



(11)

EP 2 518 402 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
31.10.2012 Patentblatt 2012/44

(51) Int Cl.:
F23C 7/00 (2006.01) F23D 1/02 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **12164354.8**

(22) Anmeldetag: **17.04.2012**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(30) Priorität: **26.04.2011 DE 102011018697**

(71) Anmelder: **Babcock Borsig Steinmüller GmbH**
46049 Oberhausen (DE)

(72) Erfinder:
• **Hamel, Stefan, Dr.**
57482 Wenden (DE)
• **Storm, Christian, Dr.**
47249 Duisburg (DE)

(74) Vertreter: **Cohausz & Florack**
Bleichstraße 14
40211 Düsseldorf (DE)

(54) Brenner für partikelförmigen Brennstoff

(57) Dargestellt und beschrieben ist ein Brenner (1,30,40,50) für partikelförmigen Brennstoff, insbesondere aus Biomasse, mit einem Primärrohr (3) und einem im Primärrohr (3) angeordneten Kernrohr (2), wobei das Primärrohr (3) und das Kernrohr (2) einen Primärrohrspalt (4) bilden und wobei der Primärrohrspalt (4) zur Führung einer Strömung aus partikelförmigem Brennstoff und gasförmigem Verbrennungsmittel von einem eintrittsseitigen Ende zu einer austrittsseitigen Öffnung (8) des Primärrohrs (3) ausgebildet ist. Um die beim Einsatz von grobkörnigeren Partikeln, vorzugsweise Biomasse, als Brennstoff für die Staubfeuerung auftretenden Nachteile zu verhindern oder wenigstens zu vermindern, ohne dass ein erhöhter apparativer Aufwand und/oder zusätzliche energetische Verluste in Kauf genommen werden müssen, wird vorgeschlagen, dass wenigstens eine Einrichtung (22,32,41,52) zur Zentrierung der Strömung innerhalb des Primärrohrs (3) im Bereich des austrittsseitigen Endes (6) des Primärrohrs (3) vorgesehen ist.

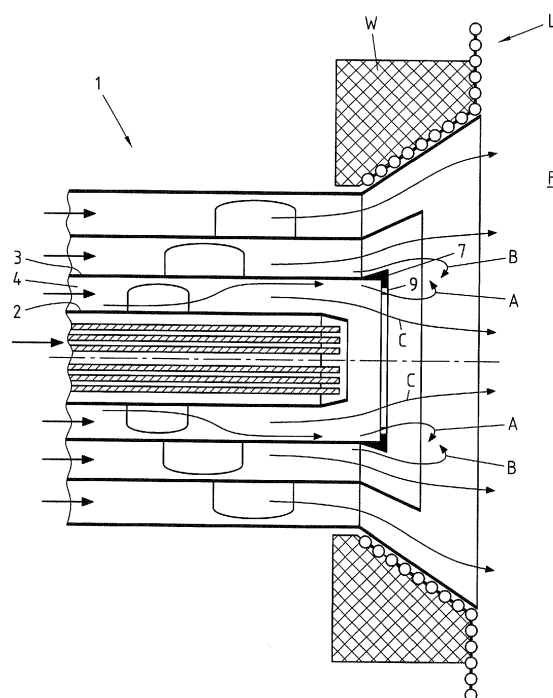


Fig.1

EP 2 518 402 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Brenner für partikelförmigen Brennstoff, insbesondere aus Biomasse, mit einem Primärrohr und einem im Primärrohr angeordneten Kernrohr, wobei das Primärrohr und das Kernrohr einen Primärrohrspalt bilden und wobei der Primärrohrspalt zur Führung einer Strömung aus partikelförmigem Brennstoff und gasförmigem Verbrennungsmittel von einem eintrittsseitigen Ende zu einer austrittsseitigen Öffnung des Primärrohrs ausgebildet ist.

[0002] Brenner für die Verbrennung partikelförmiger Brennstoffe, wie insbesondere Kohle, in einem Feuerraum sind seit geraumer Zeit bekannt. Man spricht in diesem Zusammenhang auch von Staubfeuerungen.

[0003] Ein solcher Brenner ist beispielsweise in der EP 0 571 704 A2 beschrieben. Der Brenner weist ein Kernrohr auf, das luftdurchströmt ist und eine Brennerlanze zur Zündung des partikelförmigen Brennstoffs aufweist. Konzentrisch zu dem Kernrohr ist ein Primärrohr angeordnet, das mit dem Kernrohr einen Ringspalt bildet, der an seinem rückwärtigen Ende mit einer Staubleitung verbunden ist. Über die Staubleitung wird dem Brenner eine Mischung aus Kohlepartikeln und primärem Verbrennungsmittel (Primärluft) zugeführt. Das Gemisch aus Kohlepartikeln und Verbrennungsmittel wird über einen im Ringspalt angeordneten Drallkörper in Rotation versetzt, so dass die Kohlepartikel sich im äußeren Bereich des Ringspalts aufkonzentrieren.

[0004] Konzentrisch zum Primärrohr sind zusätzlich ein Sekundärrohr und ein Tertiärrohr vorgesehen, die einen sekundären und einen tertiären Ringspalt mit dem jeweils inneren Rohr definieren, die von sekundären und tertiären Verbrennungsmitteln (Sekundärluft und Tertiärluft) durchströmt werden. In den sekundären und dem tertiären Ringspalten sind ebenfalls Drallkörper vorgesehen, um dem Verbrennungsmittel einen Drall aufzuprägen. Am austrittsseitigen Ende des Sekundärrohrs und des Tertiärrohrs sind konische Erweiterungen in der Wand des Feuerraums vorgesehen.

[0005] Am austrittsseitigen Ende des Primärrohrs ist ein sogenannter Flammhalter vorgesehen, der eine radial nach innen gerichtete Kante aufweist, die zu einem Strömungsabriss und zur Verwirbelung der Kohlepartikel führt. So entsteht eine in den Feuerraum hineingerichtete Strömung mit hoher Turbulenz und Kohlepartikelkonzentration. Diese Strömung wird durch die aus dem Kernrohr, dem sekundären Ringspalt und dem tertiären Ringspalt austretenden Strömungen "eingefasst". Durch die hohe Turbulenz der partikelreichen Strömung werden die flüchtigen Komponenten sehr schnell aus den Kohlepartikeln ausgetrieben. Aufgrund der hohen Partikelkonzentration ist das Luftverhältnis stark unterstöchiometrisch, wodurch weniger Stickoxide (NO_x) gebildet werden.

[0006] Die Brenner der genannten Art können grundsätzlich auch zur Verbrennung von anderen partikelförmigen Brennstoffen als Kohle, beispielsweise Biomasse, eingesetzt werden. Dazu muss die Biomasse allerdings

sehr fein aufgemahlen werden, was wegen der meist faserigen und zähen Struktur üblicher Biomassen mit einem erhöhten apparativen und energetischen Aufwand verbunden ist. Insbesondere zieht das feine Aufmahlen von Biomasse häufig einen hohen Verschleiß der hierfür verwendeten Apparate nach sich. Biomassen werden daher meist nicht so fein aufgemahlen wie Kohle. Bei Steinkohle ist die Partikelgröße typischerweise zu 90% kleiner als 90 µm und bei Braunkohle zu 90% kleiner als 200 µm. Bei Biomasse ist dagegen eine mittlere Partikelgröße von etwa 1 mm gewünscht.

