



(11) **EP 1 352 197 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
27.06.2007 Patentblatt 2007/26

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

(21) Anmeldenummer: **02704591.3**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE2002/000116

(22) Anmeldetag: **17.01.2002**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2002/057689 (25.07.2002 Gazette 2002/30)

(54) **BRENNER ZUR VERBRENNUNG VON STAUBFÖRMIGEM BRENNSTOFF**

BURNER FOR THE COMBUSTION OF PARTICULATE FUEL

BRULEUR POUR LA COMBUSTION DE COMBUSTIBLE PULVERULENT

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
SI

- **KENDEL, Friedemann**
70563 Stuttgart (DE)
- **KREBS, Hartmut**
13187 Berlin (DE)

(30) Priorität: **18.01.2001 DE 10102263**
08.06.2001 DE 10127827

(56) Entgegenhaltungen:
GB-A- 310 881 **US-A- 2 320 575**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
15.10.2003 Patentblatt 2003/42

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN** vol. 007, no. 085 (M-206), 8. April 1983 (1983-04-08) & JP 58 011308 A (SUMITOMO CEMENT KK), 22. Januar 1983 (1983-01-22) in der Anmeldung erwähnt
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN** vol. 009, no. 080 (M-370), 10. April 1985 (1985-04-10) -& JP 59 210205 A (BABCOCK HITACHI KK), 28. November 1984 (1984-11-28)

(73) Patentinhaber: **ALSTOM Power Boiler GmbH**
70329 Stuttgart (DE)

- **TIGGESE ET AL.:** "Entwicklung von shadstoffarmen Staubfeuerungs-systemen" VGB KRAFTWERKSTECHNIK, Bd. 76, Nr. 5, Mai 1996 (1996-05), Seiten 388-393, XP002198486 Essen in der Anmeldung erwähnt

(72) Erfinder:

- **KESSEL, Werner**
73614 Schorndorf (DE)
- **WEISENBURGER, Michael**
70191 Stuttgart (DE)

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 1 352 197 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf einen Brenner und ein Verfahren zur Verbrennung von staubförmigem Brennstoff, insbesondere staubförmiger und ballastreicher Kohle.

[0002] Brenner zur Verbrennung von staubförmigem Brennstoff, insbesondere staubförmiger Kohle sind bekannt, beispielsweise aus Druckschrift "Entwicklung von schadstoffarmen Staubfeuerungsanlagen" aus VGB Kraftwerkstechnik 76 (1996), Heft 5. Man unterscheidet im wesentlichen zwischen zwei Arten von Brennern für die Verbrennung von staubförmigem Brennstoff, dem üblicherweise rechteckigen Strahlbrenner und dem Rundbrenner, der in der Regel als Drall- bzw. Wirbelbrenner ausgeführt wird. Strahlbrenner bestehen üblicherweise aus einer Staubbüse, durch die der staubförmige Brennstoff mittels eines Traggases, das Primärluft oder Primärgas sein kann, in den Feuerraum zur Verbrennung eingetragen wird und aus jeweils einer Ober- und Unterluftdüse, die oberhalb und unterhalb an die Staubbüse angrenzen und durch die Sekundärluft in den Feuerraum eingetragen wird. Die jeweiligen Düsen sind mit rechteckigen Querschnitten ausgebildet. Häufig weisen Strahlbrenner mehrere Staubbüsen, und zwar zwei bis vier Staubbüsen auf. In einem solchen Fall können die in vertikaler Richtung zwischen zwei Staubbüsen liegenden Ober- und Unterluftdüsen zu einer Zwischenluftdüse zusammengefaßt werden.

[0003] Bei Verwendung derartiger Strahlbrenner zur Verbrennung von Braunkohle wird die Braunkohle üblicherweise in Schlagradmühlen aufgemahlen, mit heißen, aus dem Feuerraum bzw. der Brennkammer ab- bzw. rückgesaugten Rauchgasen getrocknet und durch die Ventilationswirkung der Schlagradmühle zu den Staubbüsen der Brenner gefördert. Aus der Staubbüse tritt daher ein Gemisch aus Brennstaub, Rauchgas, Wasserdampf und Primärluft, das nachfolgend als Primärgemisch bezeichnet wird, in den Feuerraum aus. Aus den Ober-, Unter- und ggf. Zwischenluftdüsen tritt die Sekundärluft aus. Innerhalb der rechteckigen Staubbüse sind in der Regel noch Kernluftrohre integriert, durch die ein kleiner Teil der Verbrennungsluft austritt.

[0004] Die Zündzone eines derartigen Strahlbrenners liegt in der Regel in einem bestimmten Abstand vom Brenneraustritt, und zwar in dem Bereich, indem es zu einem Kontakt zwischen den Sekundärluftstrahlen und dem Staubstrahl kommt. Dabei wird der Staubstrahl zunächst über aus dem Feuerraum angesaugtem, heißem Rauchgas auf die Zündtemperatur aufgeheizt und pyrolysiert. Aufgrund der geometrischen Anordnung der Staub- und Luftdüsen wird das rezirkulierte, heiße Rauchgas vom Staubstrahl hauptsächlich an den Seitenflächen der rechteckigen Staubbüse angesaugt. Eine Aufheizung und Pyrolyse des Staubstrahles an der oberen und unteren Fläche des Strahles kann nicht erfolgen, da diese Flächen von den Sekundärluftstrahlen ummantelt sind.

[0005] Der oben beschriebene, rechteckige Strahlbrenner ist als Bauart für die überwiegende Zahl der weltweit vorhandenen Braunkohlensorten hinsichtlich der Zündstabilität problemlos und bezüglich des NO_x-Emissionsniveaus und des Verschlackungsverhaltens des Feuerraumes optimal. Bei Braunkohlen, die einen extrem hohen Ballastgehalt aufgrund eines sehr hohen Wasser- und/oder Aschegehaltes aufweisen, ist alternativ oder ergänzend zu der für diese Brennstoffe gewöhnlich angewendeten Brudentrennung eine weitere Erhöhung der Zündstabilität durch konstruktive Maßnahmen am Brenner wünschenswert. Nachteilig ist bei dem oben beschriebenen Strahlbrenner, daß aufgrund der geometrischen Anordnung nicht der gesamte Umfang des Staubstrahles der Staubbüse zur Ansaugung von heißen Rauchgasen genutzt werden kann und damit keine vollumfängliche Aufheizung des Staubstrahles erfolgen kann. Ebenso kann, abhängig von den speziellen Randbedingungen, die Priorität für den Feuerungsbetrieb darin liegen, die Reaktionsdichte am Brenner zu erhöhen, z.B. um bei kleinen Feuerräumen einen ausreichenden Ausbrand sicherzustellen. Strahlbrenner haben jedoch aufgrund der Strömungsverhältnisse geringere Reaktionsdichten als Drall- oder Rundbrenner.

[0006] Neben den Strahlbrennern sind Rundbrenner bekannt, die ein zentrales, rundes Staub- bzw. Primärgemischrohr und ein dazu konzentrisches Sekundärluftrohr besitzen, das das zentrale Staubrohr umgibt und zwischen den beiden Rohren einen kreisringförmigen Querschnitt bildet. Durch das Staub- bzw. Primärgemischrohr wird der Brennstaub gemeinsam mit Primärluft oder Primärgas und über den kreisringförmigen Querschnitt des Sekundärluftrohres Sekundärluft in den Feuerraum eingebracht. Bei diesen Rundbrennern wird in den meisten Fällen sowohl die Sekundärluft als auch der Staubstrahl verdrallt. Dazu sind beispielsweise im Staubrohr Drallschaufeln und auf der Sekundärluftseite ein spiralförmiges Sekundärlufteintrittsgehäuse mit tangentialer Sekundärluftzufuhr vorhanden. Wie beim Strahlbrenner können auch bei Rundbrennern innerhalb des kreisrunden Staubrohres Kernluftrohre integriert sein, durch die ein kleiner Teil der Verbrennungsluft in den Feuerraum austreten kann.

[0007] Bei den bekannten Rundbrennern mit verdralltem Staubstrom ist jedoch nachteilig, daß durch die Verdrallung des Staubstromes ein Druckverlust erzeugt wird, der von der in der Regel vorgeschalteten Schlagradmühle zusätzlich aufgebracht werden muß. Hierfür ist meist eine höhere Schlagradrehzahl oder andere Maßnahmen an der Mühle erforderlich, die den Kraftbedarf und den Verschleiß in der Mühle allgemein und an den Schlagplatten im speziellen erhöhen. Ein weiterer Nachteil ist der Verschleiß, der sich an den staubseitigen Drallschaufeln einstellt. Durch die geometrische Anordnung mit dem zentralen Staubrohr und dem konzentrischen Sekundärluftrohr zeigt sich ferner nachteilig, daß der Staubstrom lediglich einen Kontakt mit dem heißen Rauchgas des Feuerraumes durch innere Rezirkulation

des Rauchgases in die Flammenwurzel der Brennerflamme besitzt, jedoch der gesamte Außenumfang des Staubstromes keinen unmittelbaren Kontakt zu dem heißen Rauchgas des Feuerraumes hat, so daß am gesamten Umfang heißes Rauchgas aus dem Feuerraum nur über die relativ kalte Sekundärluft eingemischt werden kann. Dadurch wird eine frühzeitige Aufheizung und Pyrolyse des Staubstromes behindert.

[0008] Durch Druckschrift "Patent Abstracts of Japan, Publication number 58011308 A" ist ein Kohlenstaubbrenner bekannt geworden, der eine Luftaufgabe in einem zentralen Luftaufgaberohr vorsieht und die Kohlenstaubaufgabe in einem kreisringförmigen Kanal vorsieht, der durch das innere Luftaufgaberohr und ein dieses umgebendes, äußeres Kohlenstaubaufgaberohr gebildet wird. Durch die bezüglich der Brennerlängsachse schräge und außermittige Einleitung des abrasiven bzw. erosiven Kohlenstaubstromes in den Kohlenstaubaufgabekanal werden sehr kostenaufwändige und wartungsintensive Keramikauskleidungen an der Innenwand des Kohlenstaubaufgaberohres und an der Außenwand des Luftaufgaberohres notwendig, um die Standzeiten des Kohlenstaubbrenners in vernünftigen Bereichen zu halten.

[0009] Aufgabe der Erfindung ist es nun, einen gegenüber dem Stand der Technik effizienteren und kostengünstigeren Brenner zu schaffen, der insbesondere zur Verbrennung staubförmiger und ballastreicher Kohle geeignet ist sowie ein Verfahren zum Betreiben eines solchen Brenners anzugeben.

[0010] Die vorstehend genannte Aufgabe wird hinsichtlich des Brenners durch die Merkmale des Patentanspruches 1 und hinsichtlich des Verfahrens zum Betreiben eines Brenners durch die Merkmale des Patentanspruches 23 gelöst.

[0011] Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind den Unteransprüchen zu entnehmen.

[0012] Durch die erfindungsgemäße Lösung wird ein Brenner sowie ein Verfahren zum Betreiben eines Brenners geschaffen, der bzw. das die nachfolgenden Vorteile aufweist:

- Durch den Aufbau des erfindungsgemäßen Brenners mit einem zentralen Sekundärluftrohr und einem dieses konzentrisch umgebendes und einen Kreisringquerschnitt zwischen den beiden Rohren bildendes Primärgemischrohr hat der aus dem Primärgemisch- bzw. Staubrohr in den Feuerraum austretende Primärgemisch- bzw. Staubstrahl über seinen gesamten Umfang unmittelbaren Kontakt zu den heißen Rauchgasen des Feuerraumes, die somit ungehindert angesaugt werden können und den Staubstrahl aufheizen können. Gegenüber Rundbrennern, bei denen üblicherweise der Primärgemischstrom durch den Sekundärluftstrom ummantelt wird und somit keine Kontaktflächen zwischen dem Primärgemisch- bzw. Staubstrahl und dem heißen Rauchgas des Feuerraumes besitzen, wird nun-

mehr eine solche Kontaktfläche in vollem Umfang geschaffen und gegenüber den bekannten Strahlbrennern mit rechteckig ausgebildeten Primärgemisch- und Sekundärluftdüsen ist die Kontaktfläche zwischen Primärgemisch- bzw. Staubstrahl und heißen Rauchgasen wesentlich vergrößert worden. Damit wird beim erfindungsgemäßen Brenner die frühzeitige Aufheizung der Brennstoffpartikel des Primärgemisch- bzw. Staubstrahls auf die Zündtemperatur und die Pyrolyse derselben wesentlich verbessert und dadurch die Zündstabilität in erheblichem Maße erhöht.

