



(11) EP 1 741 977 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
10.01.2007 Patentblatt 2007/02

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

(21) Anmeldenummer: 06013706.4

(22) Anmeldetag: 03.07.2006

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI
SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK YU

(30) Priorität: 07.07.2005 DE 102005032109

(71) Anmelder: Hitachi Power Europe GmbH
46049 Oberhausen (DE)

(72) Erfinder:

- Gräwe, Heinz
46562 Hünxe-Gartrop (DE)
- Leisse, Alfons
45131 Essen (DE)

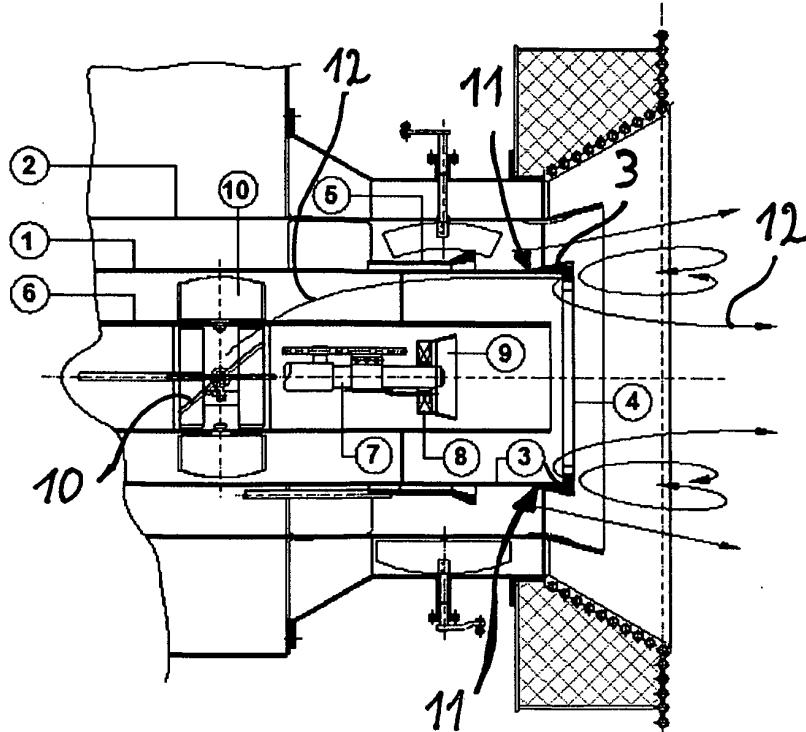
(74) Vertreter: Viering, Jentschura & Partner
Centroallee 263
46047 Oberhausen (DE)

(54) Kohlenstaubbrenner für niedrige NOx-Emissionen

(57) Bei einem Brenner zur Verbrennung von staubförmigem Brennstoff wie Steinkohle oder Braunkohle, bevorzugt mit einem konzentrischen Aufbau, der ein Primärluftrohr (1) und ein Sekundärluftrohr (2), das das Primärluftrohr (1) umgibt, aufweist, wobei der Mündungsbereich des Primärluftrohres (1) außenseitig eine Luft-

abweiskehle (3) und innenseitig einen Stabilisierungsring (4) aufweist, soll eine Lösung geschaffen werden, die es ermöglicht, den Mündungsbereich eines gattungsgemäßen Brenners langlebiger und/oder konstruktiv einfacher auszubilden. Dies wird dadurch erreicht, dass die Luftabweiskehle (3) und der Stabilisierungsring (4) als einstückiges Bauteil ausgebildet sind.

Figur 2



Beschreibung

[0001] Die Erfindung richtet sich auf einen Brenner zur Verbrennung von staubförmigem Brennstoff, wie Steinkohle oder Braunkohle, bevorzugt mit einem konzentrischen Aufbau, der ein Primärluftrohr und ein Sekundärluftrohr, das das Primärluftrohr umgibt, aufweist, wobei der Mündungsbereich des Primärluftrohres außenseitig eine Luftabweiskehle und innenseitig einen Stabilisierungsring aufweist.