[0007] Die flüchtigen Komponenten der Biomassepartikel werden bereits aufgrund deren Größe langsamer ausgetrieben, was eine stabile Verbrennung der Biomasse beeinträchtigen kann. Zudem muss eine entsprechend größere Menge an Luft, die sogenannte Tragluft, eingesetzt werden, um die größeren Biomassepartikel ablagerungsfrei von der Zerkleinerung durch den Brenner in den Feuerraum zu transportieren. Die größere, den Ringspalt zwischen Primärrohr und Kernrohr durchströmende Tragluftmenge, kann zusammen mit einer verzögerten Freisetzung an flüchtigen Komponenten zu einem lokalen Luftüberschuss bei der Verbrennung führen. Als Folge davon werden mehr Stickoxide gebildet.

[0008] Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, die beim Einsatz von grobkörnigeren Partikeln, vorzugsweise Biomasse, als Brennstoff für die Staubfeuerung auftretenden Nachteile zu verhindern oder wenigstens zu vermindern, ohne dass ein erhöhter apparativer Aufwand und/oder zusätzliche energetische Verluste in Kauf genommen werden müssen.

[0009] Diese Aufgabe ist bei einem Brenner der eingangs genannten und zuvor näher beschriebenen Art gemäß Oberbegriff von Anspruch 1 dadurch gelöst, dass wenigstens eine Einrichtung zur Zentrierung der Strömung innerhalb des Primärrohrs im Bereich des austrittsseitigen Endes des Primärrohrs vorgesehen ist.

[0010] Die Erfindung hat erkannt, dass der Nachteil einer erhöhten Tragluftmenge und größerer Partikeldurchmesser bei der Verbrennung von grobkörnigeren Brennstoffen, wie Biomasse, durch eine strömungstechnische Umlenkung eines Teils der Primärluft in Richtung der Kernzone der Brennermündung jedenfalls teilweise kompensiert werden kann. Die Umlenkung ermöglicht es, einen Teil der Primärluft um den Flammhalter herumzuführen bzw. zentral durch diesen hindurchzuführen, ohne dass dieser Teil der Primärluft in die sich an den Flammhalter anschließende turbulente Partikelströmungszone gelangt. Dies erfolgt erst zu einem späteren Zeitpunkt, zu dem sich die turbulente Partikelströmungszone aufgeweitet hat und die flüchtigen Komponenten der Brennstoffpartikel zu einem größeren Teil ausgetreten sind. Die Partikelkonzentration ist folglich in der dem Flammhalter nachgelagerten Partikelströmung hoch. Folglich kann die Flamme des Brenners trotz eines verzögerten Austretens flüchtiger Komponenten stabilisiert werden. Zudem ist die Sauerstoffkonzentration in der dem Flammhalter nachgelagerten Partikelströmung

deutlich unterstöchiometrisch, was der Bildung von Stickoxiden entgegenwirkt.

[0011] Die Umlenkung eines Teils der Primärluft in einem zentralen Bereich des Brenners wird durch den Drall der Primärluft im primären Ringspalt ermöglicht, der die Brennstoffpartikel im äußeren Bereich des primären Ringspalts aufkonzentriert und dem Flammhalter zuleitet. Das Aufkonzentrieren der Brennstoffpartikel im äußeren Bereich des primären Ringspalts geht einher mit einer Abreicherung an Partikeln im inneren Bereich der Primärluftströmung. Dies macht sich die Erfindung zunutze, um einen Teil der Primärluft in den zentralen Bereich des Brenners umzuleiten, ohne dass dies nennenswerte Auswirkungen auf den Transport der Brennstoffpartikel hätte. Für die teilweise Umleitung der Primärluftströmung ist es jedoch erforderlich, die Brennergeometrie derart anzupassen, um Platz für die umzulenkende Primärluftströmung zu schaffen. Dieser Platz ist bei konventionellen Brennergeometrien nicht vorhanden.

[0012] Erfindungsgemäß ist es nicht erforderlich, dass die Brennstoffpartikel über einen Luftstrom durch den Primärrohrspalt transportiert werden, auch wenn sich dies aus Kostengründen anbietet. Es könnte anstelle von Luft auch ein anderes an sich bekanntes Verbrennungsmittel verwendet werden. Es wäre sogar denkbar, ein sauerstoffreiches Gas zu verwenden, wenn der für die Verbrennung benötigte Sauerstoff anderweitig bereitgestellt wird. Der Einfachheit halber wird im Folgenden aber der Begriff Primärluft verwendet.

[0013] Zudem bestehen auch hinsichtlich des Kernrohrs grundsätzlich keine Beschränkungen. Das Kernrohr kann durch ein Sauerstoff aufweisendes Gas oder ein sauerstofffreies Gas durchströmt werden, was insbesondere zur Kühlung des Kernrohrs zweckmäßig sein kann. Im Kernrohr kann alternativ oder zusätzlich eine Brennerlanze zur Bereitstellung einer Stütz- oder Zündflamme aufgenommen sein. Ganz allgemein können Kernrohre vorgesehen sein, die in an sich bekannter Weise aufgebaut sind. Infolge der Umlenkung eines Teils der Primärluftströmung kann bedarfsweise auf eine Durchströmung des Kernrohrs verzichtet werden. Dies kann zudem das Umlenken der Primärluft in den zentralen Bereich des Brenners hinter dem Kernrohr begünstigen.

[0014] Der Fachmann wird erkennen, dass das Kernrohr und das Primärrohr vorzugsweise kreisrunde Querschnitte aufweisen und konzentrisch zueinander angeordnet sind, da dies strömungstechnisch begünstigt ist. Dann bilden das Kernrohr und das Primärrohr einen Primärrohrspalt in Form eines symmetrischen Ringspalts. Grundsätzlich könnte sowohl von kreisrunden Querschnitten von Kernrohr und Primärrohr und/oder von einer konzentrischen Anordnung dieser Rohre abgewichen werden, selbst wenn dies im Regelfall weniger bevorzugt ist. Es werden vorliegend jedoch der Einfachheit halber lediglich die Begriffe Kernrohr und Primärrohr anstelle von Kernkanal und Primärkanal verwendet, ohne dass dies zwingend beschränkend auszulegen wäre.

[0015] Bei einer ersten Ausgestaltung der Erfindung

endet das Kernrohr in Längsrichtung des Brenners gesehen vor dem Primärrohr. Der innere Teil der Primärluft kann somit rechtzeitig vor dem Flammhalter in einen zentralen Bereich des Brenners gelangen und dort unbeeinflusst vom Flammhalter in einer möglichst laminaren Strömung diesen umgehen. Damit ein innerer Teil der Primärluft in den zentralen Bereich bzw. Kernbereich des Brenners gelangen und eine möglichst gleichförmige Strömung ausbilden kann, muss ein hinreichender Abstand zwischen dem austrittsseitigen Ende des Kernrohrs und dem austrittsseitigen Ende des Primärrohrs bzw. dem Flammhalter - falls vorhanden - vorgesehen sein. In Längsrichtung des Primärrohrs sollte dieser Abstand wenigstens 50% der mittleren radialen Breite des Primärrohrspalts betragen. Günstiger ist es aus strömungstechnischer Sicht jedoch, wenn dieser Abstand wenigstens 75%, insbesondere wenigstens 100%, beträgt. Ein im Vergleich dazu sehr kurzer Abstand kann kontraproduktiv sein, insbesondere, wenn das Kernrohr abrupt endet. Die kernrohrnahe Strömung im Primärspalt kann dort abreißen und den turbulenten Bereich nach dem Flammhalter erweitern. Es wird also gerade keine Teilströmung der Primärluftströmung um den Flammhalter und den sich diesem anschließenden turbulenten Bereich partikelreicher Strömung herumgeleitet.

