(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2010 051 414 A1** 2012.05.31

(12) # Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2010 051 414.4**
(22) Anmeldetag: **16.11.2010**
(43) Offenlegungstag: **31.05.2012**

(51) Int Cl.: ***F23D 14/14*** (2006.01)
F23D 14/16 (2006.01)

(71) Anmelder:
Dreizler, Ulrich, 78595, Hausen, DE

(74) Vertreter:
Schuster, Müller & Partner, 70174, Stuttgart, DE

(72) Erfinder:
Dreizler, Ulrich, 78595, Hausen, DE; Dreizler, Daniel, 78582, Balgheim, DE

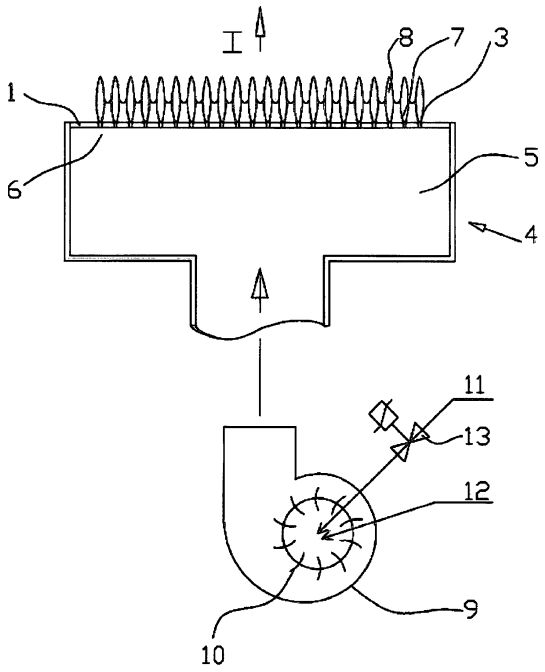
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:

DE	**198 47 042**	**B4**
US	**3 954 387**	**A**
EP	**0 549 476**	**B1**
EP	**0 628 146**	**B1**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verbrennungsverfahren**



(57) Zusammenfassung: Es wird ein Verbrennungsverfahren eines Gemisches aus Luft und Brennstoff vorgeschlagen mittels einer Edelmetallfasermembrane (1), wobei zusätzliche Öffnungen (3) zur Erzeugung eines Flammenfeldes mit höheren Flammen (8) vorgesehen ist, deren Wurzeln (7) u. a. zur NOx-Reduzierung kühl gehalten werden.

Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung geht aus von einem Verfahren zur vollständigen Verbrennung eines homogenen Gemisches aus Luft und Brennstoff (Gas und/oder Öl) nach der Gattung des Hauptanspruchs.

[0002] Durch die europäische Patentschrift EP 0 628 14631 ist es bekannt ein Verbrennungsverfahren mittels einer Gewebemembrane durchzuführen, bei dem das aufgrund der zusätzlichen Öffnungen sich auf der Membrane während der Verbrennung einstellende Flammenfeld mit höheren Flammen durch ein regelmäßiges Muster dieser Querlöcher bewirkt wird, die eine Durchlassfläche der Membrane von 5–35% der gesamten Oberfläche der Membrane einnehmen, wobei die genannten Querlöcher (zusätzlich Öffnungen) mittels die Membrane durchdringende Stanzstifte (Anspruch 1, Zeilen 12 und 13) hergestellt werden. Wie in Fig. 2 der Patentschrift gezeigt, können diese Querstanzlöcher abschnittsweise trichterförmig ausgebildet sein, wobei davon auszugehen ist, dass die Querlöcher von der Trichterseite, also der späteren Eingangsseite her, durch das Stanzwerkzeug hergestellt werden. Ein solches Stanzwerkzeug verlangt eine entsprechend trennend wirkende Matrize, deren Lochdurchmesser nur geringfügig größer ist, als der Außendurchmesser der Stanzstifte, was entsprechend zu einer glatten Schnittkante der Querlochmündung führt. Angeblich wird durch diese regelmäßige Anordnung eines bestimmten Durchgangs von Querlöchern ein gleichmäßiger Quergasstrom mit entsprechendem Verbrennungsprozess über der gesamten Metallfaserplatte bei nur geringem Druckabfall erreicht, so dass keine einseitige Überlastung oder Überhitzung der Membrane erfolgt, wobei der Leistungsbereich vergrößerbar ist bei Erzielung niedriger NOx-Emissionen und dies alles bei „geringerer Gefahr des Auftretens von Resonanzen im Gasstrom" (S. 2 + 3). Bei den dort genannten Vorteilen handelt es sich allerdings um bisher ungelöste Probleme wie den Ansprüchen 17 bis 19 entnehmbar ist, die für eine Schalldämmung eine extra Schicht beanspruchen. Jedenfalls wird das Verringern der Gefahr des Auftretens von Resonanzen in Verwendung mit dem regelmäßigen Muster der Querlöcher gesehen und natürlich auch deren Querschnitt. Nicht zuletzt soll diese bekannte Membrane auch für Blauflammenbrenner geeignet sein um damit niedrige CO und NOx Emissionen zu schaffen. Jedenfalls sind dieser europäischen Patentschrift die Probleme eines Verfahrens zur vollständigen Verbrennung eines homogenen Gemisches aus Luft und Brennstoff entnehmbar. Dies gilt insbesondere für die Temperaturgestaltung der höheren Flammen, wobei aufgrund der vagen Beschreibung in der Patentschrift, nämlich dass bei der Verbrennung sich einstellende Flammenfeld mit höheren Flammen durch ein regelmäßiges Muster dieser Querlöcher bewirkt wird und damit wohl auch gemeint ist, dass die höheren Flammen in etwa die gleiche jeweilige Flammtemperatur aufweisen, wobei allerdings über die niedrigen Flammen nur soviel ausgesagt ist, dass es sich auch um Blauflammen handeln kann. Auch die Ausführungen auf Seite 7 zu den „Resonanzerscheinungen" gehen davon aus, dass es sich um eine sehr heiße Oberseite, also der Brennseite der Membrane, handelt, was wiederum die Ausführungen als Einsatz der Membrane für Strahlungsbrenner untermauert, nämlich einer anderen Gattung als das erfindungsgemäße Verbrennungsverfahren.

