67098 Bad Dürkheim (DE)**

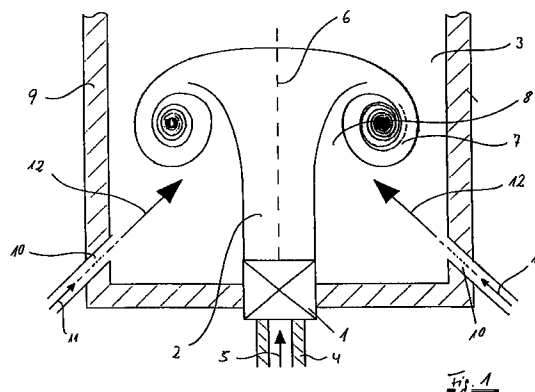
(72) Erfinder:
• **Büchner, Horst, Dr.-Ing. 67500 Marienthal (FR)**
• **Leuckel, Wolfgang, Prof. Dr.-Ing. 67098 Bad Dürkheim (DE)**

(74) Vertreter: **Petersen, Frank et al Lemcke, Brommer & Petersen, Patentanwälte, Bismarckstrasse 16 76133 Karlsruhe (DE)**

(54) **Verfahren und Vorrichtung zur Unterdrückung von Flammen-/Druckschwingungen bei einer Feuerung**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Unterdrückung von Flammen-/Druckschwingungen bei einer Feuerung, die einen Brenner (1) aufweist, mit dem eine Flamme (2) erzeugt wird, und einen Brennraum (3), in den die Flamme gerichtet ist.

Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, daß diese Druckschwingungen auf einer periodischen, zur Druckschwingung phasenrichtigen Abreaktion von sich an der Flamme ausbildenden toroidalen Ringwirbeln (7) beruht, wobei erfindungsgemäß vorgeschlagen wird, die Ringwirbel durch Zufuhr eines Fluides (11) z. B. einem Gas oder einer verdampfbaren Flüssigkeit abzukühlen und in einen Bereich zu verbringen, in dem das in ihnen enthaltene Brennstoff-/Dampf-/Luft-/Gas-Gemisch außerhalb der von Temperatur und Brennstoffkonzentration abhängigen Zündgrenzen ist.



EP 0 789 193 A2

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Unterdrückung von Flammen-/Druckschwingungen bei einer Feuerung, die einen Brenner aufweist, mit dem eine Flamme erzeugt wird, und einen Brennraum in den die Flamme gerichtet ist, sowie eine entsprechende Vorrichtung zur Umsetzung des Verfahrens.

Bei industriellen Verbrennungsanlagen wie Gasturbinenbrennkammern, Winderhitzern, Rückstandsverbrennungsanlagen oder Industrieöfen, aber auch bei Kleinfeuerungen wie Gasboilern oder Heizkesseln im häuslichen Nutzungsbereich treten unter bestimmten, durch die feuerungstechnischen Betriebsparameter wie thermische Leistung und Luftzahl festgelegten Bedingungen instabile Betriebszustände auf, die durch zeitperiodische Änderungen der Flamme gekennzeichnet sind, die einhergehen mit Änderungen insbesondere des statischen Druckes in der Brennkammer sowie in dieser vor- oder nachgeschalteten Anlagenteilen. Das Auftreten dieser Verbrennungsinstabilitäten bewirkt oftmals ein gegenüber dem stationären Betrieb der Anlage verändertes Verhalten und verursacht neben einer erhöhten Lärmbelastung auch eine verstärkte mechanische und/oder thermische Beanspruchung der Brennkammer bzw. der Brennkammerauskleidung. Derartige Flammen-/Druckschwingungen können unter ungünstigen Verhältnissen bis zur Zerstörung der Anlage führen, in der sie auftreten, so daß viel Aufwand getrieben wird, um derartige Flammen-/Druckschwingungen zu vermeiden. So verändert man beispielsweise die Brennkammergeometrie durch spezielle Einbauten, was aber häufig nur zu einer Verschiebung der auftretenden Schwingungsfrequenzen führte und somit nicht zu einer generellen Lösung des Problems beiträgt. Ansonsten werden bei auftretenden Flammen-/Druckschwingungen jeweils spezielle Maßnahmen auf empirischer Basis ergriffen.