[0016] Alternativ oder zusätzlich kann das Kernrohr zu seinem austrittsseitigen Ende hin verjüngt ausgebildet sein. Das Verjüngen des Endrohrs hat gegenüber einem abrupten Ende des Kernrohrs den Vorteil, dass die Strömung gleichmäßiger geführt werden kann. Strömungsabrisse und Turbulenzen können so im Bereich des inneren Teils der Primärluftströmung vermieden werden. Besonders bevorzugt ist es, wenn eine Verjüngung des Kernrohrs mit einer längsseitige Beabstandung von Flammhalter bzw. Öffnung des Primärrohrs einerseits und dem austrittsseitigen Ende des Kernrohrs andererseits einhergeht.

[0017] Aus strömungstechnischen Gründen kann das Kernrohr zu seinem austrittsseitigen Ende hin stetig verjüngt sein. Die Verjüngung kann dabei gleichmäßig oder ungleichmäßig sein. Strömungstechnisch günstig ist es, wenn die Verjüngung zum austrittsseitigen Ende abnimmt, um Strömungsabrisse vor dem Ende des Kernrohrs zu vermeiden.

[0018] Zur Vergleichmäßigung der Strömung ist es insbesondere bei einem kreisrunden Kernrohr bevorzugt, wenn sich dieses zu seinem austrittsseitigen Ende hin konisch verjüngt. Dabei sollte der Neigungswinkel des Konus nicht zu groß sein, um einen Strömungsabriss zu vermeiden. Neigungswinkel von weniger als 20° sind dabei bevorzugt. Um einen Strömungsabriss auch bei höheren Strömungsgeschwindigkeiten zu vermeiden, bieten sich Neigungswinkel von kleiner 10° an. Versuchsweise wurden besonders gute Ergebnisse mit Neigungswinkeln von ungefähr 7°, bedarfsweise mit einer Abweichung von $\pm 1^\circ$, erzielt.

[0019] Zur Unterstützung der Umlenkung eines Teils der Primärluft kann am austrittsseitigen Ende und außer-

halb des Kernrohrs im Primärrohr eine Umlenkeinrichtung zur Umlenkung der kernrohrnah im Primärrohrspalt geführten Strömung nach innen vorgesehen sein. Dadurch kann beispielsweise sichergestellt werden, dass der gewünschte Anteil an Primärluft auch in Richtung des Zentrums umgeleitet wird. Zudem kann durch die zusätzlichen Oberflächen der Umlenkeinrichtung die umgelenkte Teilströmung laminar geführt werden. Die Umlenkeinrichtung ragt vorzugsweise in den Primärrohrspalt, insbesondere in die Primärluftströmung, hinein.

[0020] Um eine Umlenkung der Brennstoffpartikel in den Kernbereich des Brenners zu vermeiden, kann die Umlenkeinrichtung zur Umlenkung von etwa 30 Vol.-% bis 70 Vol.-% der Luftströmung im Primärrohrspalt ausgebildet sein. Dabei bietet es sich an, wenn die Umlenkeinrichtung etwa, vorzugsweise radial, bis über 30% bis 70% der Breite des Primärrohrspalts in diesen hineinreicht. Besonders gute Ergebnisse werden erzielt, wenn die Umlenkeinrichtung zur Umlenkung von etwa 40 Vol.-% bis 60 Vol.-% der Luftströmung im Primärrohrspalt ausgebildet ist und/oder bis über 40% bis 60% der Spaltbreite des Primärrohrspalts in diesen hineinreicht.

[0021] Zwischen dem Kernrohr und der Umlenkeinrichtung ist vorzugsweise ein Strömungskanal vorgesehen, durch den die umgelenkte Primärluftströmung hindurchgeleitet wird. Dabei ist es aus strömungstechnischer Sicht besonders bevorzugt, wenn der freie Strömungsquerschnitt im Strömungskanal der Umlenkeinrichtung konstant bleibt. Eine energetisch ungünstige Variation der Strömungsgeschwindigkeit kann so vermieden werden.

[0022] Alternativ oder zusätzlich zu weiteren Einrichtungen kann im Primärrohrspalt wenigstens ein Strömungsrichter zur Beeinflussung des Dralls eines kernrohrnahen Teils der im Primärrohrspalt geführten Strömung vorgesehen sein. Durch die Beeinflussung des Dralls wenigstens der kernrohrnahen Strömung kann beispielsweise einer Aufweitung der Primärluftströmung nach dem Verlassen des Primärrohrspalts entgegengewirkt werden, was die Zentrierung des kernrohrnahen Teilstroms der Primärluft begünstigt. Es kann auch eine Mehrzahl von Strömungsrichtern, vorzugsweise über den Umfang des Primärrohrspalts verteilt, vorgesehen werden. Die Zahl der Strömungsrichter sollte dabei vorzugsweise mit dem Durchmesser des Primärrohrs zunehmen.

[0023] Der wenigstens eine Strömungsrichter kann in Längsrichtung des Primärrohrs ausgerichtet sein. Der Drall wenigstens eines kernrohrnahen Teils des Primärluftstroms wird dadurch wenigstens abgeschwächt, was sich günstig auf die Strömungsverhältnisse auswirken kann. Um die Strömung zu richten aber nicht nachhaltig zu stören, sollte der wenigstens eine Strömungsrichter in Längsrichtung viel breiter als in Umfangsrichtung des Primärrohrspalts ausgebildet sein.

[0024] Der wenigstens eine Strömungsrichter kann alternativ dazu auch quer zur Längsrichtung, d.h. teilweise in Umfangsrichtung, des Primärrohrs ausgerichtet sein.

Dabei kann die Ausrichtung des wenigstens einen Strömungsrichters von einer Ausrichtung in Längsrichtung des Primärrohrs derart abweichen, dass der Drall der Primärluftströmung durch den wenigstens einen Strömungsrichter, wenigstens für einen kernrohrnahen Teil der Primärluftströmung, verstärkt wird. In einer ebenfalls möglichen, mehr in Längsrichtung des Primärrohrs weisenden Ausrichtung, kann der wenigstens eine Strömungsrichter den Drall der Primärluftströmung aber auch verringern. Der wenigstens eine Strömungsrichter kann aber auch gegenläufig zur Drallrichtung der Primärluftströmung ausgerichtet sein. Dies kann beispielsweise dazu führen, dass die Drallrichtung der Primärluftströmung wenigstens für einen kernrohrnahen Teil der Primärluftströmung umgekehrt wird. Um den Drall der Primärluftströmung bereichsweise zu verstärken, kann es zweckmäßig sein, den wenigstens einen Strömungsrichter um 35° bis 45° gegenüber der Längsrichtung des Primärrohrs zu neigen. Um den Drall der Primärluftströmung bereichsweise abzuschwächen, kann es günstig sein, den wenigstens einen Strömungsrichter um weniger als 25°, insbesondere weniger als 15°, gegenüber der Längsrichtung des Primärrohrs zu neigen.