[0003] In einem wissenschaftlichen Aufsatz in „Erfahrungsberichte" aus „GASWÄRME International (59), Seite 383" wird auf das Problem dieser Geräuschentwicklung, besonders auch bei Brennwertkesseln, eingegangen. So wird dort darauf hingewiesen, dass „ein Brennwertkessel Geräusche von ungeahnter Lautstärke produzieren" kann. Wobei außer dem Problem der Thermoakustik eine saubere Verbrennung und ein breiter Modulationsbereich mit maximaler Ausnutzung der Verbrennungswärme gewünscht ist. So kann es durchaus gefordert sein, dass mit einer Membrane verschiedene Leistungsbereiche gefahren werden müssen, ohne dass deshalb die NOx-Werte unzulässig steigen oder „schiefe Kesselmusik" entsteht. Der Wissenschaftler, der den Aufsatz verfasst hat, weist darauf hin „Die Verstärkereigenschaften der Flamme lassen sich durch Variierung des Flammenhalters, also des Brenners, beeinflussen. Einer der Parameter ist beispielsweise die unterschiedliche Ausströmgeschwindigkeit durch den Brenner, die direkt mit der Brennergeometrie zusammenhängt. Das komplizierte Problem des Zusammenhangs zwischen der Flamme und dem Rest des Brennwertkessels wurde bereits mehrfach an diversen niederländischen und internationalen Universitäten erforscht. Dennoch stehen noch keine eindeutigen Entstehungsregel zur Verfügung. Die Entwicklung eines garantiert geräuschfreien (geräuscharmen) Brennwertkessel-Prototyps, der zudem auch noch den Anforderungen an Wirkungsgrad und Emissionswerte entspricht, ist bisher also noch Zukunftsmusik. In dieser Hinsicht ist noch viel Forschungsarbeit vonnöten."

[0004] Zur Bedeutung bzw. Problematik und damit auch der der Erfindung zugrunde liegenden Aufgabe braucht hier wohl nichts mehr hinzugefügt zu werden.

[0005] Den Versuch, den Leistungsbereich eines Brenners mit Oberflächenverbrennung auch während des Betriebs zu vergrößern, unter Vermeidung des Flammenabhebephänomens, bei verbleibendem niederen Giftanteil (NOx) im Abgas und im übrigen günstiger Verbrennung, ist der europäischen Patentschrift EP 0 549 476 B1 entnehmbar. Der dort gezeigte Vorschlag ist in der Praxis aber kaum verwirklichbar,

da die jeweils zentralsymmetrische Anordnung der Durchgangsöffnungen unterschiedlichen Durchmessers äußerst schwierig herstellbar ist, abgesehen davon, dass mit der dort beschriebenen Erfindung in erster Linie ein Abheben der Flamme unterbunden werden soll. Jedenfalls ist weder eine Vergrößerung des Leistungsbereichs einer solchen symmetrisch gelochten Membrane angestrebt, noch eine Verminderung von NOx, ganz abgesehen vom Abbau oder Unterbinden eines Verbrennungsgeräusches. Letzteres dürfte sich aufgrund der beanspruchten Anordnung der Durchgangslöcher zueinander sogar noch verstärken.

[0006] Die in der Gattung der Patentanmeldung genannten und zum Stand der Technik gehörenden Gewebemembranen dienen auf ihrer Austrittsseite der vollständigen Verbrennung des vorgemischten Brennstoff-/Luft-Gemisches. Das Brennstoff-/Luft-Gemisch wird nach dem Durchströmen der Membrane an der als Brennseite dienenden Oberfläche derselben gezündet und dort als Flamme stabil gehalten. Bei Erhöhung der Leistung und damit der Geschwindigkeit des Durchtritts der Brennstoff-/Luft-Gemisch-Menge kann die Flamme abheben, mit der Gefahr eines damit gefährlichen ungewollten Austritts von unverbrannten Gasen in den Feuerraum eines Kessels mit entsprechender Explosionsgefahr. Durch die zusätzliche Anordnung von den Öffnungen in der Membrane soll ein solches Abreißen der Flammen unterbunden werden. Ein zusätzlicher Vorteil ist, dass ein Brennstoff-/Luft-Gemisch mit höherer Geschwindigkeit und größerer Menge die Membrane durchströmen kann, wobei die übrigen Gewebemembranenteile eine langsamere Durchdringung des Brennstoff-/Luft-Gemisches und damit eine gute Rückzündung und Flammenhaltung bewirken. Die zusätzlichen Öffnungen dienen in erster Linie dazu den ungehinderten Durchgang verschiedener auch wechselnder Brennstoff-/Luft-Mengen zu ermöglichen, um damit auch bei Lastwechsel ein Abreißen oder Abheben der Flamme zu unterbinden.