Der vorliegenden Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren anzugeben, mit dem derartige Flammen-/Druckschwingungen mit nicht tolerierbaren Druckamplituden zu verhindern sind.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß dem Brennraum ein Fluid zugeführt wird, das im Bereich von sich im Außenbereich an der Flamme ausbildenden Ringwirbeln so auf die Flamme trifft, daß das Fluid mit in die Wirbel bei deren Bildung eingeschlossen wird.

Der Erfindung liegt dabei die Erkenntnis zugrunde, daß die Schwingungen im wesentlichen durch sich im Randbereich der Flamme bzw. der Brennstoff und Luft enthaltenden Brennerströmung ausbildende Ringwirbel verursacht bzw. energetisch unterhalten und verstärkt werden. Diese Ringwirbel, die durch Aufrollung der Randbereiche der brennstoffhaltigen Brennerströmung entstehen, schließen bei ihrer Bildung heiße Rauchgase mit ein, die ein schnelles Aufheizen des im Ringwirbel enthaltenen Brennstoff/Luftgemisches bewirken, was zu einer impulsartigen, druckschwingungsanre-

genden Abreaktion des Brennstoffes führt. Dabei ist ein wesentlicher Aspekt, daß die Temperaturerhöhung aufgrund der heißen Rauchgase im Wirbel eine erhebliche Ausdehnung des Zündfähigkeitsbereiches des im Wirbel eingeschlossenen brennstoffhaltigen Gemisches bewirkt.

Um diesen Effekt zu umgehen, wird mit dem Verfahren gemäß der vorliegenden Erfindung ein effektiver Weg beschritten, um die Temperatur des in den Ringwirbeln enthaltenen Gemisches abzusenken und somit ein bei erniedrigtem Temperaturniveau nicht mehr zünd- und reaktionsfähiges Gemisch in den Wirbeln zu erzeugen.

Bei einer Ausführungsform, bei der das Fluid ein Gas ist, wird dieses in einem Bereich vorgelegt, aus dem es bei der Wirbelbildung, also bei der Aufrollung der Randbereiche der brennstoff/lufthaltigen Brennerströmung, mit in den Wirbel eingeschlossen wird und damit die Temperatur des im Ringwirbel enthaltenen Gemisches absenkt, da nun anstelle heißer Rauchgase ein vergleichsweise kaltes Medium bei der Wirbelbildung mit eingeschlossen wird. Diese Abkühlung bewirkt, daß das in den Ringwirbel eingeschlossene, brennstoffhaltige Gemisch nun außerhalb der normalerweise in Zusammenhang mit heißen Rauchgasen vorliegenden Zündgrenzen ist, das heißt, es ist nicht mehr reaktions- bzw. zündfähig.

Bei einer anderen Ausführungsform handelt es sich bei dem Fluid um eine verdampfbare Flüssigkeit, die in den Brennraum eingedüst wird, so daß sie und/oder ihr gasförmiger Dampf von außen mit in die sich im Außenbereich an der Flamme ausbildenden Ringwirbel eintritt.

Dabei wird die Flüssigkeit beispielsweise so eingedüst, daß sie direkt in den Wirbel gelangt. Dort verdampft sie dann, wobei die hierfür notwendige Verdampfungswärme dem sich im Wirbel befindlichen Gemisch entzogen wird. Dies führt zu einer entsprechenden Abkühlung dieses in dem Ringwirbel eingeschlossenen, brennstoffhaltigen Gemisches, das sich damit dann bei dem nun vorliegenden erniedrigten Temperaturniveau in den Ringwirbeln außerhalb der dort herrschenden Zündgrenzen befindet, das heißt, es ist nicht mehr reaktions- bzw. zündfähig.