[0025] Je nach den strömungstechnischen Randbedingungen kann jede dieser Ausrichtungen des wenigstens einen Strömungsrichters positive Effekte mit sich bringen. Grundsätzlich kann durch einen unterschiedlich starken oder unterschiedlich gerichteten Drall von Teilen der Primärluftströmung eine strömungstechnische Trennung dieser Teile erreicht werden, da diese strömungstechnisch unterschiedliche Eigenschaften aufweisen. Um eine Steuerung des Brenners zu ermöglichen, kann der wenigstens eine Strömungsrichter hinsichtlich seiner Ausrichtung, d.h. Neigung gegenüber dem Kernrohr, veränderlich ausgebildet sein.

[0026] Denkbar ist es auch, dass der wenigstens eine Strömungsrichter eine in Längsrichtung des Primärrohrs variierende Neigung aufweist, um eine allmähliche Änderung der Drallrichtung des kernrohrnahen Teils der Primärluftströmung zu erreichen. Alternativ oder zusätzlich können aber auch mehrere Strömungsrichter oder über den Umfang des Kernrohrs verteilte Gruppen von Strömungsrichtern nacheinander vorgesehen sein. Dabei ist es besonders bevorzugt, wenn sich die Neigung relativ zur Längsrichtung des Primärrohrs von Strömungsrichter zu Strömungsrichter bzw. von einer Gruppe von Strömungsrichtern zur nächsten Gruppe von Strömungsrichtern in Längsrichtung des Primärrohrs verändert.

[0027] Im Übrigen kann auf einfache Weise erreicht werden, dass der Drall der äußeren Strömung im Primärrohrspalt von dem wenigstens einen Strömungsrichter unbeeinflusst bleibt, um die Flammstabilität nicht zu beeinträchtigen. Dazu wird der Strömungsrichter nicht in den letzten äußeren 20% des Primärrohrspalts vorgesehen sein. Wenn die äußeren 30% oder gar 40% des Primärrohrspalts frei von Strömungsrichtern gehalten werden können, ist dies strömungstechnisch begünstigt. Die Vergrößerung des äußeren, strömungsrichterfreien Be-

reichs kann beispielsweise dadurch realisiert werden, dass die Anzahl der umfangsseitig angeordneten Strömungsrichter vergrößert wird.

[0028] Zur Einstellung definierter Strömungszustände im Primärrohrspalt kann es bevorzugt sein, wenn der wenigstens eine Strömungsrichter in Strömungsrichtung der Primärluftströmung einer Dralleinrichtung zur Aufprägung eines Dralls auf die im Primärluftströmung nachgeschaltet ist. Die Dralleinrichtung ist dabei insbesondere im Primärrohrspalt vorgesehen, auch wenn die Strömung grundsätzlich bereits durch die Zuführung zum Primärrohrspalt in Rotation versetzt werden kann. Das Aufprägen des Dralls auf die Primärluftströmung kann durch Drallkörper, etwa in Form von Leitschaukeln bzw. Leitblechen, erfolgen. Diese können bevorzugt um 20° bis 30°, insbesondere etwa 25°, gegenüber der Längsrichtung des Primärrohrs geneigt sein.

[0029] Der wenigstens eine Strömungsrichter ist vorzugsweise in Strömungsrichtung vor einer Umlenkeinrichtung vorgesehen, damit die Primärluftströmung der Umlenkeinrichtung in geeigneter Weise zugeführt werden kann. Dabei kann der Strömungsrichter bedarfsweise unmittelbar vor der Umlenkeinrichtung vorgesehen sein. Es kann sogar vorgesehen sein, dass der Strömungsrichter und die Umlenkeinrichtung miteinander verbunden sind, um eine im Zwischenraum mögliche Beeinträchtigung der Strömung auszuschließen. Um einen erhöhten Abrieb durch Brennstoffpartikel zu vermeiden, können verschleißfeste Materialien, wie Hartschweißauftragungen oder Keramik, für die Strömungsrichter verwendet werden.

[0030] Am austrittsseitigen Ende des Primärrohrs kann zur Stabilisierung der Flamme ein nach innen in die Strömung des Primärrohrs ragender Flammhalter vorgesehen sein. Die vorzugsweise radial nach innen weisende Kante des Flammhalters kann durchgängig oder unterbrochen sein. Es ist auch eine gezahnte Kante denkbar, die eine hohe Turbulenz erzeugen kann.

[0031] Die Erfindung wird nachfolgend anhand einer lediglich Ausführungsbeispiele darstellenden Zeichnung näher erläutert.

[0032] In der Zeichnung zeigen

- Fig. 1 ein erstes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Brenners in einem Längsschnitt,
- Fig. 2 ein Detail des Brenners gemäß Fig. 1 in einem Längsschnitt,
- Fig. 3 ein Detail eines zweiten Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Brenners in einem Längsschnitt,
- Fig. 4 ein Detail eines dritten Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Brenners in einem Längsschnitt und
- Fig. 5 ein Detail eines vierten Ausführungsbeispiels

des erfindungsgemäßen Brenners in einem Längsschnitt.

[0033] In der Fig. 1 ist ein Längsschnitt durch einen Brenner 1 dargestellt, der in einer Wand W eines Feuer-raums F angeordnet ist. Der innere Teil des Brenners 1 aus Fig. 1 ist der besseren Anschaulichkeit halber in der Fig. 2 in vergrößertem Maßstab dargestellt.

[0034] In der Mitte des Brenners 1 ist ein Kernrohr 2 vorgesehen, in dem eine nicht dargestellte Brennerlanze vorgesehen sein kann. Es sind auch andere Einrichtungen möglich, die hier lediglich rein schematisch dargestellt sind. Das Kernrohr 2 ist konzentrisch zu einem Primärrohr 3 angeordnet, so dass zwischen dem Kernrohr 2 und dem Primärrohr 3 ein umlaufender konzentrischer Primärrohrspalt 4 vorgesehen ist. Diesem wird über nicht dargestellte Einrichtungen ein Gemisch aus partikelförmiger Biomasse und Verbrennungsmittel, der Primärluft, zugeleitet. Im Primärrohrspalt 4 ist eine Dralleinrichtung 5 in Form von gegen die Längserstreckung des Primärrohrs um etwa 25° angestellten Leitschaukeln vorgesehen, die die Primärluftströmung in Rotation versetzt. In Strömungsrichtung wandern die Biomassepartikel anschließend aufgrund von Zentrifugalkräften nach außen, wo die Biomassepartikelkonzentration ansteigt, während sie in einem kernrohrnahen Bereich entsprechend abnimmt. Am austrittsseitigen Ende 6 des Primärrohrs 3 ist ein Flammhalter 7 vorgesehen, der die Auslassöffnung 8 des Primärrohrs 3 definiert. Auf der Innenseite des Flammhalters 7 ist eine radial nach innen weisende, gezahnte Kante 9 vorgesehen, die mit der Primärluftströmung und den Biomassepartikeln in Kontakt kommt und im Anschluss daran für eine Verwirbelung der Strömung sorgt, was in Fig. 1 durch die stark gekrümmten Pfeile A angedeutet ist.