- Durch den primärgemischströmungsseitig stromaufwärts des Sekundärluftrohres gelegenen Strömungsstabilitätsbereich wird eine axiale Einleitung des Primärgemischstromes in den Brenner bewirkt und dadurch eine gleichförmige Aufteilung des Feststoffes über den Querschnitt und ein geringerer Druckverlust im System erzielt. Durch die axiale Einleitung des Primärgemischstromes in den Brenner können in besonders vorteilhafter Weise Erosionen an der Primärgemisch- und Sekundärluftleitung weitgehendst vermieden werden, so dass der Einsatz von kostenintensiven Verschleißteilen und Wartungen diesbezüglich vermieden werden kann. Die axiale Einleitung des Primärgemischstromes in den Brenner wird letztendlich auch durch die erfindungsgemäße Heranführung der Sekundärluft mittels eines auf dem Umfang des Primärgemischrohres angeordneten Sekundärlufteintrittsgehäuses und der davon abgehenden und in die Sekundärluftleitung führenden Durchtrittskanäle ermöglicht.
- Durch den oben genannten geringeren Druckverlust im System wird gleichzeitig die vorgeschaltete Schlagradmühle entlastet, d.h. sie benötigt eine geringere Leistung.

[0013] In vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung ist der Durchtrittskanal solchermaßen ausgebildet, dass der Sekundärluftstrom tangential, radial und einem dazwischen liegenden Winkelbereich in das Sekundärluftrohr eingeleitet werden kann. Durch diese konstruktive Maßnahme wird es ermöglicht, den Sekundärluftstrom mittels eines Hilfsmittels, z.B. einer Drallregeleinrichtung, mit einem starken, einem abgeschwächten oder keinem Drall dem Sekundärluftrohr zuzuführen.

[0014] Durch Ausbildung des Durchtrittskanals mit einer Drallregeleinrichtung bzw. -klappe kann die Einleitung bzw. die Einströmrichtung des Sekundärluftstromes in das Sekundärluftrohr vorteilhaft geregelt werden. Mit dieser Maßnahme wird es ermöglicht, dass der Sekundärluftstrom radial, d.h. ohne Drall oder tangential, d.h. mit Drall in das Sekundärluftrohr eingeführt bzw. eingeleitet wird ohne hierfür spezielle Einrichtungen innerhalb des Sekundärluftrohres vorsehen zu müssen. Auch die Einleitung mit einem abgeschwächten Drall ist möglich,

wenn die durch die Drallregelklappe erzeugte Einleitungsrichtung in einem Bereich zwischen radialer und tangentialer Einleitung liegt. Durch die Verdrallung des Sekundärluftstromes entsteht am Brenneraustritt in Brennerachsennähe eine Unterdruckzone, die zusätzlich heiße Rauchgase aus der Flamme in Richtung Flammenwurzel transportiert und damit die Zündstabilität und die Reaktionsdichte in der Flamme erhöht. In der definierten, brenneraustrittsnahen Zündzone entsteht ein Bereich, in dem durch die Vermischung zwischen Staubstrahl und Sekundärluft sowohl eine zündfähige Staub-/Luftkonzentration als auch durch die Einmischung von heißen Rauchgasen aus dem Feuerraum sowie von heißen Rauchgasen aus der Flamme selbst die Zündtemperatur erreicht wird. Ist feuerungsseitig bzw. brennstoffbedingt keine verdrallte Sekundärluft erforderlich, dann kann diese radial in das Sekundärluftrohr eingeleitet werden.

[0015] In vorteilhafter Ausbildung der Erfindung weist der Kanal des Eintrittsgehäuses eine mit größer werden dem Umfangswinkel eine im wesentlichen verringerte Tiefe auf, um eine gleichmäßige Strömungsgeschwindigkeit innerhalb des Eintrittsgehäuses sowie in den davon abzweigenden Durchtrittskanälen zu erzielen. Dies kann am zweckmäßigsten durch ein spiralförmiges Eintrittsgehäuse erreicht werden.

[0016] Um die Lage der Zündzone am Brenner optimieren zu können kann in vorteilhafter Weise das Sekundärluftrohr oder zumindest ein austrittseitiger Teil des Sekundärluftrohres innerhalb des Primärgemischrohres axial verschoben werden.

[0017] Die Ebene des Sekundärluftrohraustrittes liegt vorteilhafterweise strömungsmediumseitig und in Bezug auf die Längsachse des Sekundär- und Primärgemischrohres gesehen stromabwärts oder stromaufwärts oder auf gleicher Ebene des Primärgemischrohraustrittes. Durch diese Anordnung kann eine optimale Ausrichtung der beiden Luftrohre zueinander hinsichtlich der Zündzone und der Zündstabilität geschaffen werden.

[0018] Vorteilhaft ist es, die der Brennermündung abgewandte Stirnwand des Sekundärluftrohres bzw. des Durchtrittskanals an der Anströmseite des Primärgemisches mit einem verschleißfesten bzw. stromabweisenden Mittel auszubilden, um Wirbelbildungen und Verschleiß an der Stirnwand zu unterbinden.

[0019] In vorteilhafter Ausbildung der Erfindung wird die der Brennermündung zugewandte Stirnwand des Durchtrittskanals an der Abströmseite des Primärgasgemisches mit einem Verdrängungskörper ausgebildet, um ebenfalls Verwirbelungen und Ablagerungen zu unterbinden.

[0020] In vorteilhafter Ausbildung der Erfindung wird das Sekundärluftrohr an seinem Außenumfang des austrittseitigen Endes mit einem Stauring ausgebildet oder es wird zum Austritt in den Feuerraum hin konisch aufgeweitet. Durch beide Maßnahmen kann die Zündstabilität zusätzlich erhöht werden.

[0021] Durch die Anordnung von mehreren Stauseg-

menten am Brenneraustritt, wobei sich jedes Stausegment radial zwischen Sekundärluftrohr und Primärgemischrohr und angular über einen Teilbereich des Brenneraustrittsumfanges bzw. über einen Teilbereich des kreisringförmigen Austrittes zwischen dem Sekundärluftrohr und dem Primärgemischrohr erstreckt und die Stausegmente winkelseitig voneinander gleichmäßig beabstandet sind, wird in vorteilhafter Weise die Kontaktfläche zwischen Primärgemisch und heißen Rauchgasen weiter erhöht sowie eine verbesserte Durchmischung von Primärgemisch, Sekundärluft und Rauchgasen erzielt. Eine erhöhte Zündstabilität ist hieraus die Folge.

[0022] Vorteilhaft ist es, innerhalb des Primärgemischrohres eine Dralleinrichtung und/oder strömungsmittelseitig unmittelbar vor dem Primärgemischrohr, d.h. stromaufwärts, ein spiralförmiges Primärgemischgehäuse anzuordnen. Mit einer dieser Maßnahmen kann ein verdrallter Staubstrom erzeugt werden und eine zusätzliche Zündstabilität des Gemischstromes erreicht werden.

[0023] Bei einer zweckmäßigen Ausbildung der Erfindung beträgt der Abstand L zwischen Brennermündung und der der Brennermündung zugewandten Stirnwand des Sekundärlufteintrittsgehäuses das 1,0- bis 10-fache des Durchmessers d_{SL} des Sekundärluftrohres um einen ausreichenden bzw. wirkungsvollen Rotationsdrall der Sekundärluft an der Brennermündung zu haben.

[0024] Bei einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung weist das Primärgemischrohr an seinem austrittseitigen Ende eine konische Aufweitung auf um damit die Zündstabilität zu beeinflussen.

[0025] Eine zweckmäßige Ausbildung der Erfindung weist an der dem Primärgemischrohreintritt gegenüberliegenden Seite der Innenfläche des Primärgemischrohres mindestens ein strömungsmittelseitig stromabwärts des Primärgemischrohereintrittes gelegenen Vergleichmäßigungskörper zur Vergleichmäßigung des Primärgemischstromes auf. Durch diese Maßnahme können Gemischstrahlen in dem Primärgemischrohr, die sich vorwiegend auf der gegenüberliegenden Seite des Gemischeintrittes bilden, aufgelöst und der Gemischstrom vergleichmäßiggt werden.

[0026] Es ist ferner vorteilhaft, die Längsachse des Sekundärluftrohres und Primärgemischrohres in Austrittsrichtung um 0 bis 20° zur Horizontalen geneigt auszubilden um die Brennzone tiefer in die Brennkammer zu drücken und somit einen größeren Ausbrandweg des Brennstoffes zu erreichen.

[0027] Bei einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist am Innenumfang bzw. der Innenfläche des Primärgemischrohres im Bereich des Sekundärluftrohres bzw. im Bereich des Sekundärluftrohraustrittes ein ringförmiger Leitkörper angeordnet, der einen Teil des kreisringförmigen Querschnittes zwischen dem Primärgemischrohr und Sekundärluftrohr einnimmt. Damit kann eine lokale Anreicherung des Primärgemisches an die innere Peripherie des kreisringförmigen Querschnittes erzielt werden und infolgedessen eine effizientere

Vermischung des Primärgemisches mit der Sekundärluft.

[0028] Es ist ferner vorteilhaft, die Durchtrittskanäle jeweils im gleichen Winkelabstand zueinander anzuordnen sowie sie gleich breit auszuführen, d.h. dass sie angular jeweils einen gleich großen Teilbereich des ringförmigen Querschnittes einnehmen, um gleich große Durchtrittsquerschnitte für den Primärgemischstrom zu erzielen.

[0029] Der erfindungsgemäße Brenner wird zweckmäßig unterstöchiometrisch, d.h. mit einem Sauerstoffunterangebot, betrieben um eine möglichst NO_x -arme Verbrennung des Brennstoffes zu erzielen und um damit eine möglichst umweltfreundliche Feuerung zu schaffen.

[0030] Nachstehend sind Ausführungsbeispiele der Erfindung an Hand der Zeichnungen und der Beschreibung näher erläutert.

[0031] Es zeigt:

Fig. 1 schematisch dargestellt die Frontansicht eines Strahlbrenners gemäß einem Stand der Technik,

Fig. 2 einen Längsschnitt durch den Strahlbrenner gemäß Schnitt A-A der Figur 1,

Fig. 3 schematisch dargestellt die Frontansicht eines Rundbrenners gemäß einem Stand der Technik,

Fig. 4 einen Längsschnitt durch den Rundbrenner gemäß Schnitt B-B der Figur 3,

Fig. 5 schematisch dargestellt den Querschnitt eines erfindungsgemäßen Brenners im Bereich der tangentialen bzw. radialen Zuführung der Sekundärluft (Schnitt E-E der Figur 6),

Fig. 6 einen Längsschnitt durch den Brenner gemäß Schnitt D-D der Figur 5,

Fig. 7 einen Längsschnitt gemäß Schnitt F-F der Figur 6,

Fig. 8 einen Teillängsschnitt durch den Brenner gemäß Schnitt D-D der Figur 5 im Bereich zwischen tangentialer bzw. radialer Sekundärluftzuführung und Brennermündung,

Fig. 9 schematisch dargestellt die Frontansicht eines erfindungsgemäßen Brenners, alternative Ausführung,

Fig. 10 einen Teillängsschnitt durch den Brenner gemäß Schnitt D-D der Figur 5 im Bereich zwischen tangentialer bzw. radialer Sekundärluftzuführung und Brennermündung, alternative Ausführung,

Fig. 11 einen Längsschnitt durch den Brenner gemäß Schnitt D-D der Figur 5, alternative Ausführung.

5 Fig. 12 wie Figur 5, jedoch alternative Ausführung

[0032] Figur 1 und 2 weist einen Strahlbrenner gemäß einem Stand der Technik auf. Diese Brenner bestehen aus einer Staubbüse 24, einer Unterluftdüse 25 und einer Oberluftdüse 26, wobei deren Querschnitte rechteckig ausgebildet sind. Der gesamte Brenner besteht in den meisten Fällen aus mehreren Staubbüsen 24, meist aus 2 oder 3 Stück. In diesem Fall können die in vertikaler Richtung zwischen zwei Staubbüsen 24 liegenden Ober- und Unterluftquerschnitte zu einem Zwischenluftquerschnitt zusammengefaßt werden.

[0033] Braunkohle wird überwiegend in Schlagradmühlen aufgemahlen, mit heißen, aus der Brennkammer bzw. dem Feuerraum 10 zurückgesaugten Rauchgasen getrocknet und durch die Ventilationswirkung der nicht dargestellten Schlagradmühle zu den Staubbüsen 24 der Brenner gefördert. Aus der Staubbüse 24 tritt daher ein Gemisch aus Brennstaub, Rauchgas, Wasserdampf und Primärluft in den Feuerraum 10 aus, welches nachfolgend als Primärgemisch bezeichnet wird. Aus den Ober-, Unter- und Zwischenluftdüsen 25, 26 tritt die Sekundärluft aus. Innerhalb der rechteckigen Staubbüse 24 sind in der Regel noch Kernluftrohre (nicht dargestellt) integriert, durch die ein kleiner Teil der Verbrennungsluft austritt.