Vorteilhafterweise handelt es sich dabei bei der Flüssigkeit um Wasser oder eine wäßrige Lösung, was im Rahmen dieser Anmeldung unter dem Begriff "Wasser" zusammengefaßt wird.

Bei der oben beschriebenen Verdampfung der Flüssigkeit innerhalb des Ringwirbels ergibt sich dann nicht nur eine Abkühlung des Gemisches im Wirbel sondern gleichzeitig wird das Gemisch durch den entstehenden Wasserdampf entsprechend verdünnt, so daß bei der Abkühlung die Brennstoffkonzentration im Ringwirbel in den "zu mageren" Bereich außerhalb der Zündgrenzen verschoben wird.

Grundsätzlich kann die Absenkung der Gemischtemperatur aber auch erreicht werden, indem es sich bei der zugeführten Flüssigkeit um einen flüssigen

Brennstoff (zum Beispiel Heizöl, Benzin etc.) handelt, wobei sich in diesem Fall die Brennstoffkonzentration bei der Temperaturabsenkung in den Ringwirbeln in den für eine Zündung "zu fetten" Bereich verschiebt.

Außer einer Eindüsung der verdampfbaren Flüssigkeit direkt in den Wirbel ist es auch möglich, die Flüssigkeit in einen Bereich einzudüsen, der im Einzugsbereich der Ringwirbel liegt. Die Verdampfung der Flüssigkeit im Randbereich der Flamme bzw. in den heißen Rauchgasen läßt dann eine Dampf Wolke entstehen, die anstelle der heißen Rauchgase mit in den Ringwirbel eingeschlossen wird. Hierdurch wird die Temperatur des im Ringwirbel enthaltenen Gemisches abgesenkt, da nun anstelle heißer Rauchgase vergleichsweise kaltes Medium, zum Beispiel Wasserdampf, bei der Wirbelbildung mit eingesogen wird. Aufgrund dieser Temperaturabsenkung und Verdünnung wird ebenfalls bewirkt, daß das im Wirbel vorliegende Gemisch außerhalb der von der Temperatur abhängigen Zündgrenzen und damit nicht mehr reaktions- bzw. zündfähig ist.

Die Zuführung von Fluid erfolgt dabei vorzugsweise kontinuierlich, um zu jedem Zeitpunkt eine ausreichende Menge an Gas oder Flüssigkeit bzw. Dampf zum Einschluß in einen sich bildenden Ringwirbel im Brennraum bereitzustellen.

Grundsätzlich kann die Absenkung der Gemischtemperatur auch erreicht werden, indem es sich bei dem als Fluid zugeführten kalten Gas um ein ausreichend brennstoffhaltiges Medium oder reines Brenngas (zum Beispiel Methan oder Erdgas) handelt, wobei sich in diesem Fall die Brennstoffkonzentration bei der Temperaturabsenkung in den Ringwirbeln in den für eine Zündung "zu fetten" Bereich verschiebt.

Vorzugsweise ist das Gas aber nicht-brennstoffhaltig, das heißt der im Ringwirbel enthaltene Brennstoff wird verdünnt und die Brennstoffkonzentration wird ohne die mit dem sonst bei Rauchgaseinschluß einhergehende Temperaturerhöhung im Wirbel in den "zu mageren" Bereich außerhalb der Zündgrenzen verschoben.

Bevorzugterweise handelt es sich bei dem nicht-brennstoffhaltigen Gas um Luft, die überall in ausreichender Menge zur Verfügung steht. Die Luft hat insbesondere Umgebungstemperatur, wobei es aber grundsätzlich ausreicht, wenn sie im Verhältnis zu den heißen Rauchgasen als "kalt" angesehen werden kann. Es ist zwar auch denkbar, anstelle von Luft ein inertes Gas zu verwenden, was allerdings einen gewissen Kostennachteil zur Folge hätte.