[0035] Konzentrisch zum Primärrohr 3 ist ein Sekundärrohr 10 vorgesehen, das mit dem Primärrohr 3 einen Sekundärrohrspalt 11 bildet. Der Sekundärrohrspalt 11 wird von Sekundärluft durchströmt, der mittels Dralleinrichtungen 12 in Form von gegen die Längserstreckung des Primärrohrs angestellten Leitschaukeln im Sekundärrohrspalt 11 ein Drall aufgeprägt wird. Es muss sich bei der Sekundärluft nicht um Luft im eigentlichen Sinne handeln. Am austrittsseitigen Ende 13 des Sekundärrohrs 10 ist eine Sekundärkehle 14 vorgesehen, die eine konische Erweiterung des Sekundärrohrs 10 darstellt und die Sekundärluftströmung radial nach außen ablenkt.

[0036] Am austrittsseitigen Ende 6 des Primärrohrs 3 ist eine nach außen weisende Primärkehle 15 in Form einer konischen Erweiterung vorgesehen, die zur Ablenkung der Sekundärluftströmung nach außen beiträgt und zu einem Strömungsabriss am Flammhalter 7 führt. Dieser Strömungsabriss unterstützt die Ausbildung der turbulenten Verwirbelung der Biomassepartikel nach dem Flammhalter 7, wie sie durch die Pfeile B in Fig. 1 dargestellt ist.

[0037] Konzentrisch zum Sekundärrohr 10 ist ein Ter-

tiärrohr 16 vorgesehen, das mit dem Sekundärrohr 10 einen Tertiärrohrspalt 17 bildet. Im Tertiärrohrspalt 17 wird die Tertiärluft zum Feuerraum F geleitet, wobei es sich nicht um Luft im klassischen Sinne handeln muss, die mittels Dralleinrichtungen 18 im Tertiärrohrspalt 17 in Rotation versetzt wird. Das Tertiärrohr 16 weist an seinem austrittsseitigen Ende 19 eine konische Erweiterung auf, die auch als Muffel 20 bezeichnet wird und vorzugsweise einen größeren Neigungswinkel als die Sekundärkehle 14 aufweist. Der Muffel 20 dient der Ablenkung der Tertiärrohrströmung nach außen. Zum Zwecke der Kühlung sind der Muffel 20 zugeordnete Kühlleitungen L in der Wand W des Feuerraums F vorgesehen. Beim dargestellten und insoweit bevorzugten Brenner 1 ist die Sekundärkehle 14 gegenüber der Muffel 20 nach innen zurückversetzt. Die Sekundärkehle 14 könnte jedoch auch fluchtend mit der Muffel 20, insbesondere bündig mit der Wand W des Feuerraums F, ausgebildet sein.

[0038] Das austrittsseitige Ende 21 des Kernrohrs 2 endet nicht nur deutlich vor dem Flammhalter 7. Das Kernrohr 2 weist am austrittsseitigen Ende 21 zudem noch eine konische Verjüngung 22 auf. Der axiale Abstand D zwischen dem Kernrohr 2 und dem Flammhalter 7 ist beim dargestellten und insoweit bevorzugten Brenner 1 wenigstens gleich, wenn nicht größer, als der radiale Abstand R zwischen dem Kernrohr 2 und dem Primärrohr 3, also der Breite des Primärrohrspalts 4.

[0039] Dementsprechend nimmt der äußere Durchmesser des Kernrohrs 2 im Bereich des austrittsseitigen Endes 21 mit zunehmender Nähe zum austrittsseitigen Ende 21 in Längsrichtung ab. Im dargestellten und insoweit bevorzugten Ausführungsbeispiel weist die konische Verjüngung 22 am austrittsseitigen Ende 21 einen konstanten Neigungswinkel α von im Wesentlichen 7° auf. Infolge dieser Ausgestaltung des Kernrohrs 2 und des axialen Abstands D zwischen dem Kernrohr 2 und dem Flammhalter 7 wird ein kernrohrnaher Teilstrom der Primärluft am austrittsseitigen Ende 21 des Kernrohrs 2 und danach in Richtung des axialen Kernbereichs des Brenners 1 umgelenkt. Es findet also eine Zentrierung der Primärluftströmung am austrittsseitigen Ende des Kernrohrs 2, insbesondere aber am austrittsseitigen Ende des Primärrohrs 3, statt. Diese Zentrierung führt, wie dies durch die Pfeile C in Fig. 1 veranschaulicht ist, dazu, dass ein Teil der Primärluft zentral um den Flammhalter 7, insbesondere um die nach innen gerichtete Kante 9 des Flammhalters 7, herumgelenkt wird, ohne dass dieser Teilstrom unmittelbar in den durch den Flammhalter 7 erzeugten hochturbulenten partikelreichen Strömungsbereich gelangt. Zu einem späteren Zeitpunkt, an dem sich die zentral umgelenkte Teilströmung der Primärluft weiter im Inneren des Feuerraums F befindet, kann die umgelenkte Teilströmung jedoch bedarfsweise sehr wohl mit den Brennstoffpartikeln in innigen Kontakt kommen, um diese zu oxidieren.

[0040] In der Fig. 3 ist ein Detail eines Brenners 30 in einem Längsschnitt entsprechend den Fig. 1 und 2 dargestellt. Gleichen Bauteilen sind dabei gleiche Bezugs-

zeichen zugewiesen. Der wesentliche Unterschied zwischen den in Fig. 1 und Fig. 3 dargestellten Brennern 1,30 beruht darin, dass das Kernrohr 2 auf seiner äußeren Mantelfläche 31 umlaufend eine Mehrzahl von Strömungsrichtern 32 aufweist, die in Umfangsrichtung dünn ausgebildet sind. Die Strömungsrichter 32 erstrecken sich parallel zur Längserstreckung des Brenners 30 bzw. des Kernrohrs 2 und lenken daher einen Teil der Primärluft in axialer Richtung ab.

[0041] Die Strömungsrichter könnten alternativ aber auch nach links oder rechts geneigt, d.h. sowohl in Längsrichtung als auch quer zur Längsrichtung des Primärrohrs verlaufen, ähnlich wie dies bei den Dralleinrichtungen der Fall ist. Abhängig davon, in welche Richtung und mit welcher Neigung die Strömungsrichter in Umfangsrichtung des Kernrohrs geneigt sind, wird der Drall des kernrohrnahen Teils der Primärluftströmung verstärkt oder abgeschwächt. Eine Neigung größer 45° bis 90° ist dabei grundsätzlich weniger bevorzugt, da die Primärluftströmung so deutlich abgebremst würde.

[0042] Die Strömungsrichter 32 des dargestellten und insoweit bevorzugten Brenners 30 erlauben es, die Rotation der Primärluft zumindest für einen kernrohrnahen Teil der Primärluftströmung aufzuheben. Bei dem dargestellten Brenner 30 wird die äußere, an das Primärrohr 3 angrenzende, Primärluftteilströmung durch die Strömungsrichter 32 nicht beeinflusst. Diese Primärluftteilströmung bleibt also weiter in Rotation. Zu diesem Zweck entspricht die radiale Ausdehnung der Strömungsrichter 32 beim dargestellten und insoweit bevorzugten Brenner 30 lediglich etwa 40% des radialen Abstands R zwischen Kernrohr 2 und Primärrohr 3.