[0002] Bei Brennern, die zur Verbrennung von staubförmigem Kohlenstoff eingesetzt werden, stellt die Reduzierung der NO_x-Emissionen nach wie vor ein aktuelles und zu lösendes Problem dar. Die Aufteilung der Verbrennungsluft in mehrere Teilströme ermöglicht die Einstellung der Einzelluftströme hinsichtlich Luftmenge, Luftverteilung und Drallintensität und ist als Maßnahme zur Reduzierung der Stickstoffoxide bei der Kohleverbrennung bekannt. Der Aufbau eines solchen Brenners mit gestufter Luftzufuhr ist in der EP-B-571704 beschrieben. Bei dieser Art der Luftführung trägt die gestufte Luftzufuhr bereits während der Verbrennung zu einer Reduzierung der NO_x-Emissionen bei.

[0003] Die Brennertechnologie zur Verbrennung von staubförmigem Kohlenstoff verfolgt in der heutigen Zeit das Ziel, eine intensive Trennung zwischen Sauerstoff und Pyrolysegas während der Erstreaktion bzw. Zündung herzustellen, um anschließend die Verbrennungsluft gestuft an der weiteren Oxidation der Feststoffe teilnehmen zu lassen und hierdurch eine noch effektivere Reduzierung der NO_x-Emissionen zu erzielen.

[0004] Neben der Aufteilung der Verbrennungsluft in Teilströme kann durch eine eindeutige zeitliche und örtliche Definition der Zündbedingungen und der Trennung zwischen brennstoffreichem Flammenkern und sauerstoffreicher Randströmung eine weitere Reduzierung der NO_x-Emissionen erreicht werden.

[0005] Eine derartige Definition kann durch das Zusammenwirken der Bauteile eines Drallerzeugers im Primärluftrohr, eines Stabilisierungsringes an der Mündung des Primärluftrohres und einer Luftabweiskehle des Sekundärluftrohres erfolgen, wie es die EP-B-670454 beschreibt. Dieser Patentschrift ist ein gattungsgemäßer Brenner zu entnehmen, bei dem am Ende eines Brennerrohres, das von einem Sekundärluftrohr umgeben ist, innenseitig in der Mündung des Brennerrohres ein Stabilisierungsring angeordnet und außenseitig auf dem Brennerrohr eine Luftabweiskehle angeordnet ist.

[0006] In diesem Bereich müssen zum einen das Brennerrohr und der Stabilisierungsring und zum anderen das Brennerrohr und die Luftabweiskehle miteinander verbunden werden. Dies geschieht in der Regel durch Schweißen, so dass in diesem Bereich auf jeder Seite des Brennerrohres eine Schweißnaht oder eine Schweißfläche ausgebildet ist. Hierzu ist es notwendig, dass die Werkstoffe entsprechend aufeinander abgestimmt sind. Die Auswahl der Werkstoffe und die Ausbildung der Schweißnaht in diesem Bereich führt zu einem

erhöhten konstruktiven Aufwand. Außerdem ist somit in dem temperaturmäßig hoch belasteten und von aggressiven Medien durchströmte Mündungsbereich des Primär- oder Brennerrohres aufgrund des Vorhandenseins von Schweißverbindungen eine erhöhte Reparatur- und Störanfälligkeit sowie eine durch diese Bedingungen beeinträchtigte Standzeit zu erwarten.

[0007] Der Erfindung liegt demgegenüber die Aufgabe zugrunde, eine Lösung zu schaffen, die es ermöglicht, den Mündungsbereich eines gattungsgemäßen Brenners langlebiger und/oder konstruktiv einfacher auszubilden.

[0008] Bei einem Brenner der eingangs bezeichneten Art wird diese Aufgabe erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die Luftabweiskehle und der Stabilisierungsring als einstückiges Bauteil ausgebildet sind.