Die Erfindung mit Aufgabe und Vorteilen

[0007] Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde das gattungsgemäße Verfahren weiter zu entwickeln. Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 und des Nebenanspruchs 8 gelöst.

[0008] Durch das letzte Merkmal des gattungsgemäßen Teils des Anspruchs 1 der Erfindung wird festgehalten, dass durch die zusätzlichen Öffnungen in der Membrane ein eigenes Flammenfeld mit höheren einen eigenen Flammenfuß aufweisenden Flammen besteht. Dieses Merkmal ist mehrfach für sich bekannt, wobei allerdings bei der Erfindung der Flammenfuß aufgrund des nachströmenden Brennstoff-/Luft-Gemisches verhältnismäßig kühl ist, was durch die Gestaltung der Mündungen dieser zusätzlichen Öffnungen für eine Kühlung verstärkt werden kann. Maßgebend ist, dass der Flammenfuß dieser höheren Flammen keine unmittelbare Hitzestrahlung auf die Membrane bewirkt. Gemäß besonderer Gestaltung der Mündungen der zusätzlichen Öffnungen erfolgt nach Durchtritt des Brennstoff-/Luft-Gemisches an den Mündungen eine Kühlung aufgrund des Ausdehnungseffekts. Diese gemäß Merkmal a) bewirkte Kühlung führt gemäß Merkmal b) zu einer Verringerung des Giftanteils (NOx) im Abgas und gemäß Merkmal c) zu einer Unterbindung der Verstärkung von Schwingungsgeräuschen der Verbrennung. Diese für eine vollständige Verbrennung eines homogenen Gemisches aus Luft und Brennstoff maßgebenden Merkmale, zu denen auch das Abgas und die durch Schwingungsgeräusche gegebene Verlustleistung gehört, werden, wie der Stand der Technik zeigt, unterschätzt und bisher in der zugrundeliegenden Aufgabe nicht gelöst. So ist das Merkmal a), nämlich eine Kühlung der Flammenwurzel der größeren Flammen zu erzielen, von außerordentlicher Bedeutung. So wird beispielsweise beim Stand der Technik von heißen Oberflächen der Membranen gesprochen, wohingegen bei der Erfindung durch Kühlhalten der Flammenwurzel auch die Membranenoberfläche kühl bleibt. Aufgrund dieser Kühlhaltung und trotzdem Funktionsfähigkeit der Verbrennbarkeit von einem Brennstoff-/Luft-Gemisch wird natürlich der zulässige Leistungsbereich der Membrane, der ursprünglich, also bei Inbetriebnahme auf einen möglichst geringen Anteil an NOx, also optimales λ, eingestellt ist, stark vergrößert.

[0009] Nicht zuletzt hat die Gestaltung der Mündung dieser zusätzlichen Öffnungen einen äußerst starken Einfluss auf die möglichen Schwingungsgeräusche der Verbrennung, die je nach Gestaltung völlig unterbunden werden können. In jedem Fall neu und für sich schon eine Erfindung darstellend ist das Merkmal, dass eine Gestaltung der Mündung dieser zusätzlichen Öffnungen zu einer Unterbindung der Verstärkung von Schwingungsgeräuschen der Verbrennung führen kann. Bis jetzt war die Fachwelt erfolglos bemüht die Ursachen dieser Schwingungsgeräuschänderungen zu finden, um darauf diese Unterbindung aufzubauen. Man setzte Dämpfungsmembranen ein, bestimmte Lochgestaltungen usw. ohne tatsächlich Erfolg zu haben und ohne dass deshalb eine Vergrößerung des zulässigen Leistungsbereichs und damit des Giftanteils (NOx) verringert worden wäre oder sonstige Nachteile vermieden wären.

[0010] Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung des erfinderischen Verfahrens sind die zusätzlichen Öffnungen in an sich bekannter Weise als die beiden Seiten der Membrane verbindende Durchgangslöcher ausgebildet, wobei deren in den Brennraum ragende Ausmündungen die Flammenwurzel formen, wodurch, wie oben beschrieben, eine Kühlung der

Flammenwurzel erzielt wird. Eine derartige Kühlung kann möglicherweise auch mit anderen Mitteln erfolgen, maßgebend für die Erfindung ist jedoch dass sie stattfindet. Beim Stand der Technik geht es zwar auch um die Beherrschung von hohen Temperaturen an der Membrane, aber nicht um den Einfluss einer kühlen Flammenwurzel auf das gesamte Verbrennungsverfahren, wie er für die Merkmale der Erfindung beansprucht wird.

[0011] Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens wird die Strömung vom Brennstoff-/Luft-Gemisch für die Erzeugung des flächigen niedrigen Flammenfeldes aufgrund der Porosität des Fasergewebes in bekannter Weise erzielt, wobei erfindungsgemäß die zusätzlichen Öffnungen zur Erzeugung eines eigenen Flammenfeldes mit Flammenkühler Flammenwurzeln nicht nur in flachen Membranen beansprucht wird, sondern auch in gewölbten oder rohrförmigen Membranen. Maßgebend ist die kühle Flammenwurzel zur Erzielung eines breiten Leistungsbereichs, bei dessen Änderung der NOx-Anteil im Abgas im zulässigen Bereich bleibt und dass bei der Verbrennung entstehende Schwingungsgeräusche nicht verstärkt werden.