[0034] Fig. 2 zeigt den Längsschnitt eines Strahlbrenners mit dem Austritt der Strahlen in den Feuerraum 10. Die Zündzone 18 eines derartigen Brenners liegt in der Regel in einem bestimmten Abstand vom Brenneraustritt, und zwar in dem Bereich, indem es zu einem Kontakt zwischen den Sekundärluftströmen bzw. -strahlen 19 und dem Staubstrom bzw. -strahl 20 kommt. Dabei wird der Staubstrahl 20 zunächst über aus dem Feuerraum 10 angesaugtes, heißes Rauchgas 21 auf die Zündtemperatur aufgeheizt und pyrolysiert. Aufgrund der geometrischen Anordnung der Staub- 24 und Luftdüsen 25, 26 wird das rezirkulierte, heiße Rauchgas 21 vom Staubstrahl 20 hauptsächlich an den Seitenflächen der rechteckigen Staubbüse 24 angesaugt (Fig. 1).

[0035] Figuren 3 und 4 zeigen einen Rund- bzw. Drall- bzw. Wirbelbrenner gemäß einem Stand der Technik, der ein zentrales, rundes Staub- bzw. Primärgemischrohr 4 und ein dazu konzentrisches Sekundärluftrohr 3 aufweist. Bei diesen Rundbrennern wird üblicherweise sowohl der Sekundärluftstrom 19 als auch der Staubstrom 20 verdrallt. Dazu sind im Staubrohr 4 die Drallschaufeln 12 und auf der Sekundärluftseite ein spiralförmiges Sekundärluft-Eintrittsgehäuse 28 mit tangentialer Sekundärluftzufuhr vorhanden.

[0036] Figuren 5 bis 12 zeigen mögliche Ausgestaltungen eines erfindungsgemäßen Brenners 1 auf, wobei Figur 5 und 12 einen Querschnitt im Bereich der Heranführung und Einleitung der Sekundärluft in das Sekun-

därluftrohr und Figuren 6, 8, 10 und 11 jeweils einen Längsschnitt bzw. partiellen Längsschnitt des Brenners 1 zeigen, aus denen der Aufbau dieses Brenners ersichtlich wird. Gemäß Figuren 5 und 6 wird der Brenner 1 im wesentlichen aus einem zentralen und runden Sekundär-
 5 däluftröhr 3, dessen Zentrum die Längsachse 27 ist, und einem runden Primärgemischrohr bzw. Staubrohr 4 gebildet, das das Sekundär-
 10 däluftröhr 3 unter Bildung eines ringförmigen Querschnittes 9 konzentrisch umgibt. Das eintrittseitige Ende 6 des Primärgemischrohrs 4 ist mit einer im wesentlichen senkrecht zum Primärgemischrohr 4 angeordneten Zuführungsleitung 17 verbunden und das eintrittseitige Ende 5 des Sekundär-
 15 däluftröhres 3 ist über Durchtrittskanäle 35 und über den Kanal 40 des Sekundär-
 20 dälufteintrittsgehäuses 28 mit einer Zuführungs-
 25 leitung 16 verbunden. Die austrittseitigen Enden 7, 8 des Primärgemisch- 4 und Sekundär-
 30 däluftröhres 3 münden in der Brenneröffnung bzw. Brennermündung 2 der Feuer-
 35 raumwand 11. Der Sekundär-
 40 däluftröhraustritt 7 erstreckt sich über den gesamten Querschnitt des Sekundär-
 45 däluftröhres 3 sowie ggf. über die konische Aufweitung 30, die in der, Figur 8 als eine bevorzugte Ausbildung der Erfin-
 50 dung abgebildet ist. Der Primärgemischrohraustritt 8 erstreckt sich über den gesamten Querschnitt des kreis-
 55 ringförmigen Querschnittes 9 zwischen den beiden Roh-
 60 ren 3 und 4 vermindert um die - falls angewandt - durch die konische Aufweitung 30 des Sekundär-
 65 däluftröhres 3 verursachte Verengung bzw. erweitert - falls angewandt - um die konische Aufweitung 48 des Primärgemischrohrs 4.

[0037] Die Zuführung des gesamten Sekundär-
 5 dälufstromes 19 bzw. sämtlicher über die Primärluft hinausgehen-
 10 den Luft in den Brenner 1 erfolgt in Durchströmungsrich-
 15 tung (durch Pfeile in den Figuren dargestellt) durch die Zuführungsleitung 16, die bevorzugt senkrecht zu der Brenner-Längsachse 27 angeordnet ist, durch das einen radialen Kanal 40 bildende Eintrittsgehäuse 28, durch die den ringförmigen Querschnitt 9 durchdringenden Durchtrittskanäle 35 und über den Sekundär-
 20 däluftröhrein-
 25 tritt 5 in das Sekundär-
 30 däluftröhr 3. Nach Umlenkung des Stromes 19 im Sekundär-
 35 däluftröhr 3 - die Stirnseite des eintrittseitigen Endes des Sekundär-
 40 däluftröhres 3 ist erfindungsgemäß mit einer Stirnwand 38 verschlossen -
 45 strömt dieser parallel zu der Längsachse 27 und tritt am offenen Querschnitt des Sekundär-
 50 däluftröhraustrittes 7 aus dem Sekundär-
 55 däluftröhr 3 in den Feuerraum 10 aus. Dabei sind die Durchtrittskanäle 35 derart ausgebildet, dass der Sekundär-
 60 dälufstrom 19 tangential, radial und in jeder ge-
 65 wünschten dazwischen liegenden Richtung in das Sekundär-
 70 däluftröhr 3 eingebracht werden kann.

[0038] Um den Eintritt des durch die Zuführungsleitung 16 und dem Eintrittsgehäuse 28 herangebrachten Sekundär-
 5 dälufstromes 19 in die zentral gelegene Sekundär-
 10 dälufleitung 3 zu ermöglichen sind erfindungsgemäß we-
 15 nigstens zwei Durchtrittskanäle 35 - im Beispiel gemäß Figuren 5 bis 12 sind es drei Durchtrittskanäle 35 - vor-
 20 gesehen, die den Kanal 40 des Eintrittsgehäuses 28 mit dem Innenquerschnitt des Sekundär-
 25 däluftröhres 3 verbin-

den. Im Bereich der Durchtrittskanäle 35 weist sowohl das Primärgemischrohr 4 als auch das Sekundär-
 5 däluftröhr 3 Öffnungen 42, 43 in der Größe des Querschnittes des Durchtrittskanals 35 für den Durchtritt des Sekundär-
 10 dälufstromes 19 auf. Jeder Durchtrittskanal 35 nimmt dabei angular einen Teil des kreisringförmigen Querschnittes 9 zwischen Primärgemischrohr 4 und Sekundär-
 15 däluftröhr 3 ein, wobei bei einer bevorzugten Ausführung jeder Durchtrittskanal 35 angular den gleichen Teil des kreis-
 20 ringförmigen Querschnittes 9 einnimmt.

[0039] Der Querschnitt der Durchtrittskanäle 35 ist in der Regel rechteckig - mit einer Breite b und einer Höhe h - ausgebildet. In Durchströmungsrichtung ist der Durch-
 5 trittskanal 35 derart ausgebildet, dass wie bereits oben angeführt, der Sekundär-
 10 dälufstrom 19 entweder radial, tangential oder in einem Winkelbereich dazwischen in das Sekundär-
 15 däluftröhr 3 eingebracht werden kann. Diese Vorgabe kann beispielsweise durch einen Durchtrittska-
 20 nal 35 gemäß Figur 12 erreicht werden, bei der die Seitenwände 46, 47 entsprechend ausgebildet sind. Zur Re-
 25 gelung der gewünschten Sekundär-
 30 dälufteinströmrichtung kann eine Drallregel-
 35 einrichtung 34, insbesondere eine Drallregel-
 40 klappe, die innerhalb des Durchtrittskanals 35 bzw. am Sekundär-
 45 däluftröhrein-
 50 tritt 5 bzw. an der Öffnung 42 angeordnet ist, vorgesehen werden. Der Durchtritts-
 55 kanal 35 wird mittels der Stirnwände 39 und 45 sowie der Seitenwände 46 und 47 gebildet.

[0040] Bei einer bevorzugten Betriebsweise des Bren-
 5 ners 1 wird der Sekundär-
 10 dälufstrom 19 mittels der Drallre-
 15 geleinrichtung 34 tangential in das Sekundär-
 20 däluftröhr 3 eingeführt und dem Strom 19 somit ein Rotationsdrall mitgegeben, der bis zum Austritt in den Feuerraum 10 beibehalten wird und der ohne gesonderte Einrichtungen im Sekundär-
 25 däluftröhr 3 erzielt wird. Mittels der Drallre-
 30 geleinrichtung 34 lässt sich der Drall des Sekundär-
 35 dälufstromes 19 beeinflussen bzw. abschwächen bis hin zur drall-
 40 freien Zuführung bei radialer Einführung des Sekundär-
 45 dälufstromes 19 in das Sekundär-
 50 däluftröhr 3.

[0041] Die Drallregel-
 5 einrichtung 34 sämtlicher Durch-
 10 trittskanäle 35 kann beispielsweise durch eine zentrale, nicht dargestellte Spindelverstell-
 15 einrichtung bedient werden, so dass an jedem Durchtrittskanal 35 exakt die gleiche Regelstellung und somit gleiche Sekundär-
 20 dälufmengeneinstellung erzielt wird.

[0042] Die Durchtrittskanäle 35 sind innerhalb des kreisringförmigen Querschnittes 9 vorzugsweise jeweils gleichmäßig voneinander beabstandet, so dass auch die Durchtritte 44 für den Primärgemischstrom 20 bei gleichen Querabmessungen der Durchtrittskanäle 35 gleiche Querschnitte aufweisen und eine gleichmäßige Ver-
 5 teilung des Primärgemischstromes 20 erzielt wird.

[0043] Das radial außerhalb des Primärgemischrohrs 4 und im Bereich der Durchtrittskanäle 35 angeordnete Eintrittsgehäuse 28 erstreckt sich zumindest über einen Teil des Umfanges des Rohres 4 derart, dass alle vorhandenen Durchtrittskanäle 35 mit Sekundär-
 5 däluf beaufschlagt werden können. Das Eintrittsgehäuse 28 kann in einfacher Weise ein kastenförmiges Gehäuse

sein, das somit den obengenannten Kanal 40 zwischen dem Rohr 4 und der Außenwand des Gehäuses 28 bildet (siehe Figur 12). Dabei weist der von dem Eintrittsgehäuse 28 am Außenumfang des Rohres 4 gebildete Kanal 40 bevorzugt eine mit größer werdendem Umfangswinkel eine im wesentlichen verringerte Tiefe auf, um eine über den Umfang gesehen weitgehend gleichförmige Geschwindigkeit und Zuteilung des Sekundärluftstromes 19 zu jedem einzelnen Durchtrittskanal 35 und weiter in das Sekundärluftrohr 3 zu erzielen. Diese Vorgabe kann unter anderem durch eine bevorzugte spiralförmige Ausbildung des Eintrittsgehäuses 28 erreicht werden.

[0044] Da der durch die tangentielle Einführung in das Sekundärluftrohr 3 erzeugte Drall mit der Länge des Rohres 3 abnehmen kann ist es sinnvoll, dass die tangentielle Einführung der Sekundärluft nicht zu weit entfernt von der Brennermündung 2 angeordnet ist. Der Abstand L zwischen Brennermündung 2 und der zur Brennermündung 2 zeigenden Stirnwand des Eintrittsgehäuses 28 (entspricht im wesentlichen auch der zur Brennermündung 2 hin gelegenen Öffnungsbegrenzung der Eintrittsöffnung 5) wird vorzugsweise mit dem 0,5- bis 10-fachen des Durchmessers d_{SL} des Sekundärluftrohres 3 ausgebildet.

[0045] Um die Lage der Zündzone 18 am Brenneraustritt 2 verändern bzw. optimieren zu können, ist es vorgesehen, dass das Sekundärluftrohr 3 bzw. ein austrittseitiger Teil 13 des Sekundärluftrohres 3 innerhalb des Primärgemischrohres 4 axial verschoben werden kann. Damit kann die Austrittsebene des austrittseitigen Endes 7 des Sekundärluftrohres 3 bzw. des austrittseitigen Teiles 13 in Relation zu der Austrittsebene des austrittseitigen Endes 8 des Primärgemischrohres 4 in unterschiedliche Positionen gebracht werden. In Figur 6 ist die Austrittsebene des austrittseitigen Endes 7 des Sekundärluftrohres 3 bzw. des austrittseitigen Teiles 13 strömungsmediumseitig gesehen um das Maß k stromaufwärts der Austrittsebene des austrittseitigen Endes 8 des Primärgemischrohres 4 gelegen. Je nach Brennstoff und Brennergröße kann das Maß k bis zum 0,5-fachen des Durchmessers d_{SL} des Sekundärluftrohres 3 betragen, d. h. die beiden austrittseitigen Enden 7, 8 können auch bündig zueinander liegen. Auch ein Überstand des Sekundärluftrohres 3, d. h. die Austrittsebene des austrittseitigen Endes 7 des Sekundärluftrohres 3 liegt strömungsmediumseitig gesehen um das Maß k stromabwärts der Austrittsebene des austrittseitigen Endes 8 des Primärgemischrohres 4, ist möglich. Hier kann das Maß k ebenfalls bis zum 0,5-fachen des Durchmessers d_{SL} des Sekundärluftrohres 3 betragen.