[0009] Hierdurch wird es möglich, den Mündungsbereich durch ein einteiliges, außenseitig die Form der Luftabweiskehle aufweisendes und innenseitig die Form und

Kontur des Stabilisierungsringes aufweisendes Bauteil auszubilden. Dieses Bauteil kann dann beispielsweise mittels einer Rundschweißnaht an die Stirnfläche eines Brennerrohres oder Primärluftrohres angeschweißt werden, so dass im Bereich der Mündung nur noch eine Schweißnaht vorhanden ist. Da nur noch eine Schweißnaht notwendig ist, lässt sich der Brenner schneller herstellen als ein Brenner nach dem Stand der Technik, bei welchem zwei Schweißnähte notwendig sind. Außerdem ist es dadurch möglich, die Schweißnaht bezüglich der Luftströmung im Brenner bzw. Primär- oder Sekundärluftrohr weiter stromaufwärts, d. h. von der Brenneraustrittsstellung zurück versetzt anzutragen, so dass die Schweißnaht stromaufwärts vom Mündungsende eines in dem Primärohr gegebenenfalls angeordneten Kernluftrohres angeordnet ist. Der erfindungsgemäß ausgestaltete Brennerbereich ist dadurch langlebiger, d. h. weniger stör- und reparaturanfällig sowie konstruktiv einfacher gestaltet.

[0010] Für die Herstellung des einstückigen Bauteiles eignet sich insbesondere das Schleudergussverfahren, so dass die Erfindung in Ausgestaltung vorsieht, dass das einstückige Bauteil im Schleudergussverfahren hergestellt ist.

[0011] Da eine Verbindung zwischen dem einstückigen Bauteil und dem Brennerrohr bzw. Primärluftrohr hergestellt werden muss, sieht die Erfindung in Ausgestaltung vor, dass das einstückige Bauteil an dem Primärluftrohr, bevorzugt durch Anschweißen, fixiert ist.

[0012] Um die Verbindungsstelle zwischen dem Primärluftrohr und dem die Luftabweiskehle und den Stabilisierungsring aufweisenden Mündungsbereich des einstückigen Bauteiles stromaufwärts des Brenners sehr weit in insbesondere temperaturmäßig wenig belasteten Bereichen platzieren zu können, kann das einstückige Bauteil zweckmäßigerweise auch einen Teil aufweisen, der dann eine Verlängerung des Primärluftrohres ausbildet, also quasi als Bestandteil des Primärluftrohres anzusehen ist. Die Erfindung zeichnet sich daher weiterhin

in Ausgestaltung auch dadurch aus, dass die Luftabweiskehle, der Stabilisierungsring und zumindest ein Teil des Primärluftrohres einstückig ausgebildet sind, insbesondere den Mündungsbereich des Primärluftrohres ausbilden. Eine besonders zweckmäßige und vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung besteht weiterhin darin, dass der Stabilisierungsring mit der Mündung des Primärluftrohres abschließt und/oder die Luftabweiskehle mit der Mündung des Primärluftrohres bündig abschließt.

[0013] In vorteilhafter Weiterbildung ist die Erfindung gekennzeichnet durch einen im Ringspalt zwischen Primärluftrohr und Sekundärluftrohr angeordneten Luftleitkörper, der in und gegen die Strömungsrichtung zwischen einer in den Ringspalt zurückgezogenen Position und einer mit der Mündung des Primärluftrohres bündig abschließenden Position verstellbar ist.

[0014] Hierbei ist es dann weiterhin von Vorteil, wenn der Brenner ein im Primärluftrohr angeordnetes Kernluftrohr aufweist, in dem ein Zündbrenner, der zwischen einer Brennerzündposition und einer Brennerbetriebsposition in und gegen die Strömungsrichtung verschiebbar ist, angeordnet ist, was die Erfindung ebenfalls vorsieht.

[0015] In Ausgestaltung der Erfindung ist es dann weiterhin von Vorteil, wenn die Mündung des Kernluftrohres stromaufwärts vor der Mündung des Primärluftrohres angeordnet ist.