[0012] Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung werden aufgrund der Ausgestaltung der Mündungen der zusätzlichen Öffnungen Resonanzschwingungen bei deren Entstehen sofort abgebaut bzw. können erst gar nicht entstehen. Natürlich setzt dieses voraus, dass die Flammenwurzel kühl ist (Anspruch 6). Eine vorteilhafte Gestaltung der Mündungen der zusätzlichen in der Membrane angeordneten Öffnungen ergibt, dass diese Durchgangslöcher im Wesentlichen senkrecht zur Oberfläche der Membrane verlaufen und durch Verdrängen von Membranengewebe hergestellt werden. Hierdurch können die Mündungen in unterschiedlichster Art gestaltet werden.

Zeichnung

[0013] Ein Ausführungsbeispiel des Gegenstandes der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird im folgenden näher beschrieben.

[0014] Es zeigen:

[0015] Fig. 1 eine Membrane in der Draufsicht;

[0016] Fig. 2 einen Schnitt durch einen Brennerkopf und in verkleinertem Maßstab das dazugehörige Brennergebläse;

[0017] Fig. 3 + Fig. 4 die Membrane im vergrößerten Maßstab mit Mündungsgestaltung und

[0018] Fig. 5 ein Diagramm mit NOx über kW des erfinderischen Verfahrens.

Beschreibung des Ausführungsbeispiels

[0019] In Fig. 1 ist eine Membrane in der Draufsicht dargestellt, die in bekannter Weise aus hitzebeständigem, also feuerfestem Gewebe aus anorganischen Fasern besteht. Am Rand dieser Membrane **1** sind Löcher **2** angeordnet, mit denen die Membrane befestigt ist als Halterung beim Durchströmen eines homogenen Gemisches aus Luft und Brennstoff. In der Membrane sind in dem Gewebe eine Vielzahl von zusätzlichen Öffnungen **3** vorgesehen, über die das Brennstoff-/Luft-Gemisch leichter durchdringen kann als durch das Gewebe, so dass entsprechend diesen zusätzlichen Öffnungen **3** ein zusätzliches Flammenfeld von höheren Flammen entsteht als jenen Flammen, die als niederes Flammenfeld auf dem Gewebe gebildet ist. In Fig. 1 ist die Membrane als ebene Platte ausgebildet. Sie kann aber auch gewölbt oder rohrförmig ausgebildet sein, so dass entsprechend einerseits der Krümmung das Brennstoff-/Luft-Gemisch zugeführt wird, während auf der dieser abgewandten Seite die Flammenfelder sind.

[0020] Bei dem in Fig. 2 dargestellten Brennerkopf **4** wird durch die Membrane **1** ein Brennerrahmen **5** dargestellt, über den das Brennstoff-/Luft-Gemisch der Membrane **1** zugeführt wird und in dem stromauf der Membrane **1** eine Flammenrückschlagsperre **6** angeordnet ist, d. h. ein hitzebeständiges Blech mit das Brenngemisch durchlassenden Bohrungen. Nach Durchströmen dieser Flammenrückschlagsperre **6** strömt das Brenngemisch durch Membrane und Öffnungen **3** (in den Ansprüchen als zusätzliche Öffnungen bezeichnet), wobei durch in Fig. 3 gezeigte Abreißkanten an den Mündungen dieser Öffnungen **3** eine Abkühlung oder Kühlhaltung der Flammenwurzel **7** dieser zusätzlichen Flammen **8** erzielt wird. Zwischen diesen zusätzlichen Flammen **8**, jedoch ohne Aufheizung der Flammenwurzeln **7** der zusätzlichen Flammen **8**, ist ein Flammenfeld niedriger Flammen vorhanden, welches durch den Brennstoff-/Luft-Anteil gebildet wird, der über das Gewebe strömt.

[0021] Stromauf des Brennerkopfs **4** ist die Zufuhr von dem Brennstoff- /Luft-Gemisch vorhanden mit einem Gebläse **9**, einem Ventilatorrad **10**, einer Brennstoffzuleitung **11** und einer Luftzuleitung **12**. In der Brennstoffzuleitung **11** ist ein Magnetventil **13** angeordnet. Während sich bei bekannten Verbrennungsverfahren im Gebläse **9** oder bei der Verbrennung bei der Membrane **1** entwickelnde Geräusche über Resonanzen manchmal bis zur nahezu Unerträglichkeit verstärkt werden, wird bei der Erfindung dies unterbunden. Jedenfalls ist Voraussetzung, dass die Flammenwurzel **7** kühl gehalten wird und dass die Mündungen der Öffnungen **3** eine Gestaltung aufweisen, gemäß der diese in Feuerungsrichtung I weisen. Dies kann beispielsweise ein Feuerraum eines Kessels sein.

[0022] In Fig. 3 und Fig. 4 ist die Gestaltung einer solchen zusätzlichen Öffnung dargestellt. Die aus Gewebe **14** eines Edelstahls bestehende Membrane **1** ist mittels eines Dorns **15** durchdrückt, so dass die Mündungen **16** ausgefranst sind. Für den Durchschnittsfachmann überraschend wird durch diesen Effekt, nämlich der Ausgestaltung der Mündung der Öffnungen **3**, eine Resonanzbildung von durch eine Vorrichtung oder bei der Verbrennung entstehenden Geräusche unterbunden.

[0023] Diese besonderen Vorteile sind Fig. 5 entnehmbar, in der für ein Optimum, nämlich stöchiometrischen Gemisches von Brennstoff und Luft, ein großer Arbeitsbereich ohne Verbrennungsnachteil erzielbar ist.