[0046] Bei einem vorhandenen axial verschiebbaren austrittseitigen Teil 13 kann das Sekundärluftrohr 3 aus zwei Teilen bestehen, einem stationären Teil und einem axial verschiebbaren Teil 13, wobei beide Teile überlappend ausgebildet sind (Figur 10).

[0047] Die Zündstabilität kann auch durch konstruktive Maßnahmen am Austritt 7 des Sekundärluftrohres 3 beeinflusst werden, indem gemäß Figur 6 das Ende des

Rohres 3 eine konische Aufweitung 30 erfährt oder indem gemäß Figur 10 am äußeren Umfang des Sekundärluftrohres 3 ein Stauring 15 vorgesehen wird, der den kreisringförmigen Querschnitt 9 am Primärgemischrohraustritt 8 verringert.

[0048] Gemäß der Figur 6 wird dem Brenner 1 Primärluft bzw. Primärgas, das im wesentlichen aus Primärluft, Rauchgas und Wasserdampf besteht, zusammen mit partikel- bzw. staubförmigem Brennstoff durch die in den meisten Fällen senkrecht zum Primärgemischrohr 4 angeordnete Zuführungsleitung 17 zugeführt und dieses Gemisch (Primärgemisch) gelangt über den Primärgemischrohreintritt 6 in das Primärgemischrohr 4. Stromabwärts des Eintrittes 6 und stromaufwärts des Sekundärluftrohres 3 beinhaltet das Primärgemischrohr 4 einen Strömungsstabilisierungsbereich 49, in dem der umgelenkte Primärgemischstrom 20 erfindungsgemäß stabilisiert, d.h. in axialer Strömungsrichtung ausgerichtet wird. In Durchströmungsrichtung gesehen kann das Primärgemischrohr 4 stromabwärts des Strömungsstabilisierungsbereiches 49 bzw. stromaufwärts des Sekundärluftrohres 3 eine Aufweitung des Außendurchmessers erfahren, um ggf. im wesentlichen dieselben Strömungsgeschwindigkeiten im kreisförmigen Querschnitt 9 wie im Strömungsstabilisierungsbereich 49 zu erzielen. Nach Durchströmung der im Bereich der bzw. zwischen den Sekundärluftdurchtrittskanäle 35 gelegenen Durchtritte 44 und des Primärgemischrohres 4 in paralleler Richtung zu der Längsachse 27 tritt der Primärgemischstrom 20 am Austritt 8 in den Feuerraum 10 aus. Im Durchtritt 44 tritt gegenüber dem freien Kreisringquerschnitt 9 eine erhöhte Strömungsgeschwindigkeit auf, die sich zur Verhinderung von Ablagerungen an diesem verengten Querschnitt als vorteilhaft erweist.

[0049] Zur Vergleichmäßigung des Primärgemischstromes 20 innerhalb des Strömungsstabilisierungsbereiches 49 kann zumindest ein Vergleichmäßigungskörper 31 innerhalb des Primärgemischrohres 4 vorgesehen werden, da sich beim Eintritt des Primärgemischstromes 20 in das Primärgemischrohr 4 Strahlen, d. h. Brennstoffstaubanreicherungen, bilden können. Dies tritt insbesondere an der Seite des Primärgemischrohres 4 ein, die gegenüber dem Primärgemischrohreintritt 6 gelegen ist. Zweckmäßigerweise wird der bzw. die Vergleichmäßigungskörper 31 an dieser Seite der Innenfläche des Primärgemischrohres 4 angeordnet, und zwar strömungsmediumseitig stromabwärts von dem Primärgemischrohreintritt 6. Der Vergleichmäßigungskörper 31 kann beispielsweise ein Blechkörper sein.

[0050] Figur 6 weist ferner einen ringförmigen Leitkörper 32 auf, der am Innenumfang bzw. an der Innenfläche des Primärgemischrohres 4 im Bereich des Sekundärluftrohres 3 bzw. bevorzugt im Bereich des Sekundärluftrohraustrittes 7 angeordnet sein kann und der einen radialen Teil des kreisringförmigen Querschnittes 9 zwischen dem Primärgemischrohr 4 und dem Sekundärluftrohr 3 einnimmt. Damit kann eine lokale Anreicherung des Primärgemisches 20 an die innere Peripherie des

kreisringförmigen Querschnittes 9 erzielt werden.

[0051] Durch die erfindungsgemäße Zuführung des Primärgemischstromes 20 in den Brenner 1 wird in vorteilhafter Weise der Druckverlust in diesem System verringert. Ferner wird eine gleichmäßigere Verteilung des staubförmigen Brennstoffes über den Querschnitt erzielt.

[0052] Wenn es die Feuerungsbedingungen erfordern, kann auch für den Staubstrom 20 eine Dralleinrichtung innerhalb des Primärgemischrohres 4 bzw. diesem strömungsmittelseitig unmittelbar vorgeschaltet vorgesehen werden. Dies kann in Form eines nicht dargestellten spiralförmigen Primärgemisch-Eintrittsgehäuses 29 erreicht werden, das am Außenumfang des Primärgemischrohres 4 angeordnet ist und mit der Zuführungsleitung 17 verbunden ist. Durch die Verdrallung des Staubstromes 20 wird nochmals eine Erhöhung der Zündstabilität erzielt. Anstelle des spiralförmigen Primärgemischeintrittsgehäuses 29 kann eine Dralleinrichtung 14 innerhalb des Primärgemischrohres 4 bzw. dessen ringförmigen Querschnitt 9 zur Verdrallung des Staubstromes 20 vorgesehen werden (Figur 8). Ferner ist zur Erhöhung der Zündstabilität anstelle eines Stauringes 15 gemäß Figur 10 das austrittseitige Ende 7 des Sekundärluftrohres 3 alternativ mit einer konischen Aufweitung 30 ausgebildet.

[0053] Um zu verhindern, dass der durch das Primärgemischrohr 4 herangebrachte und im Bereich des Sekundärluftrohres 3 auf den kreisringförmigen Querschnitt 9 verteilte Primärgemischstrom 20 gegen die Stirnwand 38 des Sekundärluftrohres 3 bzw. gegen die Stirnwand 39 der Durchtrittskanäle 35 prallt und dabei zum einen starke Verwirbelungen gebildet werden und zum anderen starke Erosionen an den Stirnwänden eintreten werden in vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung die Stirnwand 38 und/oder die Stirnwände 39 stromaufwärts derselben mit verschleißfesten bzw. stromabweisenden Mitteln 36 bzw. 37 ausgebildet. Diese Mittel 36, 37 können Voll- oder Hohlkörper sein und aus bekannten Verschleißschutzmaterialien sowie in der für Abweiskörper bekannten Form ausgebildet sein, beispielsweise flach, halbrund, stromlinienförmig, dreieckig usw. (Figuren 6 und 7).

[0054] Nachdem der Primärgemischstrom 20 die Durchtritte 44 zwischen den Durchtrittskanälen 35 passiert hat kann es stromabwärts der Stirnwand 45 der jeweiligen Durchtrittskanäle 35 zu Verwirbelungen und Feststoffanreicherungen des Primärgemischstromes 20 und dadurch zu Druckverlusten und einer ungleichförmigen Zufuhr des Brennstaubes im Brenner 1 kommen. Um dies zu verhindern wird vorzugsweise die Stirnwand 45 gemäß der Figur 7 stromabwärts mit einem Verdrängungskörper bzw. Spoiler 41 ausgebildet. Dieser kann ebenso wie die Mittel 36, 37 beschaffen bzw. ausgebildet sein.

[0055] Um eine gleichmäßige Geschwindigkeit des Primärgemischstromes 20 innerhalb des Querschnittes 9 aufrechtzuerhalten kann bei konischer Aufweitung 30 des Sekundärluftrohres 3 auch der Austritt des Primär-

gemischrohres 4 mit einer konischen Aufweitung 48 ausgebildet sein (Figur 8).

[0056] Gemäß der Figur 9 können am Brenneraustritt 2 vier Stausegmente 33 angeordnet sein, wobei sich jedes Stausegment 33 radial zwischen Sekundärluftrohr 3 und Primärgemischrohr 4 und angular über einen Teilbereich des kreisringförmigen Austrittes zwischen den beiden Rohren 3, 4 erstreckt und die Stausegmente 33 voneinander gleichmäßig beabstandet sind. Dadurch wird die Kontaktfläche zwischen dem austretenden Primärgemischstrom 20 und den angesaugten heißen Rauchgasen weiter erhöht sowie eine verbesserte Durchmischung von Primärgemisch 20, Sekundärluft 19 und Rauchgasen 21 erzielt. Eine erhöhte Zündstabilität ist hieraus die Folge. Das Stausegment 33 kann beispielsweise ein entsprechend gefertigtes Blechsegment sein.

[0057] Durch die Maßnahme, dass der Primärgemisch- bzw. Staubstrom 20 beim Austritt in den Feuerraum 10 nicht durch eine Mantelluft (Sekundär-, Tertiärluft) umhüllt wird, können unmittelbar nach dem Austritt über den ganzen Umfang des Staubstrom-Austrittsstrahles heiße Rauchgase aus dem Feuerraum 10 angesaugt werden, so dass diese auf die Brennstoffpartikel einwirken und diese aufheizen können. Damit erhält der Staubstrahl frühzeitig seine Zündtemperatur, der staubförmige Brennstoff pyrolysiert wesentlich besser, d.h. er setzt die gasförmigen Bestandteile des Brennstoffes frei, und infolgedessen wird die Zündstabilität verbessert.

[0058] Durch die Eindüsung eines verdrallten zentralen Sekundärluftstromes 19 in den Feuerraum 10 entsteht am Brenneraustritt 2 in unmittelbarer Nähe der Längsachse 27 eine Unterdruckzone 23, die zusätzlich heiße Rauchgase 22 aus der Flamme in Richtung Flammenwurzel transportiert und damit die Zündstabilität und die Reaktionsdichte in der Flamme erhöht. Somit entsteht in der brenneraustrittsnahen Zündzone 18 ein Bereich, in dem durch die Vermischung zwischen Staubstrahl 20 und Sekundärluft 19 sowohl eine zündfähige Staub-/Luftkonzentration als auch durch die Einmischung von heißen Rauchgasen 21 aus dem Feuerraum 10 sowie von heißen Rauchgasen 22 aus der Flamme die Zündtemperatur erreicht wird.

[0059] Vorteilhaft ist es, zwei oder mehrere Brenner 1 gemäß Figur 11 zusammenzufassen. Dabei werden die jeweiligen Sekundärluft- und Primärgemischrohre 3, 4 üblicherweise in vertikaler Richtung voneinander beabstandet angeordnet. Durch diese Maßnahme wird die Reaktionsdichte in der Zündzone 18 und somit die Zündstabilität erhöht. Die Zusammenfassung von mehreren Brennern 1 kann aber auch konstruktive Gründe haben, beispielsweise um den Feuerraum 10 nicht größer als erforderlich zu gestalten.

[0060] Die Längsachse 27 des Brenners 1 kann horizontal ausgebildet sein oder, wie in Figur 11 dargestellt, um einen Winkel, der vorzugsweise 0 bis 20° beträgt, in Austragsrichtung bzw. zum Brenneraustritt 2 hin zur Horizontalen geneigt sein. Durch die leicht geneigte Ab-

wärtsrichtung des bzw. der Sekundärluft- und Primärgemischrohre 3, 4 kann die Verweilzeit des Brennstoffes im Feuerraum 10 erhöht und damit der Ausbrand verbessert werden.

[0061] Der erfindungsgemäße Brenner 1 kann beispielsweise bei direkten (d. h. der Brennstoff kommt direkt aus der Mühle) Braunkohlenstaubfeuerungen mit vorgeschalteten Kohlemühlen, insbesondere Schlagrad- oder Schüsselmühlen (nicht dargestellt) und bei indirekten (d. h. der Brennstoff ist bereits gemahlen und wird beispielsweise aus einem Brennstoffsilos mittels pneumatischer Fördereinrichtungen herangeführt) Trockenbraunkohlenstaubfeuerungen (nicht dargestellt) angewandt werden. Die Unterschiede liegen lediglich in der Menge und in der Zusammensetzung des neben dem Brennstaub im Staubstrahl 20 vorhandenen Gasgemisches.

[0062] Der erfindungsgemäße Brenner 1 wird in einer bevorzugten Betriebsweise unterstöchiometrisch betrieben, d.h. mit einem Sauerstoffunterangebot, um eine möglichst NO_x-arme Verbrennung des eingesetzten Brennstoffes zu erzielen und um damit eine möglichst umweltfreundliche Feuerung zu schaffen. Die zum weiteren Ausbrand des Brennstoffes benötigte Luft wird der Feuerung beispielsweise in Form von Oberluft im weiteren Verlauf der Verbrennung innerhalb des Feuerraumes 10 zugegeben.