[0016] Um eine optimale Luftführung zu erreichen, sieht die Erfindung weiterhin vor, dass an dem zündflamme seitigen Ende des Zündbrenners ein Drallkörper angeordnet ist.

[0017] Hierbei ist eine besonders zweckmäßige Ausgestaltung des Drallkörpers erfindungsgemäß dadurch gekennzeichnet, dass an dem Drallkörper ein Rohrabschnitt um die Zündbrennerlängsachse angeordnet ist, wobei das bevorzugt konisch ausgebildete zündflamme seitige Ende des Rohrabschnitts in der Brennerzündposition des Brenners über das austrittsseitige Ende (Mündung) des Primärluftrohres ragt.

[0018] Schließlich sieht die Erfindung vor, dass im Ringspalt zwischen Kernluftrohr und Primärluftrohr ein Primärdrallkörper angeordnet ist.

[0019] Die Erfindung basiert auf der aus dem Stand der Technik bekannten Brennertechnik zur Verbrennung von staubförmiger Steinkohle und staubförmiger Braunkohle.

[0020] Der erfindungsgemäße Brenner, der sowohl zur Verbrennung von Steinkohle als auch zur Verbrennung von Braunkohle eingesetzt werden kann, hat bevorzugt einen konzentrischen Aufbau mit einem Primärluftrohr und einem Sekundärluftrohr. Das von dem zylindrischen Sekundärluftrohr umgebene Primärluftrohr bildet hierbei mit diesem einen Verbrennungsluft führenden Ringkanal (Sekundärluftringkanal) aus.

[0021] Zusätzlich ist auf der Außenseite am austrittsseitigen Ende (Mündung) des Primärluftrohres eine Luftabweiskehle angeordnet, die den Querschnitt des Ringkanals zwischen dem Primärluftrohr und dem Sekundärluftrohr an deren austrittsseitigen Enden verengt und be-

vorzugt mit der Mündung bündig abschließt.

[0022] Auf der Innenseite am austrittsseitigen Ende (Mündung) des Primärluftrohres ist ein Stabilisierungsring angeordnet, der durch eine zur Brennerlängsachse nach innen gerichtete Kante ausgebildet ist, die bevorzugt mit der Mündung bündig abschließt und in die Strömung aus Primärluft und Kohlenstaub hineinragt.

[0023] Auf der Außenseite am austrittsseitigen Ende des Primärluftrohres ist ein Sekundärluftleitkörper angeordnet, der in Strömungsrichtung von einer in den Ringkanal zurückgezogenen Position und einer mit der Mündung des Primärluftrohres bündig abschließenden Position verstellbar ist.

[0024] Der erfindungsgemäße Brenner weist zusätzlich ein Kernluftrohr auf, das von dem zylindrischen Primärluftrohr umgeben ist und einen Primärluft und Kohlenstaub führenden Ringkanal bildet (Primärluftdüse bzw. Staubrohrdüse). Durch die konzentrische Anordnung des Kernluftrohres, Primärluftrohres und Sekundärluftrohres wird eine individuelle Einzellaufzufuhr ermöglicht.

[0025] Ein Zündbrenner ist innerhalb des Kernluftrohres in der Brennerlängsachse angeordnet. An diesem Zündbrenner ist ein Drallkörper in Form eines Schaufelkranzes befestigt, der in radialer Richtung an seinem äußeren Ende von einer Rohrverlängerung abgedeckt wird, die sich in Strömungsrichtung konisch erweitert und sich über die Mündung des Zündbrenners hinaus erstreckt. Der Zündbrenner, der Drallkörper des Zündbrenners und die konische Rohrverlängerung sind bevorzugt als einstückiges Bauteil ausgeführt, das in Strömungsrichtung von einer in das Kernluftrohr zurückgezogenen Position bis zu einer Position an der Mündung des Kernluftrohres verschiebbar ist.