[0024] In dem in Fig. 5 dargestellten Diagramm ist über der Hypotenuse die NOx-Emission in mg/kWh dargestellt und über der Abszisse die Brennerleistung in kW. Bezeichnend ist, dass bei einem natürlich angestrebten stöchiometrischen Gemisch von $\lambda = 1,4$ bei Änderung der Brennerleistung auch die NOx-Emission in Kurve II sich unbestimmbar ändert. Hierbei sind die Öffnungen **3** gestanzt oder gelasert. Anders ist es mit der Kurve III für eine gestaltete Mündung **16** der zusätzlichen Öffnung **3** mit Ausfransungen. Der NOx Anteil ist hierbei deutlich geringer.

[0025] Alle in der Beschreibung, den nachfolgenden Ansprüchen und der Zeichnung dargestellten Merkmale können sowohl einzeln als auch in beliebiger Kombination miteinander erfindungswesentlich sein.

Bezugszeichenliste

1	Membrane
2	Löcher
3	Öffnungen höheres Flammenfeld mit Löchern **3** niedrigeres Flammenfeld auf Gewebe
4	Brennerkopf
5	Brennerrahmen
6	Flammenrückschlagsperre
7	Flammenwurzel
8	zusätzliche Flammen
9	Gebläse
10	Ventilatorrad
11	Brennstoffzuleitung
12	Luftzuleitung
13	Magnetventil
14	Gewebe
15	Dorn
16	Mündung
I	Feuerungsrichtung
II	glatte Mündung
III	gefranste Mündung

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- EP 062814631 [**0002**]
- EP 0549476 B1 [**0005**]

Patentansprüche

1. Verfahren zur vollständigen Verbrennung eines homogenen Gemisches aus Luft und Brennstoff (Gas und/oder Öl),
– mittels einer stromauf einer Brennseite und stromab einer der Zuleitung des Brennstoff-/Luft-Gemisches dienenden Einrichtung angeordneten und für das Gemisch durchlässigen Gewebemembrane (**1**) aus anorganischen Fasern (**14**) (Edelmetallfasern),
– mit einer Eintrittsseite der Gewebemembrane (**1**) für das Brennstoff-/Luft-Gemisch auf der der Brennseite der Membrane (**1**) abgewandten Membranenseite,
– mit einer der Eintrittsseite der Membrane (**1**) abgewandten die Brennseite bildende Austrittsseite derselben, auf der die Verbrennung unmittelbar stattfindet und die bei der Flammenzündung und deren Stabilisierung mitwirkt,
– mit Erzeugung eines flächigen und niedrigen Flammenfeldes des Brennstoff-/Luft-Gemisches auf der Austrittsseite des Gewebes (**14**) der Membrane (**1**) und
– mit zusätzlichen Öffnungen (**3**) in der Membrane (**1**) für den zusätzlichen Brennstoff-/Luft-Gemisch-Durchlass und zur Erzeugung eines eigenen Flammenfeldes mit höheren eigener Flammenwurzel (**7**) aufweisenden Flammen (**8**),
dadurch gekennzeichnet, dass die Flammenwurzeln (**7**) der höheren (größeren) Flammen (**8**) kühl gehalten werden, indem
a) die Mündungen (**16**) der zusätzlichen Öffnungen (**3**) eine besondere Gestaltung aufweisen (erfahren haben), durch die eine Kühlung der Flammenwurzel (**7**) der höheren Flammen (**8**) erzielt wird, wodurch
b) eine Vergrößerung des zulässigen Leistungsbereichs sowie eine Verringerung des Giftanteils (NOx) im Abgas erreicht wird und wodurch
c) eine Unterbindung der Verstärkung von Schwingungsgeräuschen (Resonanz) der Verbrennung erzielt wird.

2. Verfahren zur Verbrennung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die zusätzlichen Öffnungen (**3**) als die beiden Seiten der Membrane (**1**) verbindende Durchgangslöcher ausgebildet sind, deren Ausmündungen (**16**) (Mündungen) die Flammenwurzel (**7**) formend aus der Öffnung (**3**) heraus in den Brennraum ragen und dass dadurch die Kühlung der Flammenwurzeln (**7**) bewirkt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Strömung des Brennstoff-/Luft-Gemisches für die Erzeugung des flächigen niederen Flammenfeldes aufgrund der Porosität des Fasergewebes (**14**) erzielt wird und dass die zusätzlichen Öffnungen (**3**) zur Erzeugung eines eigenen Flammenfeldes mit Flammen (**8**) kühler Flammenwurzeln (**7**) entstehen, sowohl in flachen Membranen als auch in gewölbten oder rohrförmigen Membranen.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass aufgrund der Kühlung der Flammenwurzel (**7**) der NOx-Anteil im Abgas stark reduziert wird bis hin zu einem theoretischen Minimalwert (**Fig. 5**).

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass infolge der kalten Flammenwurzel (**7**) (Flammenfuß) die erzielbare Brennleistungsbelastung auf der Membranenaustrittsseite (Brenneroberflächenbelastung) gegenüber bekannten Brennern mehr als verdoppelbar und dem Leistungsbedarf anpassbar ist.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass aufgrund der Ausgestaltung der Mündungen (**16**) der zusätzlichen Öffnungen (**3**) Resonanzschwingungen bei deren Entstehen sofort abgebaut werden bzw. gar nicht erst entstehen können.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zur Gestaltung der Mündungen (**16**) der zusätzlichen im wesentlichen senkrecht zur Oberfläche der Membrane (**1**) angeordneten Öffnungen (**3**) diese durch Verdrängen von Gewebe (**14**) der Membrane (**1**) erfolgt.