[0043] Die im Wesentlichen axiale Kernströmung im Primärrohrspalt 4 wird durch den konischen Bereich 22 des Kernrohrs 2 und den axialen Abstand D zum Flammhalter 7 besonders gut in einen zentralen Bereich des Brenners 1 umgelenkt, wie dies durch den Pfeil C in Fig. 3 angedeutet ist.

[0044] In der Fig. 4 ist ein Detail eines Brenners 40 im Längsschnitt dargestellt, der zusätzlich zu dem Brenner 30 gemäß Fig. 3 eine Umlenkeinrichtung 41 aufweist. Die Umlenkeinrichtung 41 ist dem austrittsseitigen Ende 21 des Kernrohrs 2 zugeordnet und bildet einen konzentrischen Ringspalt angrenzend zum Kernrohr 2. Beim dargestellten und insoweit bevorzugten Brenner 40 überdeckt die Umlenkeinrichtung 41 den sich konisch verjüngenden Abschnitt 22 des Kernrohrs 2, der bei diesem Ausführungsbeispiel durch eine Verringerung der Materialstärke des Kernrohrs 2 gebildet wird. Vor dem sich konisch verjüngenden Abschnitt 22 bildet die Umlenkeinrichtung 41 einen Einlaufbereich 42, in dem die Strömung im Wesentlichen axial, nicht jedoch radial, ausgerichtet wird. Der Einlaufbereich 42 kann durch eine konzentrische Rohrhülse gebildet werden. Im Bereich des sich konisch verjüngenden Abschnitts 22 des Kernrohrs 2 weist die Umlenkeinrichtung 41 beim dargestellten und insoweit bevorzugten Brenner einen sich mit gleichem Neigungswinkel α wie das Kernrohr 2 verjüngenden Ab-

schnitt auf. Damit der Strömungsquerschnitt in der Umlenkeinrichtung 41 nicht zu stark abnimmt, kann der konische Abschnitt der Umlenkeinrichtung 41 bedarfsweise auch etwas weniger geneigt sein als der konische Abschnitt 22 des Kernrohrs 2, so dass in der Umlenkeinrichtung 41 beispielsweise ein konstanter Strömungsquerschnitt bereitgestellt wird. Die Umlenkeinrichtung 41 ist vorzugsweise als axial umlaufendes Bauteil ausgebildet, das in gleicher Ebene wie das Kernrohr 2 endet. Die Umlenkeinrichtung 41 ist beabstandet von den Strömungsrichtern 43 und weist bei dem dargestellten und insoweit bevorzugten Brenner 40 eine wenigstens ähnliche radiale Bauhöhe auf wie die Strömungsrichter 43.

[0045] In der Fig. 5 ist ein Detail eines Brenners 50 dargestellt, bei dem die über den Umfang des Kernrohrs 2 verteilt angeordneten Strömungsrichter 51 mit der Umlenkeinrichtung 52 unmittelbar verbunden sind. Vereinfacht gesprochen leiten die Strömungsrichter 51 die kernrohrnahe Teilströmung im Primärrohrspalt 4 in die Umlenkeinrichtung 52, die als axial umlaufendes Bauteil ausgebildet ist. Bei dem in Fig. 4 dargestellten Brenner 50 erstreckt sich die Umlenkeinrichtung 52 weiter in Richtung des austrittsseitigen Endes 6 des Primärrohrs 3 bzw. des Flammhalters 7, als das Kernrohr 2. Die Umlenkeinrichtung 52 steht letztlich gegenüber dem Kernrohr 2 in Strömungsrichtung zur Abschottung gegenüber den durch den Flammhalter 7 erzeugen Turbulenzen vor.

Patentansprüche

1. Brenner (1,30,40,50) für partikelförmigen Brennstoff, insbesondere aus Biomasse, mit einem Primärrohr (3) und einem im Primärrohr (3) angeordneten Kernrohr (2), wobei das Primärrohr (3) und das Kernrohr (2) einen Primärrohrspalt (4) bilden und wobei der Primärrohrspalt (4) zur Führung einer Strömung aus partikelförmigem Brennstoff und gasförmigem Verbrennungsmittel von einem eintrittsseitigen Ende zu einer austrittsseitigen Öffnung (8) des Primärrohrs (3) ausgebildet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eine Einrichtung (22,32,41,52) zur Zentrierung der Strömung innerhalb des Primärrohrs (3) im Bereich des austrittsseitigen Endes (6) des Primärrohrs (3) vorgesehen ist.
2. Brenner nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kernrohr (2) in Längsrichtung des Brenners (1,30,40,50) gesehen vor dem Primärrohr (3) endet und dass der axiale Abstand (D) zwischen den austrittsseitigen Enden (6,21) von Kernrohr (2) und Primärrohr (3) in Längsrichtung des Primärrohrs (3) wenigstens 50%, vorzugsweise wenigstens 75%, insbesondere wenigstens 100%, der mittleren Breite (R) des Primärrohrspalts (4) beträgt.
3. Brenner nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kernrohr (2) zu seinem austrittsseitigen Ende (21) hin sich verjüngend ausgebildet ist.
4. Brenner nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich das Kernrohr (2) zu seinem austrittsseitigen Ende (21) hin stetig verjüngt.
5. Brenner nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich das Kernrohr (2) zu seinem austrittsseitigen Ende (21) hin konisch, vorzugsweise mit einem Neigungswinkel α kleiner 20°, insbesondere kleiner 10°, bedarfsweise ungefähr 7°, verjüngt.
6. Brenner nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** am austrittsseitigen Ende (21) des Kernrohrs (2) im Primärrohrspalt (4) eine Umlenkeinrichtung (41,52) zur Umlenkung des kernrohrnahen Teils der im Primärrohrspalt (4) geführten Strömung nach innen vorgesehen ist.
7. Brenner nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Umlenkeinrichtung (41,52) zur Umlenkung von etwa 30 Vol.-% bis 70 Vol.-%, vorzugsweise 40 Vol.-% bis 60 Vol.-%, der im Primärrohrspalt (4) geführten Strömung ausgebildet ist.
8. Brenner nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen dem Kernrohr (2) und der Umlenkeinrichtung (41,52) ein Strömungskanal vorgesehen ist und dass der freie Strömungsquerschnitt des Strömungskanals in Strömungsrichtung im Wesentlichen konstant bleibt.
9. Brenner nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Primärrohrspalt (4) wenigstens ein Strömungsrichter (32,43,51) zur Beeinflussung des Dralls eines kernrohrnahen Teils der im Primärrohrspalt (4) geführten Strömung vorgesehen ist.
10. Brenner nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der wenigstens eine Strömungsrichter (32,43,51) in Längsrichtung des Primärrohrs (3) ausgerichtet und, vorzugsweise, in Längsrichtung viel breiter als in Umfangsrichtung ausgebildet ist.
11. Brenner nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der wenigstens eine Strömungsrichter quer zur Längsrichtung des Primärrohrs geneigt ist.
12. Brenner nach einem der Ansprüche 9 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der wenigstens ei-

ne Strömungsrichter (32,43,51) innerhalb der inneren 80%, vorzugsweise 70%, insbesondere 60%, der Breite des Primärrohrspalts (4) vorgesehen ist.