Um den Abkühlungseffekt im gesamten toroidal ausgebildeten Ringwirbel sicherzustellen, wird das Gas gleichmäßig über den Umfang der Flamme verteilt zugeführt, insbesondere in einer im wesentlichen tangential in den Wirbel hineinlaufenden Strömung, wodurch das Eintreten des Gases in den Wirbel sicherzustellen ist.

Flüssigkeit als Fluid wird ebenfalls gleichmäßig über den Umfang der Flamme verteilt in den Brennraum

eingedüst. Dabei ist es vorteilhaft, die Flüssigkeit im Zuge dieser Eindüsung zu zerstäuben, da die Flüssigkeit so eine größtmögliche Oberfläche erhält, was ihrer zügigen und vollständigen Verdampfung zuträglich ist.

Dabei ergibt sich aus dem oben Gesagten, daß es am günstigsten ist, die Flüssigkeit direkt in den Ringwirbel einzubringen, die Flüssigkeit also vorteilhafterweise in Richtung auf den Ringwirbel in den Brennraum einzudüsen.

Zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird eine bekannte Feuerung mit einem Brenner und einem Brennraum entweder derart weitergebildet, daß sie Gasaustrittsöffnungen aufweist zur Gaszuführung zwecks Durchführung des bisher beschriebenen Verfahrens, das heißt die Gaszuführungen sind so angeordnet, daß das aus ihnen ausströmende Gas im Bereich der Bildung der Ringwirbel d. h. über ihren gesamten Umfang durch Aufrollung der Außenbereiche der Brennerströmung mit eingeschlossen wird.

Oder eine bekannte Feuerung mit einem Brenner und einem Brennraum wird derart weitergebildet, daß sie mindestens eine Austrittsöffnung für verdampfbare Flüssigkeit aufweist, so daß im Bereich der Wirbelbildung bei der Aufrollung der Außenbereiche der Brennerströmung ein über den gesamten Wirbelumfang ausreichender Einschluß von bereits verdampfter oder noch innerhalb der Wirbel zu verdampfender Flüssigkeit gewährleistet ist.

Die genaue Lokalisierung dieser Wirbelaufrollung ist stark von der jeweiligen Brennkammergeometrie und -ausführung abhängig, wie auch die Frequenz und die Amplitude der durch derartige Wirbel bewirkte Druckschwingungen im wesentlichen brennkammerspezifisch sind, so daß die konstruktive Auslegung der Feuerung in bezug auf das erfindungsgemäße Verfahren individuell angepaßt werden muß.

Bevorzugterweise wird die Feuerung für ein zuzuführendes Gas mit einer Gasaustrittsöffnung in Form eines Spalts oder einer Spaltdüse ausgebildet, die die eigentliche Brennerströmung umschließt, wodurch an der Stelle des sich ausbildenden Ringwirbels aus dem Gasmantel entsprechend kühles Gas in den Wirbel mit eingezogen wird. Hieraus ergibt sich aber auch, daß die Ausströmung des zusätzlichen Gases sowohl parallel zur Brenner- bzw. Flammenachse als auch unter einem beliebigen Winkel zu dieser Achse erfolgen kann, solange gewährleistet ist, daß das Einbringen des Gases in den Wirbel sichergestellt ist. Insbesondere ist der Betrag der Geschwindigkeit, mit der das Gas aus den Gasaustrittsöffnungen austritt, wie auch die Orientierung seines Geschwindigkeitsvektors in weiten Grenzen beliebig.

Dabei kann anstelle eines wie oben beschrieben einzelnen Spaltes auch eine Vielzahl einzelner, kleiner Gasaustrittsöffnungen vorgesehen werden, die ringförmig um die Brennerströmung bzw. die Flamme herum angeordnet sind, wobei der Abstand zwischen einzelnen Gasaustrittsöffnungen derart gering zu wählen ist, daß eine ausreichende Zufuhr des kühlenden und ver-

dünnenden Gases über den gesamten Umfang der Flamme an der Stelle der Wirbelaufrollung gewährleistet bleibt.