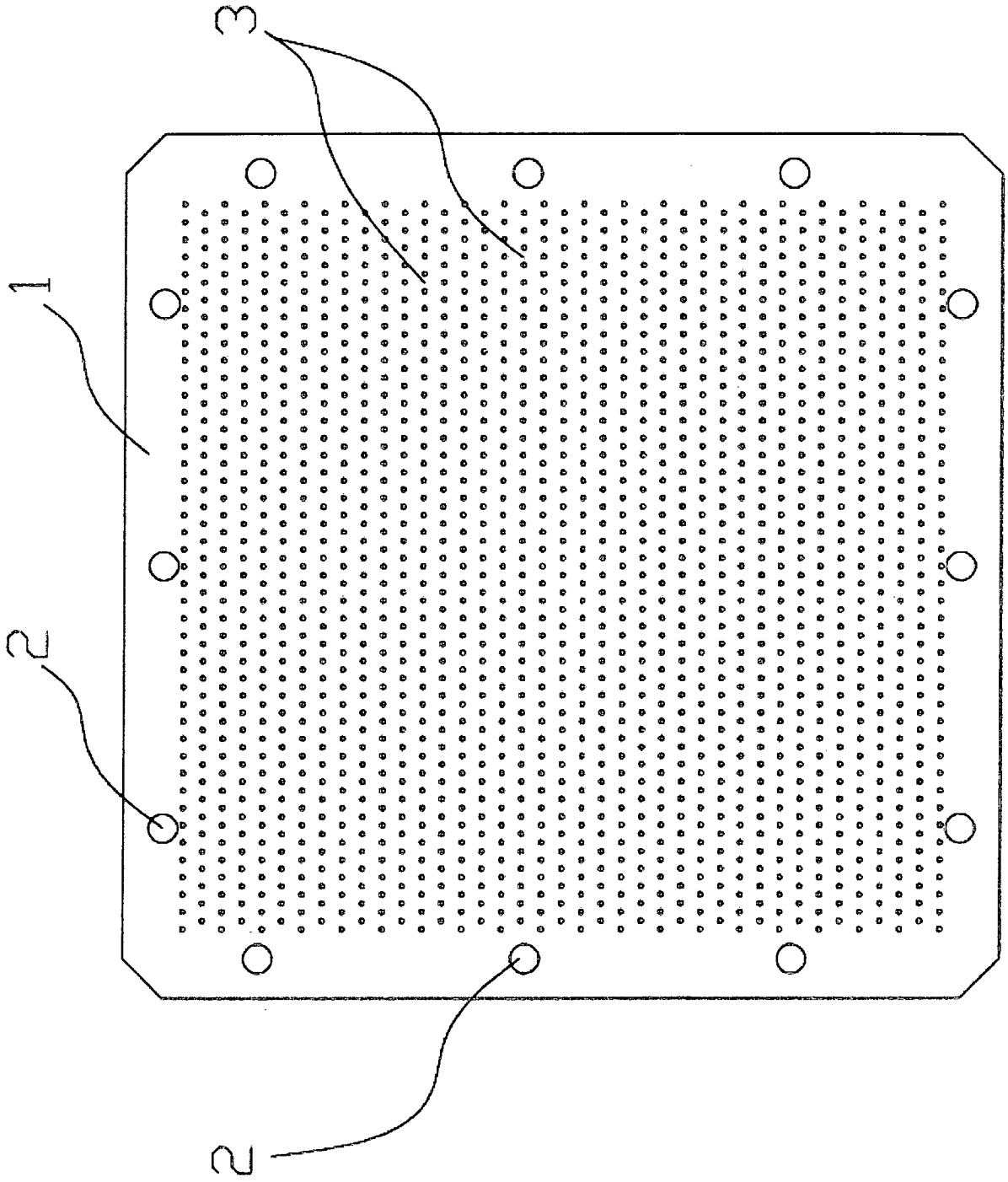
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Mündungsgestaltung sich in Form der beim Membranendurchdringen sich ergebenden Ausfransung des Mündungsrandes ergibt.

9. Brennermembrane, insbesondere einsetzbar nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
– wobei die Metallgewebeschichten bzw. Faserfließen kein Aluminium enthalten, sondern nur aus Edelstahl bestehen,
– dass mindestens zwei Faserschichten übereinander vorhanden sind und
– dass die Faserschichten miteinander versintert sind und
– dass die zusätzlichen Öffnungen im Bereich der Wurzeln der zusätzlichen Flammen durch eine bei der Öffnungsherstellung gegebene Fasermaterialverdrängung erfolgt und dies mit einer in den Brennraum ragenden Ausgestaltung.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1