Bezugszeichenliste:

[0063]

- | | |
|----|---|
| 1 | Brenner |
| 2 | Brennermündung bzw. -austritt |
| 3 | Sekundärluftrohr |
| 4 | Primärgemischrohr |
| 5 | Sekundärluftrohereintritt |
| 6 | Primärgemischrohereintritt |
| 7 | Sekundärluftrohraustritt |
| 8 | Primärgemischrohraustritt |
| 9 | Ringförmiger Querschnitt zwischen Sekundärluft- und Primärgemischrohr |
| 10 | Feuerraum |
| 11 | Feuerraumwand |
| 12 | Dralleinrichtung |
| 13 | Austrittseitiger Teil des Sekundärluftrohres |
| 14 | Dralleinrichtung |
| 15 | Stauring |
| 16 | Zuführungsleitung für Sekundärluft |
| 17 | Zuführungsleitung für Primärluft bzw. -gas und Brennstoff (Primärgemisch) |
| 18 | Zündzone |
| 19 | Sekundärluftstrom |
| 20 | Primärgemisch- bzw. Staubstrom |
| 21 | Rezirkulierter heißer Rauchgasstrom |
| 22 | Rezirkulierter heißer Rauchgasstrom |
| 23 | Unterdruckzone |
| 24 | Staub- bzw. Primärgemischdüse |

- | | |
|-------|--|
| 25 | Unterluftdüse |
| 26 | Oberluftdüse |
| 27 | Längsachse |
| 28 | Sekundärlufteintrittsgehäuse |
| 5 29 | Spiralförmiges Primärgemischeintrittsgehäuse |
| 30 | Konische Aufweitung des Sekundärluftrohres |
| 31 | Vergleichmäßigungskörper |
| 32 | Leitkörper |
| 33 | Stausegment |
| 10 34 | Drallregelklappe |
| 35 | Durchtrittskanal |
| 36 | Stromabweisendes Mittel bzw. Leiteinrichtung |
| 37 | Stromabweisendes Mittel bzw. Leiteinrichtung |
| 38 | Stirnwand Sekundärluftrohr |
| 15 39 | Stirnwand Durchtrittskanal |
| 40 | Kanal |
| 41 | Abströmkörper bzw. Spoiler |
| 42 | Öffnung |
| 43 | Öffnung |
| 20 44 | Durchtritt |
| 45 | Stirnwand Durchtrittskanal |
| 46 | Seitenwand Durchtrittskanal |
| 47 | Seitenwand Durchtrittskanal |
| 48 | Konische Aufweitung des Primärgemischrohres |
| 25 49 | Strömungsstabilisierungsbereich |

Patentansprüche

- | | |
|----|---|
| 30 | 1. Brenner zur Verbrennung von staubförmigem Brennstoff, insbesondere staubförmiger und ballastreicher Kohle, umfassend ein um eine Brennerlängsachse (27) angeordnetes und an dem der Brennermündung (2) abgewandten Ende mit einer Stirn- |
| 35 | wand (38) verschlossenes Sekundärluftrohr (3) zur Einbringung der gesamten Sekundärluft, ein unter Bildung eines ringförmigen Querschnittes (9) konzentrisch das Sekundärluftrohr (3) umgeben- |
| 40 | des Primärgemischrohr (4) zur Einbringung von Primärluft bzw. Primärgas und Brennstoff, wobei das Primärgemischrohr (4) einen in Strömungsrichtung des Primärgemisches (20) gesehen stromaufwärts des Sekundärluftrohres (3) gelegenen Strömungs- |
| 45 | stabilisierungsbereich (49) aufweist, ein über den Umfang gesehen zumindest auf einem Teil des Primärgemischrohres (4) umlaufendes und einen radialen Kanal (40) bildendes Eintrittsgehäuse (28) zur Heranführung der Sekundärluft (19), |
| 50 | und wenigstens zwei den Kanal (40) mit dem Innenquerschnitt des Sekundärluftrohres (3) verbindende und den ringförmigen Querschnitt (9) querende Durchtrittskanäle (35) zur Einleitung des Sekundärluftstromes (19) aus dem Kanal (40) in das Sekundärluftrohr (3). |
| 55 | 2. Brenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Durchtrittskanal (35) derart ausgebildet ist, dass der Sekundärluftstrom (19) tangential, |

radial und einem dazwischen liegenden Winkelbereich in das Sekundärluftrohr (3) einleitbar ist.

3. Brenner nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Durchtrittskanal (35) mit einer Drallregeleinrichtung (34) ausgebildet ist zur Einleitung des Sekundärluftstromes (19) in das Sekundärluftrohr (3) in tangentialer oder radialer oder in einer zur Längsachse (27) des Sekundärluftrohres (3) exzentrischen Richtung. 5
4. Brenner nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kanal (40) des Eintrittsgehäuses (28) eine mit größer werdendem Umfangswinkel eine im wesentlichen verringerte Tiefe aufweist. 10
5. Brenner nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Eintrittsgehäuse (28) spiralförmig ausgebildet ist. 15
6. Brenner nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Sekundärluftrohr (3) oder zumindest ein austrittseitiger Teil (13) des Sekundärluftrohres (3) innerhalb des Primärgemischrohres (4) axial verschiebbar ist. 20
7. Brenner nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ebene des Sekundärluftrohraustrittes (7) strömungsmediumseitig und in Bezug auf die Längsachse (27) gesehen stromabwärts oder stromaufwärts oder auf gleicher Ebene des Primärgemischrohraustrittes (8) liegt. 25
8. Brenner nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die der Brennermündung (2) abgewandte Stirnwand (38) des Sekundärluftrohres (3) an der Anströmseite des Primärgemisches (20) mit einem verschleißfesten bzw. stromabweisenden Mittel (36) ausgebildet ist. 30
9. Brenner nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die der Brennermündung (2) abgewandte Stirnwand (39) des Durchtrittskanals (35) an der Anströmseite des Primärgemisches (20) mit einem verschleißfesten bzw. stromabweisenden Mittel (37) ausgebildet ist. 35
10. Brenner nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die der Brennermündung (2) zugewandte Stirnwand (45) des Durchtrittskanals (35) an der Abströmseite des Primärgemisches (20) mit einem Verdrängungskörper (41) ausgebildet ist. 40
11. Brenner nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Sekundärluftrohr (3) am Außenumfang des austrittseitigen Endes (7) 45

mit einem Stauring (15) ausgebildet ist.

12. Brenner nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Sekundärluftrohr (3) an seinem austrittseitigen Ende (7) mit einer konischen Aufweitung (30) ausgebildet ist. 50
13. Brenner nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Brenneraustritt (2) mit mehreren Stausegmenten (33) ausgebildet ist, wobei sich jedes Stausegment (33) radial zwischen Sekundärluftrohr (3) und Primärgemischrohr (4) und angular über einen Teilbereich des kreisringförmigen Austrittes zwischen dem Sekundärluftrohr (3) und Primärgemischrohr (4) erstreckt und die Stausegmente (33) angular voneinander gleichmäßig beabstandet sind. 55
14. Brenner nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** innerhalb des Primärgemischrohres (4) bzw. diesem strömungsmittelseitig unmittelbar vorgeschaltet eine Dralleinrichtung (14) angeordnet ist.
15. Brenner nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Abstand L zwischen Brennermündung (2) und der der Brennermündung (2) zugewandten Stirnwand des Eintrittsgehäuses (28) das 0,5- bis 10-fache des Durchmessers d_{SL} des Sekundärluftrohres (3) beträgt.
16. Brenner nach einem der Ansprüche 1 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Primärgemischrohr (4) an seinem austrittseitigen Ende (8) mit einer konischen Aufweitung (48) ausgebildet ist.
17. Brenner nach einem der Ansprüche 1 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** an der dem Primärgemischrohrentritt (6) gegenüberliegenden Teil der Innenfläche des Primärgemischrohres (4) mindestens ein strömungsmittelseitig stromabwärts des Primärgemischrohrentrittes (6) gelegener Vergleichmäßigungskörper (31) zur Vergleichmäßigung des Primärgemischstromes angeordnet ist.
18. Brenner nach einem der Ansprüche 1 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Längsachse (27) des Sekundärluft- und Primärgemischrohres (3, 4) in Austrittsrichtung um 0 bis 20° zur Horizontalen geneigt ist.
19. Brenner nach einem der Ansprüche 1 bis 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** am Innenumfang bzw. der Innenfläche des Primärgemischrohres (4) im Bereich des Sekundärluftrohres (3) bzw. im Bereich des Sekundärluftrohraustrittes (7) ein ringförmiger Leitkörper (32) angeordnet ist, der einen radialen Teilabschnitt des kreisringförmigen Quer-

schnittes (9) einnimmt.

20. Brenner nach einem der Ansprüche 1 bis 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Primärgemisch-Zuführungsleitung (17) strömungsmittelseitig unmittelbar stromaufwärts des Primärgemischrohereintrittes (6) als spiralförmiges Primärgemischgehäuse (29) ausgebildet ist zur Erzeugung eines verdrehten Staubstromes bzw. Primärgemischstromes (20).
21. Brenner nach einem der Ansprüche 1 bis 20, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Durchtrittskanäle (35) jeweils im gleichen Winkelabstand zueinander angeordnet sind.
22. Brenner nach einem der Ansprüche 1 bis 21, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Durchtrittskanäle (35) angular jeweils einen gleich großen Teilbereich des ringförmigen Querschnittes (9) einnehmen.
23. Verfahren zur Verbrennung von staubförmigem Brennstoff, insbesondere staubförmiger und ballastreicher Kohle, mittels eines Brenners, der ein zentrales Sekundärluftrohr und ein das Sekundärluftrohr konzentrisch umgebendes und einen ringförmigen Querschnitt bildendes Primärgemischrohr umfasst, wobei dem Brenner über das Sekundärluftrohr sämtliche dem Brenner zugeführte Sekundärluft bzw. über die Primärluft hinausgehende Luft und über das Primärgemischrohr ein aus Primärluft bzw. Primärgas und Brennstoff gebildetes Primärgemisch zugeführt wird und wobei die Sekundärluft dem Sekundärluftrohr über mindestens zwei den kreisringförmigen Querschnitt zwischen Sekundärluftrohr und Primärgemischrohr querende Durchtrittskanäle zugeführt wird.
24. Verfahren nach Anspruch 23, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Sekundärluftstrom mittels einer im Durchtrittskanal angeordneten Drallregeleinrichtung radial in das Sekundärluftrohr eingeleitet wird.
25. Verfahren nach Anspruch 23, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Sekundärluftstrom mittels einer im Durchtrittskanal angeordneten Drallregeleinrichtung unter Bildung einer Drallrotationsströmung tangential oder exzentrisch zur Mittelachse des Sekundärluftrohres in das Sekundärluftrohr eingeleitet wird.
26. Verfahren nach einem der Ansprüche 23 bis 25, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Primärgemischstrom durch eine Dralleinrichtung verdreht wird.
27. Verfahren nach einem der Ansprüche 23 bis 26, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch axiales Verschieben des Sekundärluftrohres oder eines austrittseitigen Teiles des Sekundärluftrohres die Zündzo-

ne innerhalb der Brennermündung verstellbar wird.

28. Verfahren nach einem der Ansprüche 23 bis 27, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Brenner unterstöchiometrisch betrieben wird.

Claims

1. A burner to combust particulate fuel, in particular inert-rich coal dust, involving a secondary air tube (3), located about a burner longitudinal axis (27) and closed off at the end facing away from the burner opening (2) with an end wall (38), to introduce the entirety of the secondary air, a primary mixture tube (4) that surrounds the secondary air tube (3), forming an annular cross-section (9), to introduce primary air or primary gas and fuel, wherein the primary mixture tube (4) has a flow stabilization zone (49) placed upstream of the secondary air tube (3) as seen in the flow direction of the primary mixture (20), an inlet housing (28) that surrounds at least a portion of the primary mixture tube (4) as seen along the perimeter and that forms a radial channel (40) to feed the secondary air (19), and at least two penetration channels (35) that connect the channel (40) to the inner cross-section of the secondary air tube (3) and that pass across the annular cross-section (9) to introduce the secondary air stream (19) from the channel (40) into the secondary air tube (3).
2. A burner according to claim 1, **characterized in that** the penetration channel (35) is designed such that the secondary air stream (19) can be introduced to the secondary air tube (3) tangentially, radially and at an angle in between.
3. A burner according to claim 1 or 2, **characterized in that** the penetration channel (35) is designed with a vortex control device (34) to introduce the secondary air stream (19) into the secondary air tube (3) in a tangential or radial direction, or in a direction eccentric to the longitudinal axis (27) of the secondary air tube (3).
4. A burner according to one of claims 1 through 3, **characterized in that** the channel (40) of the inlet housing (28) has a depth that essentially decreases along the perimeter with increased angle.
5. A burner according to claim 4, **characterized in that** the inlet housing (28) is spiral in design.
6. A burner according to one of claims 1 through 5, **characterized in that** the secondary air tube (3) or at least an outlet section (13) of the secondary air