Bei einer Feuerung mit in den Brennraum einzudüsender verdampfbarer Flüssigkeit sind die Austrittsöffnungen zur Eindüsung als über den Umfang eng beabstandete Strahl- oder Zerstäubungsdüsen ausgeführt, so daß die erzeugten Flüssigkeitsstrahlen oder Tropfenwolken bzw. die nach einer Verdampfung der Flüssigkeit vorliegenden Dampf wolken die Brennerströmung bzw. die Flamme möglichst vollständig an der Stelle der Wirbelaufrollung umschließen. Auch die Eindüsung der verdampfbarer Flüssigkeit kann dabei sowohl parallel zur Brenner- bzw. Flammenachse als auch unter einem beliebigen Winkel hierzu erfolgen. Insbesondere ist eine Zufuhr der Flüssigkeit durch radiale Bohrungen an der Brennkammerwand unter einem Winkel von etwa 90° zur Brenner- bzw. Flammenachse möglich, grundsätzlich ist aber sowohl die Orientierung des Geschwindigkeitsvektors der ausgedüsten Flüssigkeit als auch der Betrag ihrer Austrittsgeschwindigkeit in weiten Grenzen variabel, solange gewährleistet ist, daß die Ausdüsung so gewählt wird, daß ein ausreichender Einschluß der Flüssigkeit und/oder ihres Dampfes in den sich bildenden Ringwirbel gewährleistet ist.

Weitere Vorteile und Merkmale der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels für eine Feuerung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens. Dabei zeigt

Figur 1 eine Prinzipskizze einer Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens mit einem sich an einer Flamme ausbildenden toroidalen Ringwirbel und Gas als zugeführtem Fluid.

Figur 2 eine Prinzipskizze einer Vorrichtung entsprechend Figur 1 mit verdampfbarer Flüssigkeit als zugeführtem Fluid.

Figur 1 ist ein Schnitt durch eine Feuerung, bei der ein Brenner 1 eine Flamme 2 erzeugt, die in einen Brennraum 3 gerichtet ist. Dem Brenner 1 wird über ein Rohr 4 ein Brenngas/Luftgemisch 5 zugeführt, das stromab des mit einem nicht dargestellten Drallgeschränk versehenen Brenners entzündet wird und die sich entlang einer Mittelachse 6 erstreckende Flamme 2 bildet.

In einem gewissen axialen Abstand vom Brenner 1 rollen sich die Außenbereiche der Flamme 2 periodisch zu toroidalen Ringwirbeln 7 auf, wobei zwischen dem Ringwirbel 7 und der Flamme 2 sich ein konvergenter Spalt 8 ausbildet, durch den der Wirbel um ihn herum befindliches Gas in sich einsaugt. Üblicherweise saugt er hier heiße Rauchgase aus dem Brennraum 3 ein, die so heiß sind, daß sich der Ringwirbel 7 auf eine Temperatur aufheizt, bei der es zu einer Entzündung des in dem Ringwirbel enthaltenen Brennstoff/Luftgemisches

kommt. Hierdurch wird eine Druckschwingung angeregt bzw. durch die zur Druckschwingung phasenrichtige Abreaktion des in den periodisch gebildeten und verbrennenden Ringwirbeln enthaltenen Brennstoff/Luftgemisches unterhalten und verstärkt. Hierbei ist die Frequenz der Druckschwingung und die Bildungsfrequenz der toroidalen Ringwirbel identisch. Dies ist unabhängig davon, ob die Brennerausströmung laminar oder turbulent ist.