13. Brenner nach einem der Ansprüche 9 bis 12, 5
dadurch gekennzeichnet, dass der wenigstens eine Strömungsrichter (32,43,51) in Strömungsrichtung einer, vorzugsweise im Primärrohrspalt (4) angeordneten, Dralleinrichtung (5) nachgeschaltet vorgesehen ist und wobei die Dralleinrichtung (5) zur Aufprägung eines Dralls auf die im Primärrohrspalt (4) geführte Strömung vorgesehen ist. 10
14. Brenner nach einem der Ansprüche 7 bis 13, 15
dadurch gekennzeichnet, dass der wenigstens eine Strömungsrichter (51) in Strömungsrichtung, vorzugsweise unmittelbar, vor der Umlenkeinrichtung (52) vorgesehen ist.
15. Brenner nach einem der Ansprüche 7 bis 14, 20
dadurch gekennzeichnet, dass am austrittsseitigen Ende (6) des Primärrohrs (3) ein nach innen in die Strömung des Primärrohrs (2) ragender Flammhalter (7) vorgesehen ist. 25

25

30

35

40

45

50

55

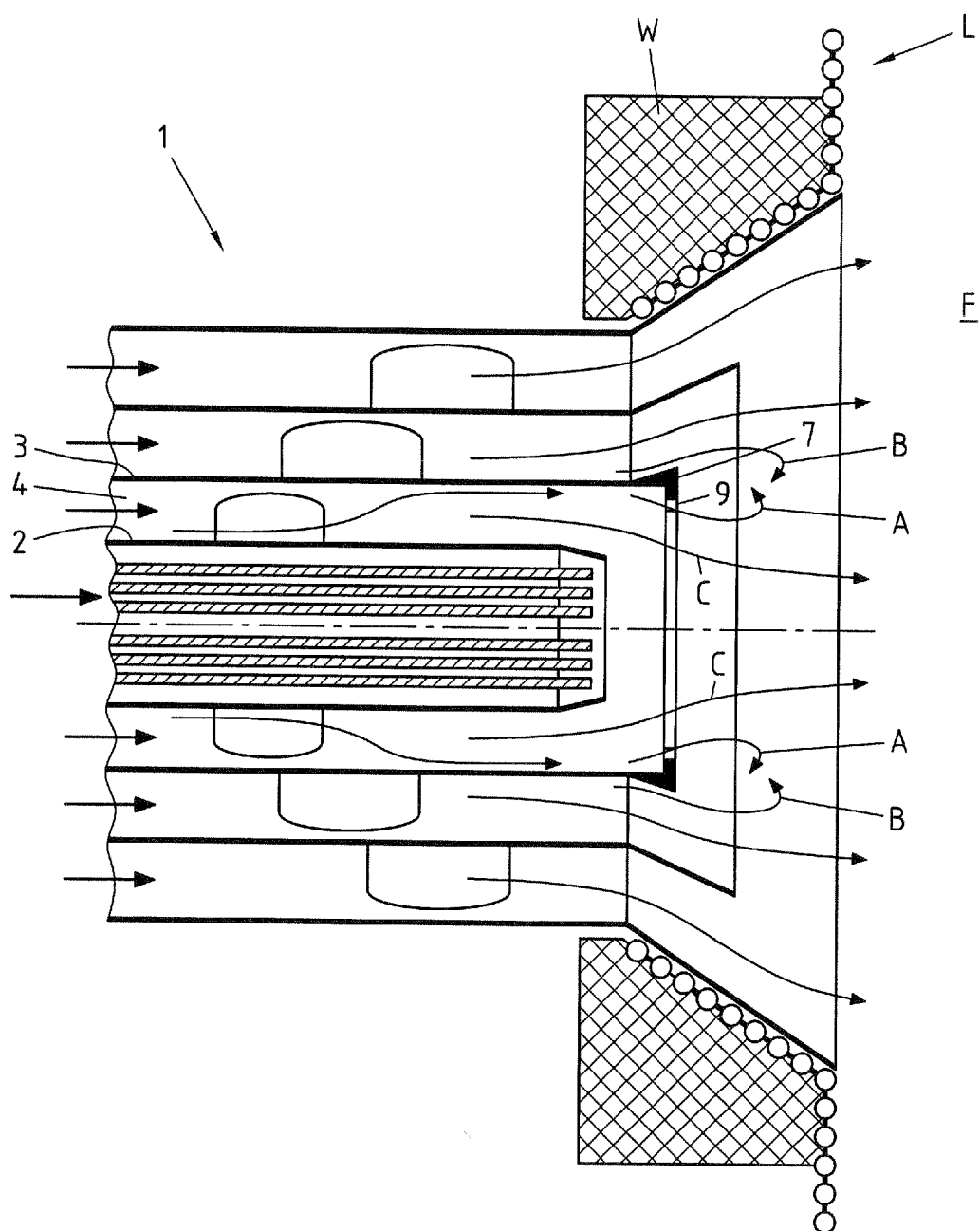


Fig.1

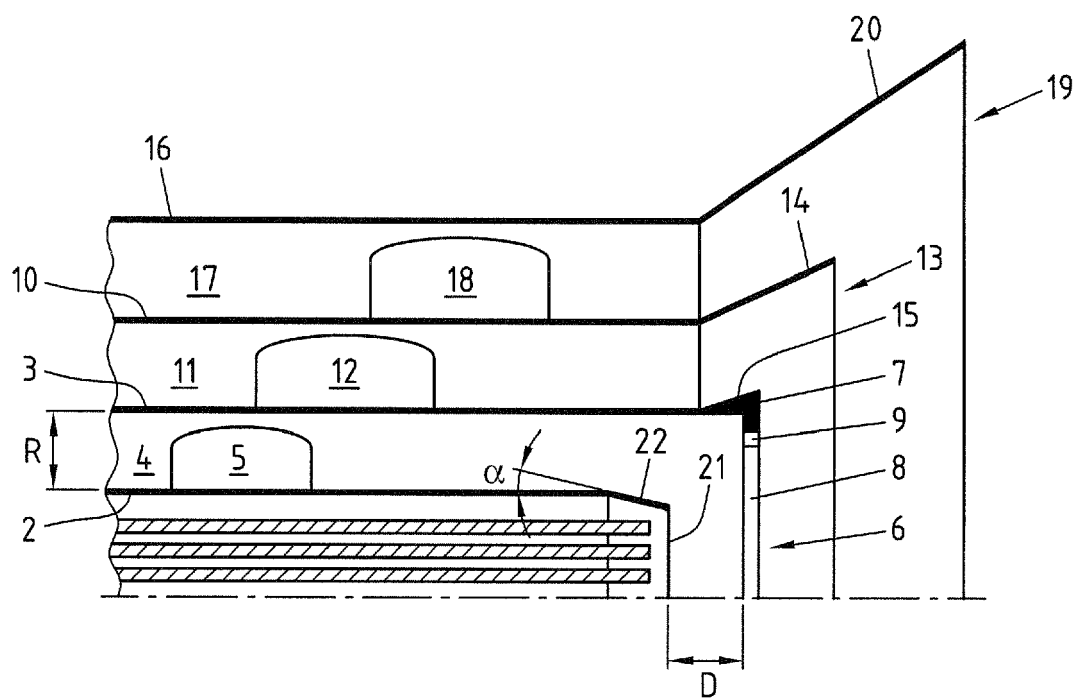


Fig.2

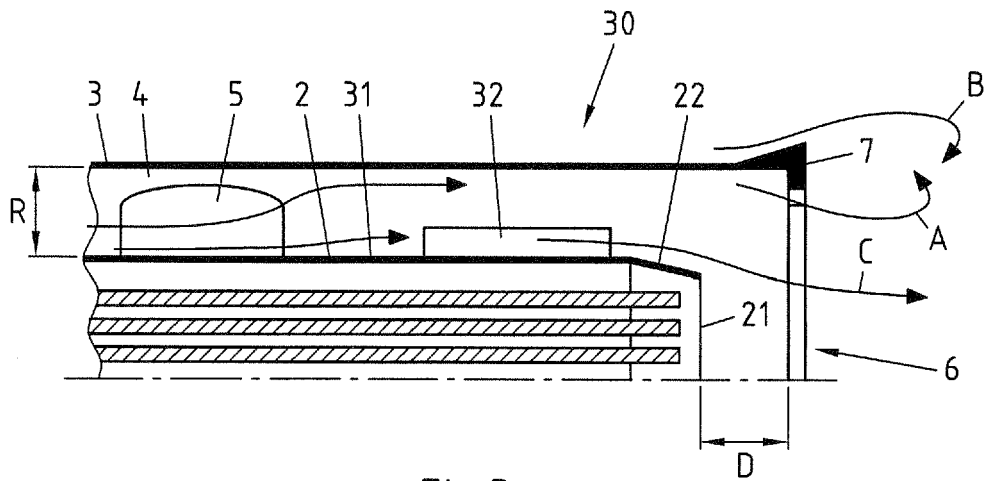


Fig.3

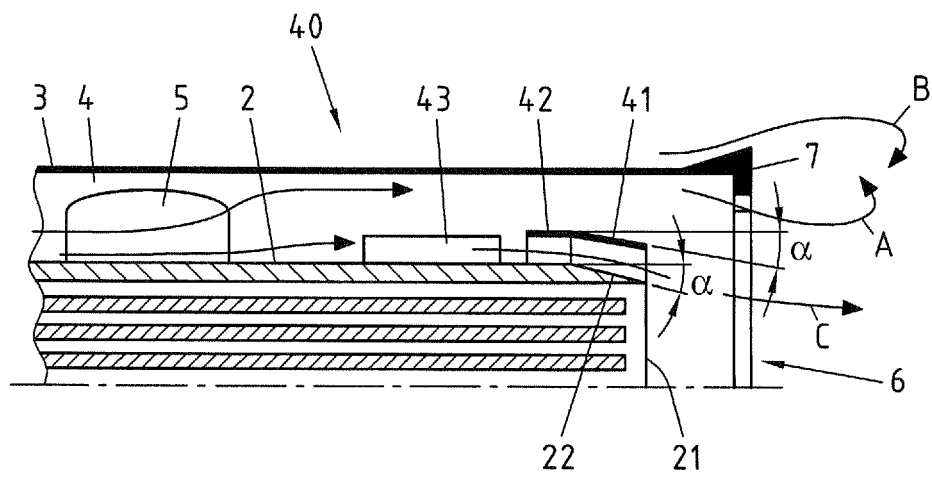


Fig.4

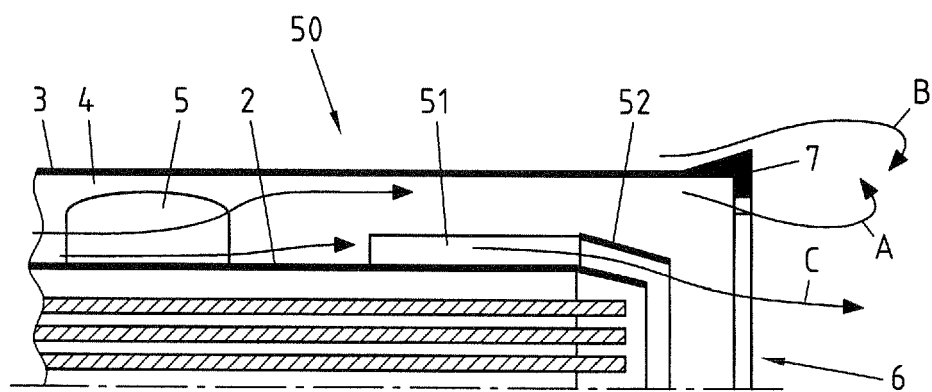


Fig.5



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 12 16 4354

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 5 431 114 A (MORITA SHIGEKI [JP] ET AL) 11. Juli 1995 (1995-07-11) * Spalte 4, Zeile 31 - Spalte 5, Zeile 36 * * Abbildungen 10-12 *	1-15	INV. F23C7/00 F23D1/02
X	US 5 762 007 A (VATSKY JOEL [US]) 9. Juni 1998 (1998-06-09) * Spalte 6, Zeile 40 - Zeile 60 * * Spalte 7, Zeile 19 - Zeile 44 * * Spalte 8, Zeile 23 - Spalte 9, Zeile 9 * * Abbildungen 1-4 *	1,3-5,9	