- tube (3) can shift inside the primary mixture tube (4).
7. A burner according to one of claims 1 through 6, **characterized in that** the plane of the secondary air tube outlet (7) lies upstream or downstream or in the same plane as the primary mixture tube outlet (8) in the direction of flow and with respect to the longitudinal axis (27).
 8. A burner according to one of claims 1 through 7, **characterized in that** the end wall (38) of the secondary air tube (3) upstream of the primary mixture (20) and facing away from the burner opening (2) is designed with a wear-resistant and flow deviating means (36).
 9. A burner according to one of claims 1 through 8, **characterized in that** the end wall (39) of the penetration channel (35) upstream of the primary mixture (20) facing away from the burner opening (2) is designed with a wear-resistant and flow deviating means (37).
 10. A burner according to one of claims 1 through 9, **characterized in that** the end wall (45) of the penetration channel (35) on the downstream side of the primary mixture (20) facing toward the burner opening (2) is designed with a deviating element (41).
 11. A burner according to one of claims 1 through 10, **characterized in that** the secondary air tube (3) is designed with a baffle ring (15) on the outer perimeter of the outlet end (7).
 12. A burner according to one of claims 1 through 11, **characterized in that** the secondary air tube (3) is designed with a conical widening (30) at its outlet end (7).
 13. A burner according to one of claims 1 through 12, **characterized in that** the burner outlet (2) is designed with multiple baffle segments (33), wherein each baffle segment (33) extends radially between the secondary air tube (3) and the primary mixture tube (4) and angularly across a portion of the annular outlet between the secondary air tube (3) and the primary mixture tube (4) and wherein the baffle segments (33) are at an even angular distance from one another.
 14. A burner according to one of claims 1 through 13, **characterized in that** there is a vortex device (14) located inside the primary mixture tube (4) or is attached directly upstream to it.
 15. A burner according to one of claims 1 through 14, **characterized in that** the distance L between the burner opening (2) and the end wall of the inlet housing (28) facing toward the burner opening (2) is 0.5 to 10 times the diameter d_{SL} of the secondary air tube (3).
 16. A burner according to one of claims 1 through 15, **characterized in that** the primary mixture tube (4) is designed at its outlet end (8) with a conical widening (48).
 17. A burner according to one of claims 1 through 16, **characterized in that** at least one smoothing element (31) is placed downstream of the primary mixture tube inlet (6) at the section of the inner surface of the primary mixture tube (4) that sits opposite the primary mixture tube inlet (6), said smoothing means intended to smooth out the primary mixture stream.
 18. A burner according to one of claims 1 through 17, **characterized in that** the longitudinal axis (27) of the secondary air and primary mixture tubes (3, 4) is tilted by 0 to 20° to horizontal in the discharge direction.
 19. A burner according to one of claims 1 through 18, **characterized in that** an annular guide (32) is placed at the inner circumference or the inner surface of the primary mixture tube (4) in the area of the secondary air tube (3) or in the area of the secondary air tube outlet (7) that takes up a radial section of the annular cross-section (9).
 20. A burner according to one of claims 1 through 19, **characterized in that** the primary mixture feed line (17) is designed as a spiral primary mixture housing (29) directly upstream of the primary mixture tube inlet (6) to produce a vortexed dust stream or primary mixture stream (20).
 21. A burner according to one of claims 1 through 20, **characterized in that** the penetration channels (35) are placed at the same angular separation from one another.
 22. A burner according to one of claims 1 through 21, **characterized in that** the penetration channels (35) each take up the same size section of the annular cross-section (9).
 23. A process to combust particulate fuel, in particular inert-rich coal dust, by means of a burner that involves a central secondary air tube and a primary mixture tube that surrounds the secondary air tube concentrically and that forms an annular cross-section, wherein all secondary air fed to the burner, or air not included in the primary air, is fed to the burner via the secondary air tube, and wherein a primary mixture consisting of primary air or gas and fuel is fed through the primary mixture tube, and wherein

the secondary air is fed to the secondary air tube through at least two penetration channels that penetrate the annular cross-section between the secondary air tube and the primary mixture tube.

24. A process according to claim 23, **characterized in that** the secondary air stream is introduced radially into the secondary air tube by means of a vortex device placed in the penetration channel.
25. A process according to claim 23, **characterized in that** the secondary air stream is introduced into the secondary air tube by means of a vortex device placed in the penetration channel, forming a rotating vortex flow tangentially or eccentric to the centre axis of the secondary air tube.
26. A process according to one of claims 23 through 25, **characterized in that** a vortex is imparted to the primary mixture stream by a vortex device.
27. A process according to one of claims 23 through 26, **characterized in that** the ignition zone can be shifted within the burner opening by axially shifting the secondary air tube or an outlet section of the secondary air tube.
28. A process according to one of claims 23 through 27, **characterized in that** the burner is operated substoichiometrically.

Revendications

1. Brûleur pour la combustion de combustible pulvérulent, en particulier du charbon pulvérulent et à haute teneur en inertes, comprenant, un tuyau d'air secondaire (3) disposé autour d'un axe longitudinal (27) du brûleur et fermé, du côté opposé à la sortie (2) du brûleur, par une paroi frontale (38), pour l'apport de l'ensemble de l'air secondaire, un tuyau de mélange primaire (4) entourant de manière concentrique le tuyau d'air secondaire (3) de sorte à former une section (9) annulaire, pour l'apport d'air primaire ou de gaz primaire et de combustible, le tuyau de mélange primaire (4) étant muni d'une zone de stabilisation du flux (49) disposée, vu dans la direction de l'écoulement du mélange primaire (20), en amont du tuyau d'air secondaire (3), un corps d'entrée (28) entourant, vu sur la périphérie, au moins une partie du tuyau de mélange primaire (4) et formant un canal radial (40) pour l'amenée de l'air secondaire (19), et au moins deux canaux de passage (35) reliant le canal (40) avec la section intérieure du tuyau d'air secondaire (3) et traversant la section annulaire (9), pour l'amenée du flux d'air secondaire (19) depuis

le canal (40) dans le tuyau d'air secondaire (3).

2. Brûleur selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le canal de passage (35) est formé de sorte que le flux d'air secondaire (19) peut être introduit dans le tuyau d'air secondaire (3) tangentiellement, radialement, et selon une plage angulaire située entre les deux.
3. Brûleur selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le canal de passage (35) est muni d'un dispositif de régulation du tourbillon (34) pour l'introduction du flux d'air secondaire (19) dans le tuyau d'air secondaire (3) dans une direction tangentielle ou radiale ou dans une direction excentrique par rapport à l'axe longitudinal (27) du tuyau d'air secondaire (3).
4. Brûleur selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** le canal (40) du corps d'entrée (28) présente une profondeur qui diminue sensiblement avec l'augmentation de l'angle périphérique.
5. Brûleur selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** le corps d'entrée (28) est réalisé en forme de spirale.
6. Brûleur selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** le tuyau d'air secondaire (3), ou au moins une partie (13) du tuyau d'air secondaire (3) située du côté de la sortie peut être déplacé dans la direction axiale à l'intérieur du tuyau de mélange primaire (4).
7. Brûleur selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** le plan de la sortie (7) du tuyau d'air secondaire, vu par rapport au flux et à l'axe longitudinal (27), se situe en aval, en amont ou sur le même plan que la sortie (8) du tuyau de mélange primaire.
8. Brûleur selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** la paroi frontale (38) du tuyau d'air secondaire (3) disposée à l'opposé de la sortie (2) du brûleur est réalisée, sur le côté d'arrivée du mélange primaire (20), avec un moyen (36) résistant à l'usure et déviant le flux.
9. Brûleur selon l'une des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** la paroi frontale (39) du canal de passage (35) disposée à l'opposé de la sortie (2) du brûleur est réalisée, sur le côté d'arrivée du mélange primaire (20), avec un moyen (37) résistant à l'usure et déviant le flux.
10. Brûleur selon l'une des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce que** la paroi frontale (45) du canal de passage (35) disposée du côté de la sortie (2) du

brûleur est réalisée, sur le côté de fuite du mélange primaire (20), avec un élément de déviation (41).

11. Brûleur selon l'une des revendications 1 à 10, **caractérisé en ce que** le tuyau d'air secondaire (3) est réalisé, sur la périphérie extérieure de l'extrémité (7) du côté de la sortie, avec une bague de déflexion (15). 5
12. Brûleur selon l'une des revendications 1 à 11, **caractérisé en ce que** le tuyau d'air secondaire (3) est réalisé, à son extrémité (7) du côté de la sortie, avec un évasement conique (30). 10
13. Brûleur selon l'une des revendications 1 à 12, **caractérisé en ce que** la sortie du brûleur (2) est réalisée avec plusieurs segments défecteurs (33), chaque segment défecteur (33) s'étendant radialement entre le tuyau d'air secondaire (3) et le tuyau de mélange primaire (4), et angulairement sur une zone partielle de la sortie de forme annulaire entre le tuyau d'air secondaire (3) et le tuyau de mélange primaire (4), les segments défecteurs (33) étant disposés à distance égale les uns des autres. 15
14. Brûleur selon l'une des revendications 1 à 13, **caractérisé en ce qu'un** dispositif de tourbillon (14) est disposé à l'intérieur du tuyau de mélange primaire (4) ou immédiatement en amont de celui-ci, vu dans la direction du flux. 20
15. Brûleur selon l'une des revendications 1 à 14, **caractérisé en ce que** la distance L entre la sortie du brûleur (2) et la paroi frontale du corps d'entrée (28) orientée en direction de la sortie du brûleur (2) est égale à 0,5 à 10 fois le diamètre d_{SL} du tuyau d'air secondaire (3). 25
16. Brûleur selon l'une des revendications 1 à 15, **caractérisé en ce que** le tuyau de mélange primaire (4) est réalisé, à son extrémité (8) du côté de la sortie, avec un évasement conique (48). 30
17. Brûleur selon l'une des revendications 1 à 16, **caractérisé en ce qu'au** moins un corps d'homogénéisation (31) pour l'homogénéisation du flux du mélange primaire est disposé, vu dans la direction du flux, en aval de l'entrée (6) du tuyau du mélange primaire, sur la partie de la surface intérieure du tuyau de mélange primaire (4) située à l'opposé de l'entrée (6) du tuyau du mélange primaire. 35
18. Brûleur selon l'une des revendications 1 à 17, **caractérisé en ce que** l'axe longitudinal (27) du tuyau d'air secondaire et de mélange primaire (3, 4) est incliné de 0 à 20° par rapport à l'horizontale en direction de la sortie. 40

19. Brûleur selon l'une des revendications 1 à 18, **caractérisé en ce qu'un** guide annulaire (32), qui occupe une partie radiale de la section annulaire (9), est disposé sur la périphérie intérieure ou sur la surface intérieure du tuyau de mélange primaire (4), dans la zone du tuyau d'air secondaire (3) ou dans la zone de la sortie (7) du tuyau d'air secondaire. 45
20. Brûleur selon l'une des revendications 1 à 19, **caractérisé en ce que** la conduite d'alimentation en mélange primaire (17) est réalisée, vu dans la direction du flux, immédiatement en amont de l'entrée (6) du tuyau du mélange primaire, sous la forme d'un corps de mélange primaire (29) ayant une forme de spirale, pour la création d'un flux de poussière ou d'un flux de mélange primaire (20) tourbillonnant. 50
21. Brûleur selon l'une des revendications 1 à 20, **caractérisé en ce que** les canaux de passage (35) sont disposés à chaque fois à la même distance angulaire les uns par rapport aux autres. 55
22. Brûleur selon l'une des revendications 1 à 21, **caractérisé en ce que** chacun des canaux de passage (35) occupe une zone partielle de même dimension de la section annulaire (9).
23. Procédé pour la combustion de combustible pulvérent, en particulier du charbon pulvérent et à haute teneur en inerts, au moyen d'un brûleur comprenant un tuyau d'air secondaire central et un tuyau de mélange primaire entourant de manière concentrique le tuyau d'air secondaire et formant une section annulaire, tout l'air secondaire, ou l'air ne faisant pas partie de l'air primaire, étant amené au brûleur par l'intermédiaire du tuyau d'air secondaire, et un mélange primaire formé par l'air primaire ou le gaz primaire et le combustible étant amené au brûleur par l'intermédiaire du tuyau de mélange primaire, et l'air secondaire étant amené au tuyau d'air secondaire au moyen d'au moins deux canaux de passage traversant la section annulaire entre le tuyau d'air secondaire et le tuyau de mélange primaire.
24. Procédé selon la revendication 23, **caractérisé en ce que** le flux d'air secondaire est introduit radialement dans le tuyau d'air secondaire au moyen d'un dispositif de régulation du tourbillon disposé dans le canal de passage.
25. Procédé selon la revendication 23, **caractérisé en ce que** le flux d'air secondaire est introduit dans le tuyau d'air secondaire de manière tangentielle ou excentrique par rapport à l'axe central du tuyau d'air secondaire au moyen d'un dispositif de régulation du tourbillon disposé dans le canal de passage, en créant un flux de rotation tourbillonnant.

26. Procédé selon l'une des revendications 23 à 25, **caractérisé en ce que** le flux de mélange primaire est rendu tourbillonnant au moyen d'un dispositif de création de tourbillon.