Erfindungsgemäß wird jetzt durch Gasaustrittsöffnungen 10, die in der Brennraumwand 9 gleichmäßig um die Achse 6 verteilt angeordnet sind, Luft 11, vorzugsweise von Umgebungstemperatur, dem Brennraum 3 zugeführt, so daß sie gemäß den Pfeilen 12 in den konvergenten Spalt 8 tangential zum Ringwirbel 7 eingesaugt wird und dabei die heißen Rauchgase verdrängt. Damit wird die Temperatur der Ringwirbel 7 abgesenkt und gleichzeitig der Brennstoffgehalt entsprechend verringert, so daß bei den Ringwirbeln keine Entzündung mehr auftritt und dementsprechend keine entsprechende druckschwingungsanregende periodische Verbrennung der Ringwirbel. Damit sind die oben beschriebenen Druckschwingungen bereits im Entstehen verhindert und dieser, die Feuerung sowohl mechanisch als auch thermisch stark belastende Effekt wird vermieden. Die Anordnung der Gasaustrittsöffnungen 10 in ausreichend gleichmäßiger Verteilung um die Mittelachse 6 der Flamme bewirkt, daß der toroidale Ringwirbel auf dem gesamten Umfang der Flamme 2 entsprechend abgekühlt wird, wobei durch eine entsprechende Neigung der Gasaustrittsöffnungen 10 gegenüber der Flammenachse 6 sichergestellt wird, daß das austretende Gas möglichst zielgenau an die Stelle befördert wird, an der der Ringwirbel entsteht, so daß das Gas den sich dort ausbildenden Ringwirbeln auf bestmögliche Weise zugeführt wird.

In der Figur 2 ist eine Feuerung ähnlich der in Figur 1 gezeigten Feuerung dargestellt, wobei gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen versehen sind.

Bei der Feuerung gemäß Figur 2 wird jedoch dem Brennraum als Fluid nicht Gas zugeführt sondern eine verdampfbare Flüssigkeit.

Durch Düsen 13, die an der Brennraumwand 9 gleichmäßig um die Achse 6 verteilt befestigt sind, wird die verdampfbare Flüssigkeit 14, vorzugsweise Wasser, durch die Brennraumwand 9 hindurch zugeführt und in den Ringwirbel 7 eingesprüht. Das in den Ringwirbel 7 eingesprühte Wasser verdampft dort, wobei es den heißen Wirbeln die hierfür notwendige Verdampfungswärme entzieht und sie abkühlt, wobei der sich bildende Dampf gleichzeitig die Brennstoffkonzentration im Ringwirbel absenkt.

Aufgrund dieser Temperaturabsenkung im Ringwirbel 7 und der gleichzeitigen Verringerung des Brennstoffgehaltes, tritt bei dem Ringwirbel keine Entzündung mehr auf und dementsprechend kein entsprechender Druckanstieg. Damit sind die oben beschriebenen Druckschwingungen bereits im Entstehen verhindert und dieser, die Feuerung sowohl mechanisch als auch

thermisch stark belastende Effekt wird vermieden.

Die Anordnung der Düsen 13 in ausreichend gleichmäßiger Verteilung um die Mittelachse 6 der Flamme bewirkt, daß der toroidale Ringwirbel auf dem gesamten Umfang der Flamme 2 mit verdampfbarer Flüssigkeit dotiert wird und entsprechend abgekühlt wird, wobei durch eine entsprechende Neigung der Düsen 13 gegenüber der Flammenachse 6 sichergestellt wird, daß die eingedüste Flüssigkeit möglichst zielgenau an die Stelle gespritzt wird, an der der Ringwirbel entsteht.

Sollte die Flüssigkeit in dem Bereich benachbart zur Flamme oder in den Randbereich der Flamme 2 eingespritzt werden, bevor die Flammenströmung die toroidalen Ringwirbel bildet, so verdampft die Flüssigkeit dort und der entstehende Dampf verdrängt die heißeren Rauchgase. Dieser kühlere Dampf wird dann anstelle des Rauchgases in den Ringwirbel eingesogen, was bei diesem ebenfalls zu einer niedrigeren Temperatur und Verdünnung und damit der Verhinderung von periodisch auftretenden Abreaktionen der Ringwirbel führt.