[0026] Die Mischungsintensität von Brennstoff und Verbrennungsluft kann durch einen Primärdrallkörper, der in dem Ringkanal zwischen dem Kernluftrohr und dem Primärluftrohr angeordnet ist, und einen Sekundärdrallkörper, der in dem Ringkanal zwischen dem Primärluftrohr und dem Sekundärluftrohr angeordnet ist, eingestellt werden.

[0027] Der erfindungsgemäße Brenner ermöglicht über die aus dem Stand der Technik bekannten Brennertechnik für Kohlenstaub hinausgehend einen Brennerbetrieb, bei dem die Reduktionsreaktionen eines sauerstoffarm (unterstöchiometrisch) betriebenen Feuerraumes in die brennernahe Zone zwischen Primärlamme und Sekundärluftströmung verlagert wird. Mit Hilfe des erfindungsgemäßen Brenners wird in dieser brennernahen Zone ein sauerstoffarmes Rauchgasrezirkulationsgebiet aufgebaut, in dem NO-Verbindungen, die während der Primärreaktion unvermeidlich entstehen, aufgespalten und zu molekularem Stickstoff reduziert werden. Dadurch ist eine wirkungsvollere Reduzierung der NO_x-Emissionen mit dem erfindungsgemäßen Brenner im Vergleich zu Brennern des Standes der Technik möglich.

[0028] Der erfindungsgemäße Brenner ist in Ausfüh-

rungsbeispielen sowohl für einen Steinkohlebrenner als auch für einen Braunkohlebrenner in den beigefügten Figuren dargestellt. Der in den Figuren 1 bis 3 dargestellte Brenner zeigt Ausführungsbeispiele eines Steinkohlebrenners, während der in Figur 4 gezeigte Brenner ein Ausführungsbeispiel eines Braunkohlebrenners darstellt. Der erfindungsgemäße Brenner zur Verbrennung von staubförmigem Brennstoff wie Steinkohle oder Braunkohle wird im Folgenden näher erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 den Längsschnitt durch einen erfindungsgemäßen Steinkohlebrenner, wobei der Zündbrenner in das Kernluftrohr zurückgezogen ist und der axial verschiebbare Sekundärluftleitkörper in der Mündung der Primärluftpistole angeordnet ist,
- Fig. 2 den Längsschnitt durch einen erfindungsgemäßen Steinkohlebrenner, wobei der Zündbrenner in der Position entsprechend Figur 1 angeordnet ist und der axial verschiebbare Sekundärluftleitkörper auf der Außenseite des Primärluftrohres in den betreffenden Ringkanal zurückgezogen ist,
- Fig. 3 den Längsschnitt durch einen erfindungsgemäßen Steinkohlebrenner, wobei der Zündbrenner in der Mündung des Kernluftrohres angeordnet ist und der axial verschiebbare Sekundärluftleitkörper die in Fig. 1 beschrieben Position aufweist, und
- Fig. 4 den Längsschnitt durch einen erfindungsgemäßen Braunkohlebrenner, wobei der Zündbrenner in der Mündung des Kernluftrohres angeordnet ist und der axial verschiebbare Sekundärluftleitkörper eine gemäß Fig. 3 beschriebene Position einnimmt.

[0029] Aufgrund der die Erfindung kennzeichnenden Gemeinsamkeiten zwischen Steinkohlebrenner und Braunkohlebrenner erfolgt die Beschreibung der Figuren 1 bis 4 zunächst in allgemeingültiger Form.

[0030] Der erfindungsgemäße Brenner, der in den Figuren 1 bis 4 dargestellt ist, weist einen in Strömungsrichtung verschiebbaren Zündbrenner 7 auf, der in der Brennerlängsachse innerhalb eines Kernluftrohres 6 angeordnet ist. Das zylindrische Kernluftrohr 6 ist von einem zylindrischen Primärluftrohr 1 umgeben, wodurch ein Ringkanal gebildet wird. Dieser Ringkanal ist wiederum von einem zylindrischen Sekundärluftrohr 2 umgeben und teilt dadurch den Verbrennungsluftsektor in mindestens einen oder zwei Ringkanäle auf.