5

27. Procédé selon l'une des revendications 23 à 26, **caractérisé en ce que** la zone d'allumage est rendue réglable à l'intérieur de la sortie du brûleur au moyen du déplacement axial du tuyau d'air secondaire ou d'une partie du tuyau d'air secondaire située du côté de la sortie.

10

28. Procédé selon l'une des revendications 23 à 27, **caractérisé en ce que** le fonctionnement du brûleur est sous-stoechiométrique.

15

20

25

30

35

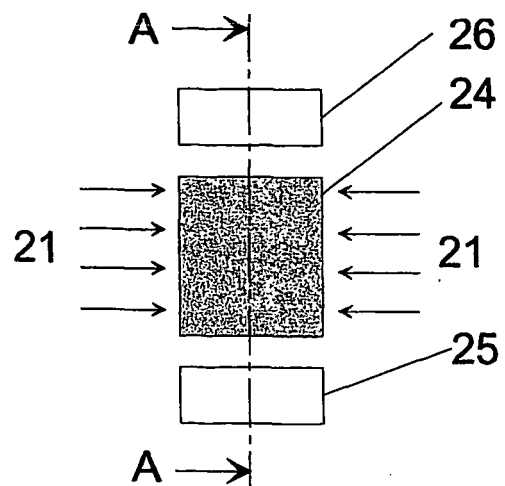
40

45

50

55

Fig. 1



1

Fig. 2

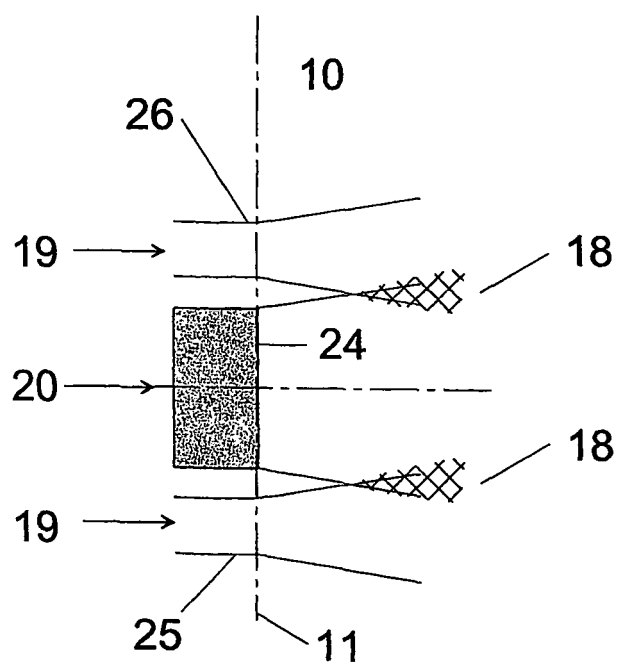


Fig. 3

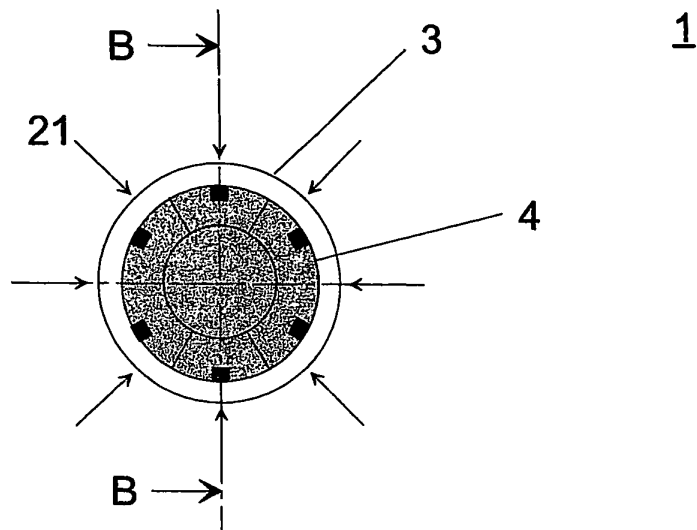