Zusammenfassend hat die Erfindung den Vorteil, daß unabhängig von der Art der Verbrennungsführung, das heißt diffusiv, teilvorgemischt oder voll vorgemischt, auftretende Druckschwingungen zu vermeiden sind, die durch die periodische Abreaktion bzw. Verbrennung toroidaler, je nach Strömungsführung laminarer oder turbulenter Ringwirbel energetisch unterhalten bzw. verstärkt werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Unterdrückung von Flammen-/Druckschwingungen bei einer Feuerung, die einen Brenner (1) aufweist, mit dem eine Flamme (2) erzeugt wird, und einen Brennraum (3), in den die Flamme (2) gerichtet ist, dadurch gekennzeichnet, daß in den Brennraum (3) ein Fluid (11, 14) zugeführt wird so daß es von außen mit in sich im Außenbereich an der Flamme (2) ausbildenden Ringwirbeln (7) eintritt.
2. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Fluid (11, 14) kontinuierlich zugeführt wird.
3. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Fluid (11, 14) gleichmäßig über den Umfang der Flamme (2) verteilt zugeführt wird.
4. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Fluid ein Gas ist.
5. Verfahren gemäß Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet,

daß das Gas (11) einen Brennstoffgehalt und eine Temperatur hat, so daß das Brennstoff/Luft/Gas-Gemisch, das sich im Wirbel (7) bildet, außerhalb der von Temperatur und Brennstoffgehalt abhängigen Zündgrenzen ist.

6. Verfahren gemäß Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Gas (11) nicht brennstoffhaltig ist.
7. Verfahren gemäß Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Gas (11) Luft ist.
8. Verfahren gemäß Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Gas (11) im wesentlichen tangential zum Wirbel (7) zugeführt wird.
9. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Fluid eine verdampfbare Flüssigkeit (14) ist, die in den Brennraum (3) eingedüst wird, so daß sie und/oder ihr gasförmiger Dampf mit in den Ringwirbel (7) eintritt.
10. Verfahren gemäß Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Flüssigkeit (14) im Ringwirbel (7) verdampft.
11. Verfahren gemäß Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Flüssigkeit (14) Wasser ist.
12. Verfahren gemäß Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Flüssigkeit (14) flüssiger Brennstoff ist.
13. Verfahren gemäß Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Eindüsung der Flüssigkeit (14) in den Brennraum (3) auf den Bildungsort der Ringwirbel (7) gerichtet ist.
14. Verfahren gemäß Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Flüssigkeit (14) bei der Eindüsung in den Brennraum (3) zerstäubt wird.
15. Verfahren gemäß Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß sich im Wirbel (7) ein Brennstoff-/Dampf-/Gas-/Luftgemisch bildet, das außerhalb der von Temperatur und Brennstoffgehalt abhängigen Zündgrenzen ist.
16. Feuerung mit einem Brenner (1) und einem Brennraum (3),

dadurch gekennzeichnet,
daß sie Zuführungen (10, 13) aufweist zur Zuführung eines Fluids zwecks Durchführung des Verfahrens gemäß einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche.

5

17. Feuerung gemäß Anspruch 16,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Zuführungen (10, 13) gleichmäßig um eine Mittelachse (6) der Flamme (2) angeordnet sind. 10
18. Feuerung gemäß Anspruch 16,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Zuführungen (10, 13) in den Seitenwänden (9) des Brennraumes (3) angeordnet sind. 15
19. Feuerung gemäß Anspruch 16,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Zuführungen (10, 13) eine Neigung gegenüber der Flammenachse (6) aufweisen. 20
20. Feuerung gemäß Anspruch 16,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Zuführungen (10) Gasaustrittsöffnungen sind. 25
21. Feuerung gemäß Anspruch 16,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Zuführungen (13) Düsen für verdampfbare Flüssigkeiten sind. 30
22. Feuerung gemäß Anspruch 21,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Düsen Strahldüsen sind, deren Strahl auf den Ringwirbel (7) gerichtet ist. 35
23. Feuerung gemäß Anspruch 21,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Düsen Zerstäuberdüsen sind. 40

40

45

50

55