[0031] Der Brennstoff und Luft führende Primärluft-Ringkanal, der durch das Kernluftrohr 6 und das Primärluftrohr 1 ausgebildet wird, ist mit einer nicht gezeigten Mühle verbunden, in der die Kohle gemahlen und wäh-

rend des Mahlens mit einem heißen, gasförmigen Medium getrocknet wird. In einem bestimmten Abstand zum Austrittsende dieses Ringkanals ist auf der Außenseite des Kernluftrohres 6 ein Primärdraillkörper 10 angeordnet, welcher der Strömung aus Primärluft und Kohlenstaub eine Rotation aufprägt. Dadurch wird die Strömung vergleichmässtigt und der Kohlenstaub bevorzugt an der Innenseite des Primärluftrohres 1 angereichert.

[0032] Des Weiteren ist auf der Innenseite an dem austrittsseitigen Ende des Primärluftrohres 1 ein Stabilisierungsring 4 angeordnet, der eine radial nach innen gerichtete Kante aufweist. Diese Kante, die in den Strom aus Primärluft und Kohlenstaub hineinragt, sorgt dafür, dass die Kohlepartikel vor dem Verlassen des Primärluftrohres 1 auf einen Widerstand treffen, dadurch verzögert werden und von der Gasströmung in Richtung zur Mitte des Brennerrohres hin erneut beschleunigt werden.

[0033] In einem bestimmten Abstand vor der Staubdüsenmündung bzw. der den Stabilisierungsring 4 aufweisenden Mündung ist auf dem Kernluftrohr 6 der von Außen verstellbare Primärdraillkörper 10 angeordnet, der den Primärluft-Kohlenstaubstrom in eine Rotationsströmung versetzt. Dadurch wird eine Vergleichmässigung der Durchströmung innerhalb des Primärrohres bzw. Primärluftrohres 1 bei gleichzeitiger Anreicherung des Kohlenstaubes am äusseren Umfang des Staubrohres bewirkt.

[0034] Am Düsenaustritt des Primärrohres bzw. Primärluftrohres 1 befindet sich der Stabilisierungsring 4. Dieser Ring 4 hat die Form einer Innenverzahnung und ragt in den Strömungsbereich des Kohlenstaubes hinein, so dass die Kohlepartikel vor dem Verlassen des Primärrohres bzw. Primärluftrohres 1 gegen einen Widerstand prallen. Durch den Aufprall auf den Ring 4 werden die Kohlepartikel stark abgebremst.

[0035] Dabei sinkt deren Fließgeschwindigkeit kurzzeitig unter die brennstoffcharakteristische Rückzündgeschwindigkeit ab. Durch diesen Vorgang wird der Zündpunkt ausgasender Brennstoffprodukte definiert. Als Reaktion auf den Aufprall wird der Kohlenstaub reflektiert, durch die Ablenkung in den Primärgasstrom erneut beschleunigt und in den Feuerraum ausgetragen. Schematisch ist der vorstehende Ablauf durch den Pfeil 12 in den Figuren dargestellt.

[0036] Die Außenseite des austrittsseitigen Endes des Primärluftrohres 1 weist einen sich konisch radial nach außen hin erweiterten Abschnitt auf, der eine Luftabweiskehle 3 für die außen vorbei geführte Strömung der Sekundärluft darstellt, wobei die eigentliche Kehle mit dem Bezugssymbol 11 versehen ist, die Luftabweiskehle 3 sich insgesamt aber beidseits der Kehle 11 erstreckt. Die durch das Sekundärluftrohr 2 geführte Sekundärluft strömt längs der bzw. über die Luftabweiskehle 3 nach außen, entfernt sich von dem brennstoffreichen Flammkern und wird ausreichend verzögert den Brennstoffprodukten zugeführt. Die Luftabweiskehle 3 sorgt hierbei für einen Zündvorgang, der ohne eine Beeinflussung der Sekundärluft abläuft und nicht durch Luftschwankungen

oder Verwirbelungen gestört wird.