Fig. 4

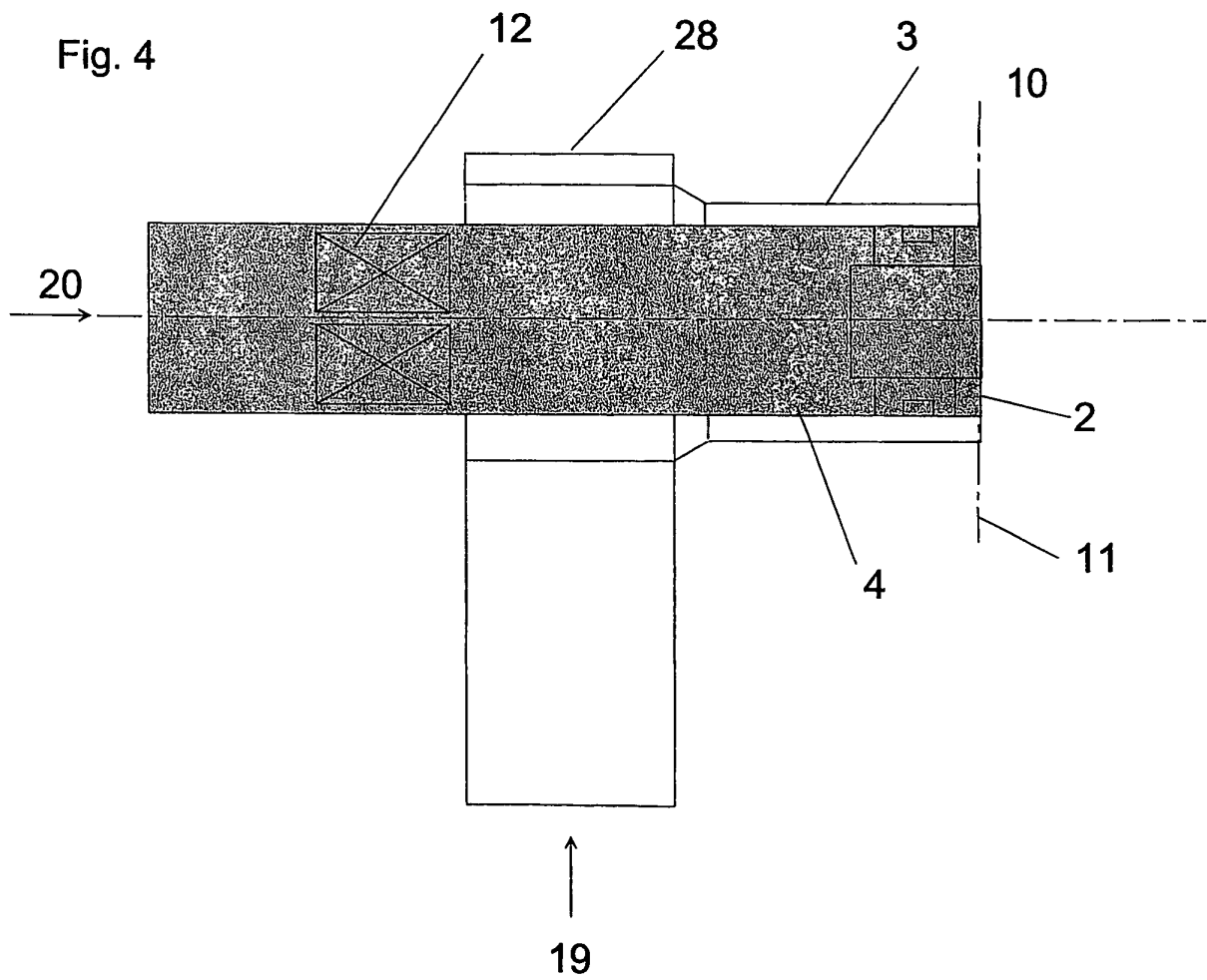


Fig: 5

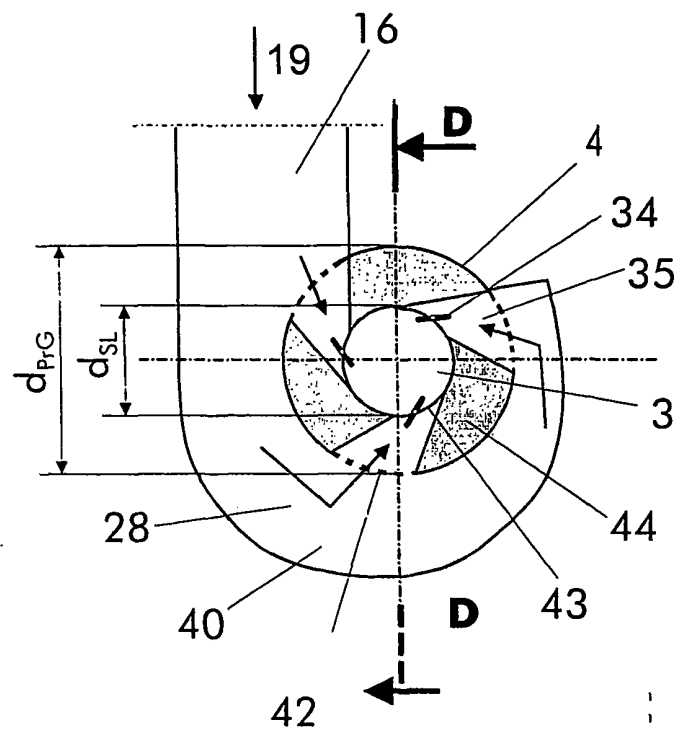


Fig. 6

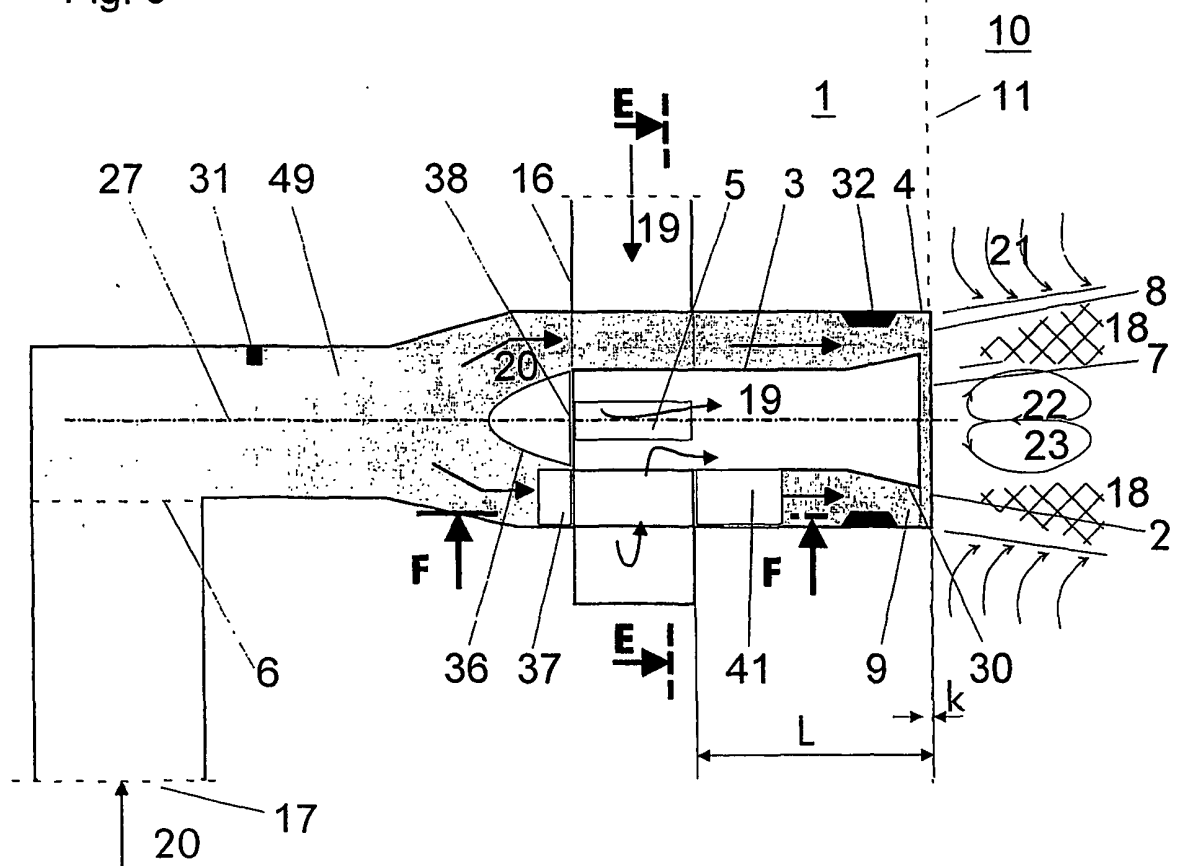


Fig. 7

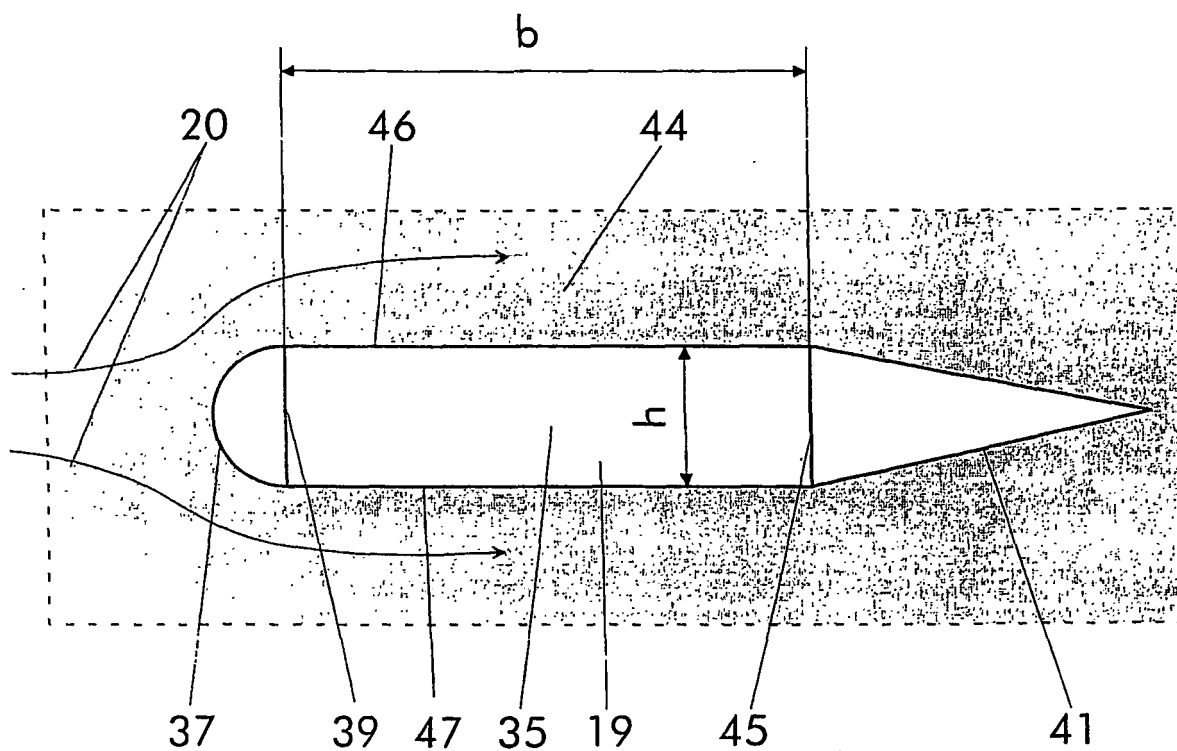


Fig. 8

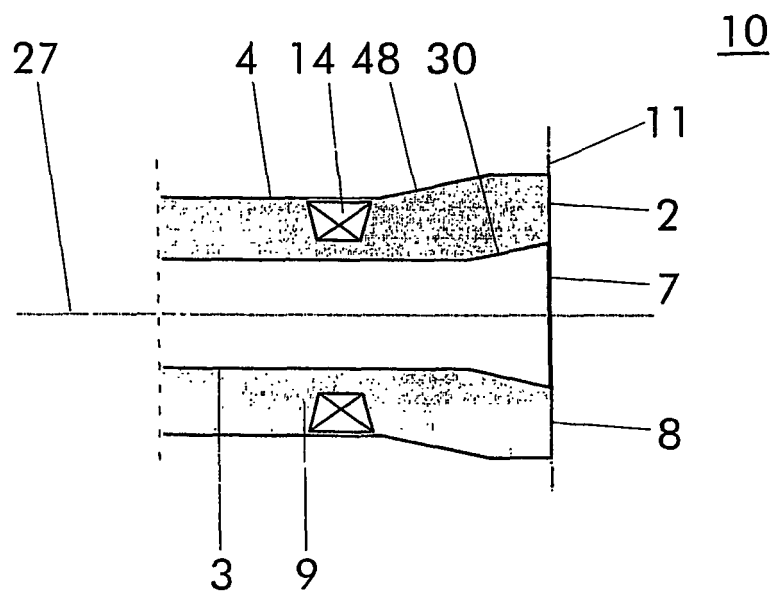


Fig. 9

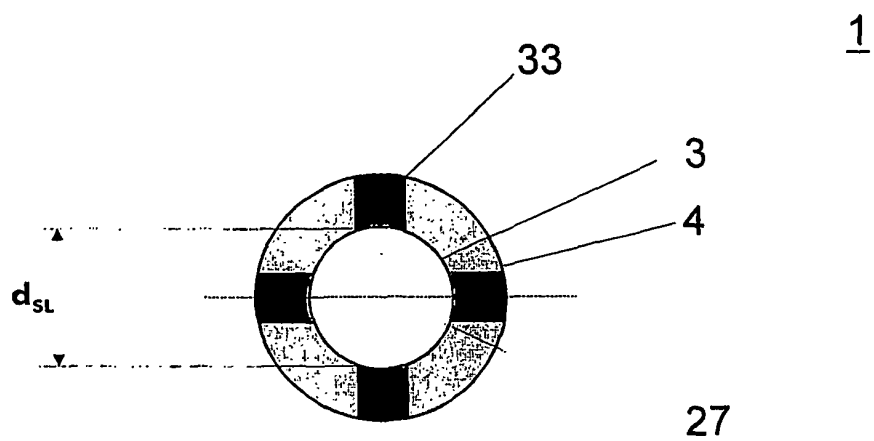


Fig. 10

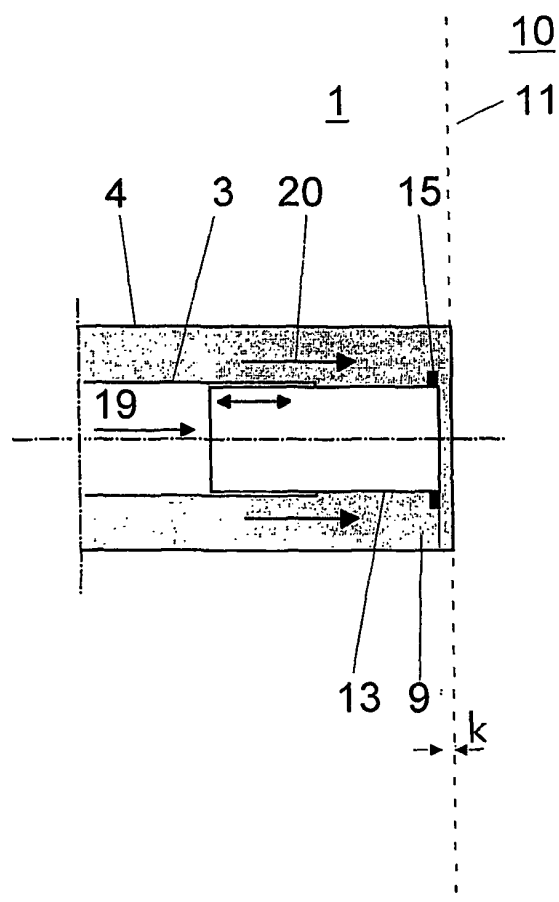


Fig. 11

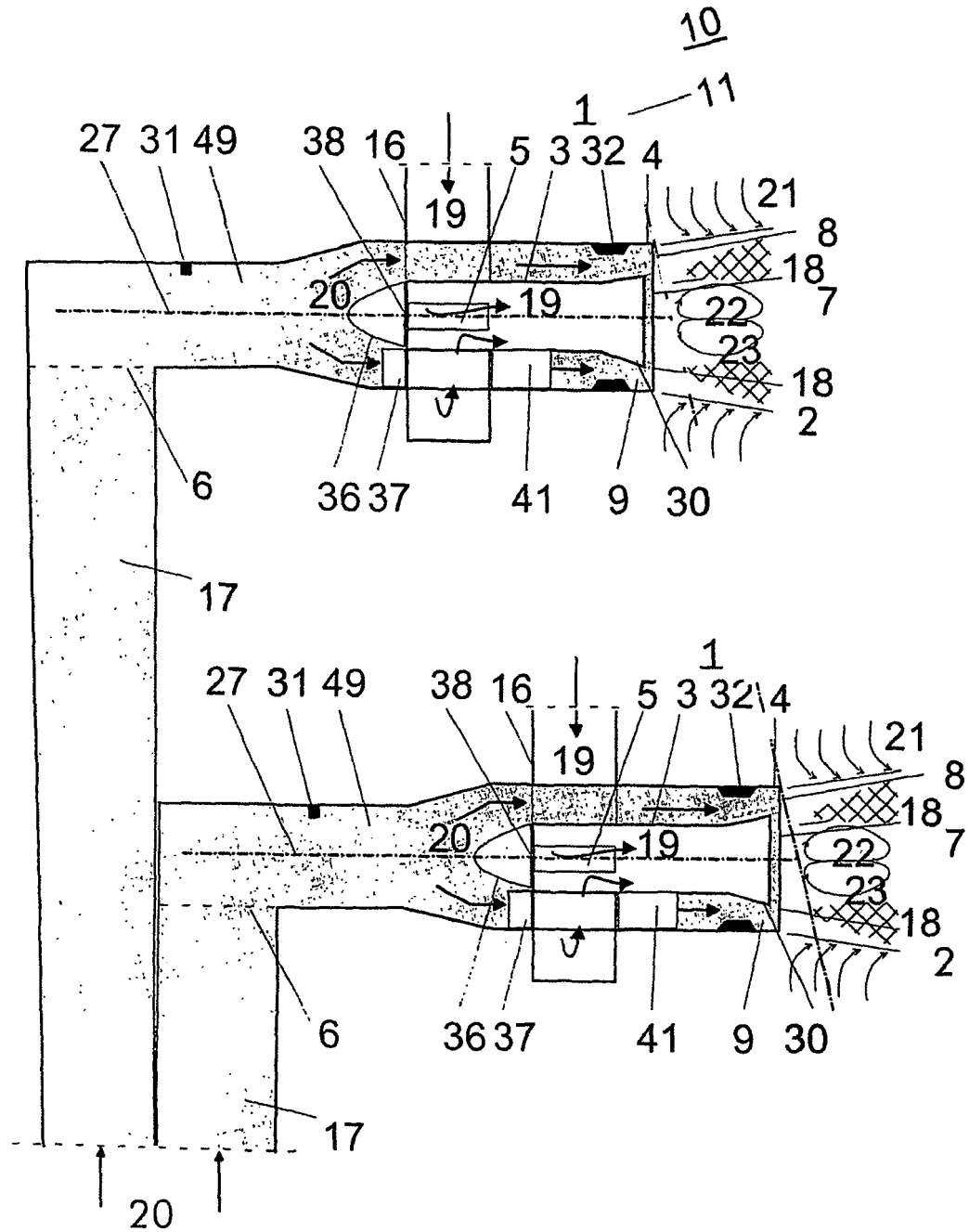
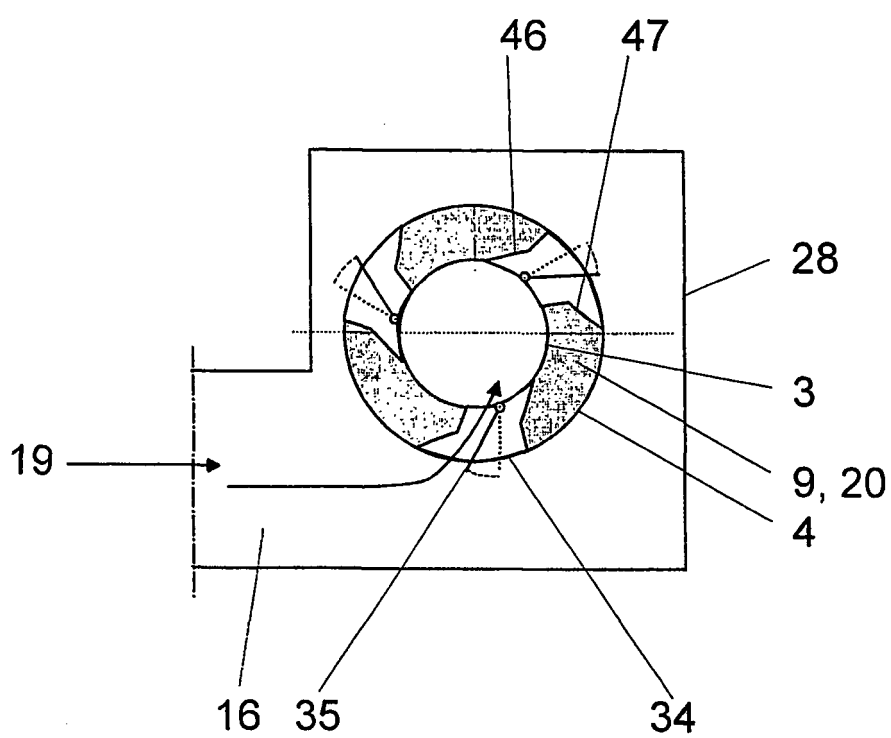


Fig. 12



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 Nicht-Patentliteratur

- PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, 58011308, A
[0008]