X	US 2010/307391 A1 (TAMURA MASATO [JP] ET AL) 9. Dezember 2010 (2010-12-09) * Seite 1, Absatz 4 - Absatz 20 * * Seite 3, Absatz 58 - Absatz 65 * * Abbildungen 1,2 *	1,3,4	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F23C F23D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 25. Juli 2012	Prüfer Gavriliu, Costin
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

1
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 12 16 4354

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

25-07-2012

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung			
US 5431114	A	11-07-1995	AT 148546 T	15-02-1997			
			AT 176948 T	15-03-1999			
			AU 643044 B2	04-11-1993			
			CA 2064868 A1	30-12-1991			
			CA 2149510 A1	30-12-1991			
			CN 1057712 A	08-01-1992			
			CS 9200591 A3	12-08-1992			
			CZ 9402822 A3	16-07-1997			
			DE 69124492 D1	13-03-1997			
			DE 69124492 T2	12-06-1997			
			DE 69130927 D1	01-04-1999			
			DE 69130927 T2	24-06-1999			
			DK 0489928 T3	17-02-1997			
			DK 0640793 T3	27-09-1999			
			EP 0489928 A1	17-06-1992			
			EP 0640793 A1	01-03-1995			
			ES 2099161 T3	16-05-1997			
			ES 2127869 T3	01-05-1999			
			FI 101012 B1	31-03-1998			
			GR 3029578 T3	30-06-1999			
			JP 3080440 B2	28-08-2000			
			JP 5005507 A	14-01-1993			
			PL 294035 A1	08-02-1993			
			SK 59192 A3	11-07-1995			
			SK 153994 A3	08-05-1996			
			US 5263426 A	23-11-1993			
			US 5431114 A	11-07-1995			
			WO 9200489 A1	09-01-1992			

			US 5762007	A	09-06-1998	KEINE	

			US 2010307391	A1	09-12-2010	DE 112009000291 T5	20-01-2011
						JP 2009216281 A	24-09-2009
US 2010307391 A1	09-12-2010						
WO 2009113237 A1	17-09-2009						

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 0571704 A2 [0003]