[0037] Durch den Stabilisierungsring 4 und die Luftabweiskehle 3 findet auf die oben beschriebene Weise eine kontrollierte Zündung des Kohlenstaubs in nahezu allen Betriebssituationen statt. Dabei wird durch den Stabilisierungsring 4 und die Luftabweiskehle 3 ein rotations-symmetrisches Rezirkulationsgebiet heißer, sauerstoffarmer Rauchgase stromab der Mündung des Primärluftrohres 1 zwischen Primärflamme und der Sekundärluftströmung ausgebildet.

[0038] Um den Partikelstrom des Kohlenstaubs vom Ringkanal, der durch das Kernluftröhr 6 und das Primärluftrohr 1 gebildet wird, weiter in Richtung der Brennerachse zu verlagern und damit die Ausdehnung des Rezirkulationsgebietes zu erhöhen, muss das Kernluftröhr 6, in Strömungsrichtung betrachtet, bevorzugt deutlich vor dem Stabilisierungsring 4 der Staubrohrdüse enden. Allerdings ist bei einer solchen Zuordnung der Rohre des erfindungsgemäßen Brenners ein sicherer Betrieb des verstellbaren Zündbrenners 7, vor allem im Kombibetrieb mit Öl und Kohle, nicht möglich, da die nach innen zur Brennerachse gerichtete Strömung des Kohlenstaubs die Flamme des Zündbrenners 7 beeinträchtigt und zusätzlich die Überwachung der Zündflamme aufgrund der Abdunkelung durch den Kohlenstaub behindert wird.

[0039] Um trotzdem einen sicheren Brennerbetrieb für alle Betriebszustände zu gewährleisten, ist der am Zündbrenner 7 befestigte Drallkörper 8 in seinem äußeren Bereich durch eine Rohrverlängerung 9 abgedeckt. Diese Rohrverlängerung 9, die den Schaufelkranz des Drallkörpers 8 umgibt, ist stromab konusförmig verlängert und dient als Abweiser für den Kohlenstaub, der vom Stabilisierungsring 4 in Richtung Brennermitte abgelenkt wird. Gemeinsam mit dem Zündbrenner 7 ist die örtliche Lage der konischen Rohrverlängerung 9 in Strömungsrichtung verstellbar. Dadurch wird eine sichere Zündung sowie Überwachbarkeit der Zündbrennerflamme in allen Betriebssituationen sichergestellt.

[0040] Die Bedeutung des von dem Stabilisierungsring 4 und der Luftabweiskehle 3 ausgebildeten Rezirkulationsgebietes, das einen sauerstoffarmen Bereich darstellt, ist im Hinblick auf die NO_x-Reduktion aus dem Stand der Technik bekannt. Ein Großteil der durch die Primärverbrennung entstandenen Reaktionsprodukte gelangt in das sauerstofffreie Rezirkulationsgebiet, wo die Zersetzung der Stickstoffoxide durch reaktionsfähige Brennstoffbestandteile erfolgt. Daher ist es ein Bestreben, die Größe des Rezirkulationsgebietes auf ein Optimum im Hinblick auf niedrige NO_x-Emissionen einzustellen.

[0041] Dies geschieht durch einen in Strömungsrichtung verstellbaren Sekundärluftleitkörper 5, der auf der Außenseite des Primärluftrohres 1 angeordnet ist und in Strömungsrichtung zwischen einer in den Sekundärluftringkanal zurückgezogenen Position und einer mit der Mündung des Primärluftrohres 1 bündig abschließenden Position verstellbar ist.

[0042] Weiterhin ist die die Mündung des Primärluft-

rohres 1 bzw. die Brennerdüse aus Luftabweiskehle 3 und Stabilisierungsring 4 als ein Bauteil ausgebildet und mit dem Staubrohr bzw. Primärluftrohr 1 des Brenners dauerhaft fest verbunden. Hierzu wird eine einstückige 5 Herstellung von der Luftabweiskehle 3 und dem Stabilisierungsring 4 bevorzugt.