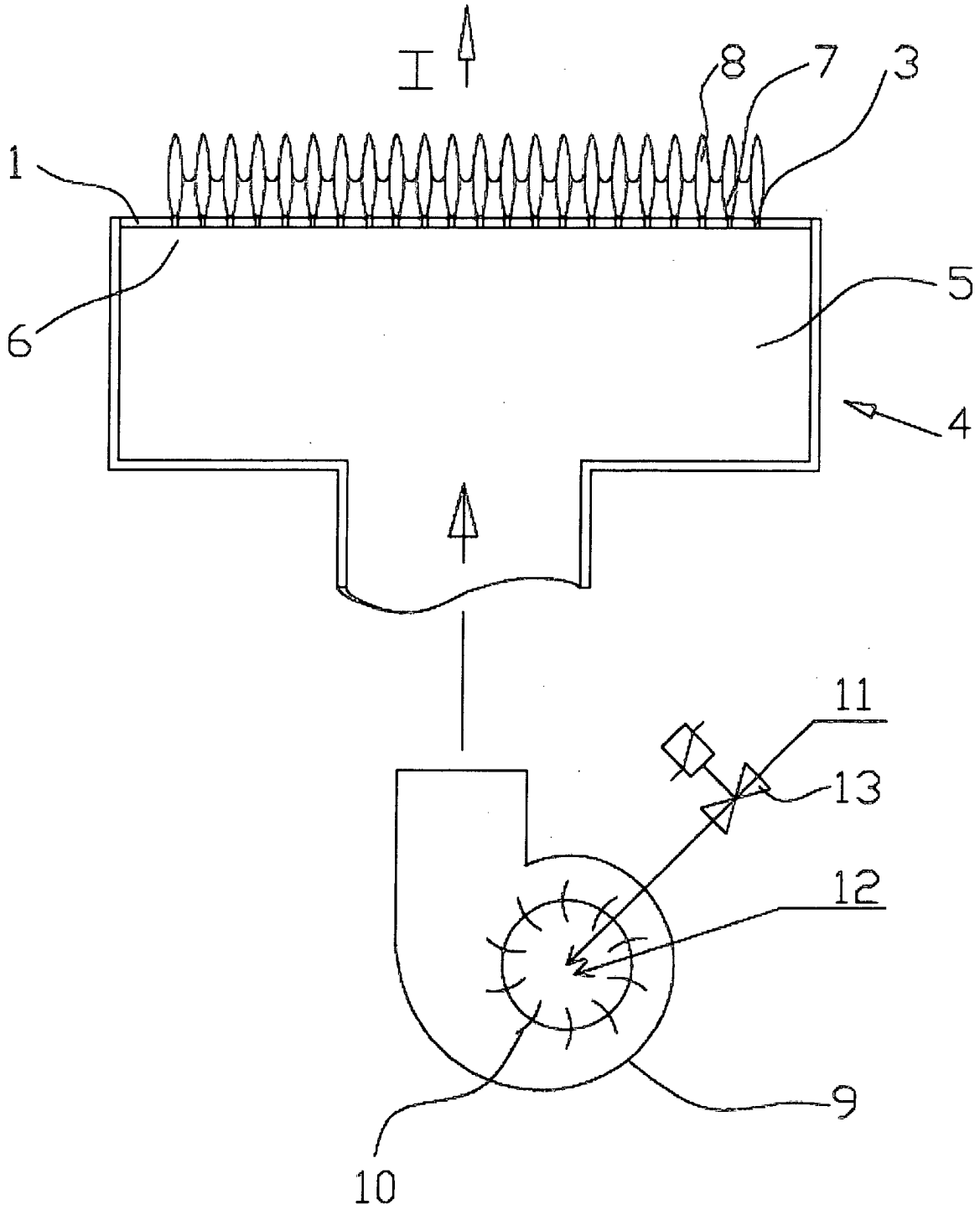


Fig. 2

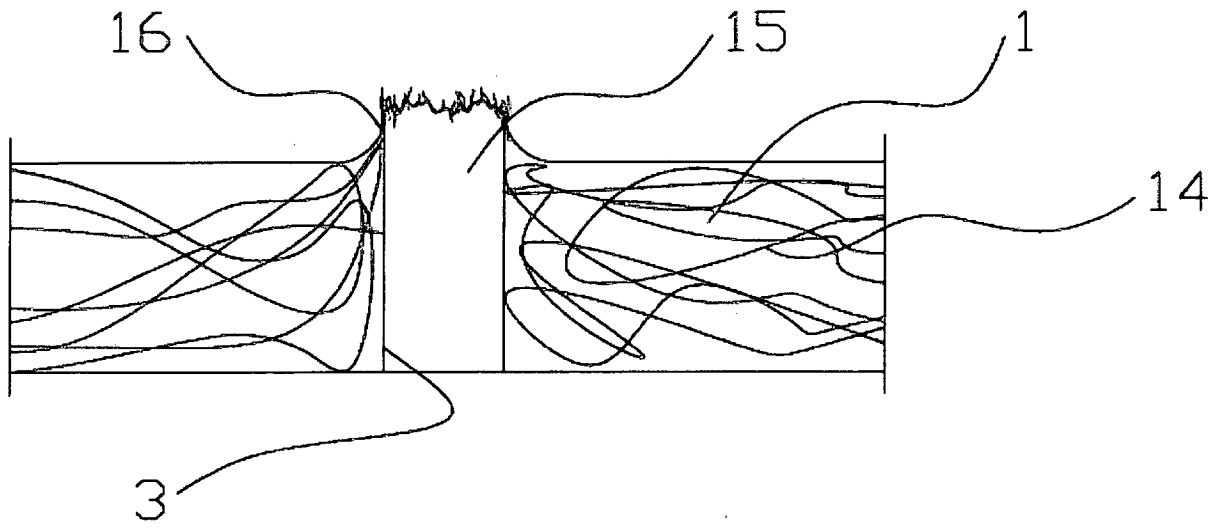


Fig. 3

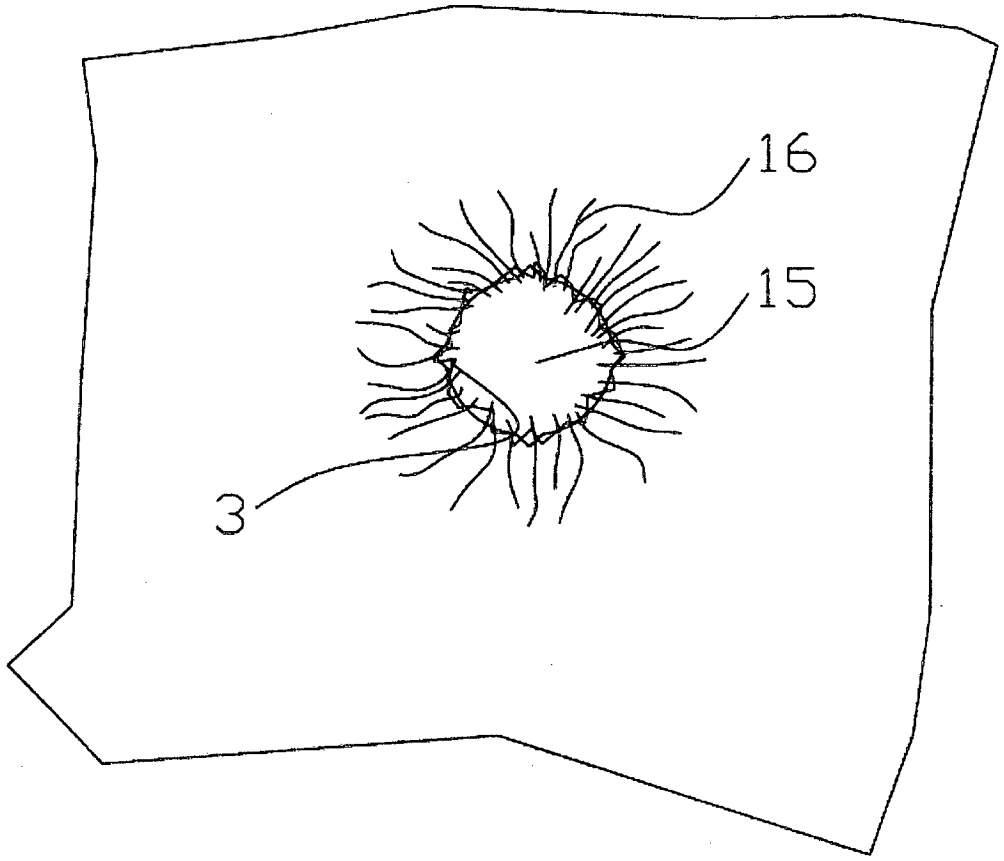
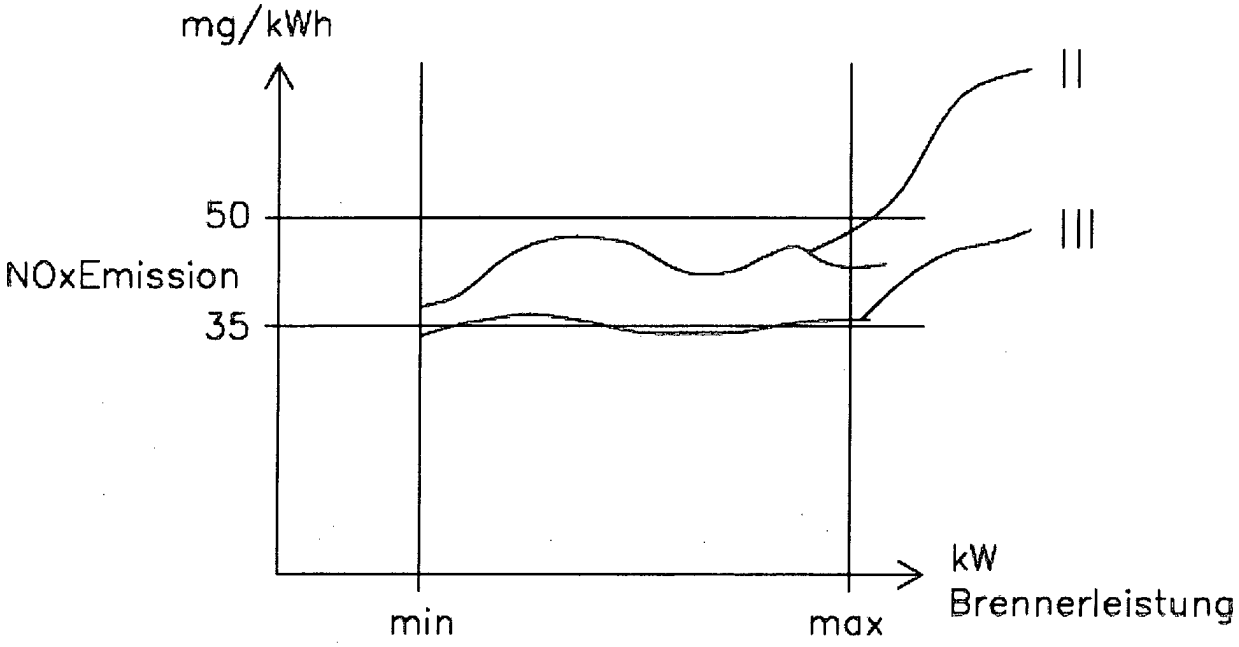


Fig. 4



II Kurve bei $\lambda = 1{,}4$ mit glatten gestanzten oder gelaserten Öffnungen 3

III Kurve bei $\lambda = 1{,}4$ mit ausgefansten Öffnungen 3 z.B. wie B

Fig. 5