[0043] Dieses einstückige Bauteil aus der Luftabweiskehle 3 und dem Stabilisierungsring 4 wird vorrangig, aber nicht ausschließlich im Schleudergussverfahren 10 hergestellt. Aber auch das Primärluftrohr 1 kann mit einem Teil Bestandteil des einstückigen Bauteils sein, das die Luftabweiskehle 3 und den Stabilisierungsring 4 aufweist.

[0044] Die Wirkungsweise des verstellbaren Sekundärluftleitkörpers 5 in Verbindung mit der Luftabweiskehle 3 im Hinblick auf das Rezirkulationsgebiet und unter Berücksichtigung des Betriebszustandes wird anhand 15 der beigefügten Zeichnungen im Folgenden erläutert.

[0045] Figur 1 zeigt einen Steinkohlebrenner, bei dem 20 der Zündbrenner 7 in das Kernluftröhr 6 zurückgezogen ist und der verstellbare Sekundärluftleitkörper 5 in der Mündung des Primärluftrohres 1 angeordnet ist. In dieser Position des Sekundärluftleitkörpers 5 ist dieser stromabwärts nicht weiter verschiebbar und schließt bündig 25 mit der Luftabweiskehle 3 ab, wodurch die Wirkungsweise der Luftabweiskehle 3 verstärkt wird. Die Sekundärluft, die durch den Ringkanal, der von Primärluftrohr 1 und Sekundärluftrohr 2 gebildet wird, strömt, wird nach außen abgelenkt und entfernt sich in radialer Richtung 30 vom Flammenkern der Primärverbrennungszone. Durch die Verstellung des Sekundärluftleitkörpers 5 auf die in Figur 1 gezeigte Position wird eine einstellbare maximal 35 große Trennschicht stromab der Mündung des Primärluftrohres 1 zwischen Primärverbrennung und Sekundärluftströmung erzeugt. Dieses in seiner Ausdehnung maximal große Rezirkulationsgebiet stellt für den in Figur 1 zugrunde liegenden Betriebszustand ein Optimum im Hinblick auf die NO_x-Reduktion dar.

[0046] Figur 2 zeigt den Längsschnitt durch einen erfindungsgemäßen Steinkohlebrenner, bei dem der Zündbrenner 7 an der in Figur 1 dargestellten Position angeordnet ist und der verschiebbare Sekundärluftleitkörper 5 auf der Außenseite des Primärluftrohres 1 in den Sekundärluftringkanal zurückgezogen ist. Hierbei sind die 40 Bauteile so für einen Betriebszustand des Steinkohlebrenners angeordnet, bei dem eine weniger große Trennschicht zwischen Primärverbrennung und Sekundärluftströmung und damit ein in radialer Richtung weniger großes Rezirkulationsgebiet stromab der Mündung des Primärluftrohres 1 gefordert ist. Der verstellbare Zündbrenner 7 ist für diesen Betriebszustand wiederum in das Kernluftröhr 6 zurückgezogen. Der Sekundärluftleitkörper 5, der durch seine einstellbare Position die Größe 45 des Rezirkulationsgebietes beeinflusst, ist entsprechend der Lage des Zündbrenners 7 in dem betreffenden Ringkanal zurückgezogen. In dieser Position teilt der Sekundärluftleitkörper 5 den Luftstrom des Sekundärluftrohres 50 2 in zwei unterschiedliche Teilströme auf und vergleich-

mäßigt diese. Dadurch sorgt der Sekundärluftleitkörper 5 dafür, dass der Zündvorgang am Brenneraustritt nicht durch Luftschwankungen oder Verwirbelungen der Sekundärluft gestört wird und die Sekundärluft ausreichend verzögert den Brennstoffprodukten zugeführt wird.

[0047] Figur 3 zeigt den Längsschnitt durch einen erfindungsgemäßen Steinkohlebrenner, wobei der Zündbrenner 7 in der Mündung des Kernluftröhres 6 angeordnet ist und der verschiebbare Sekundärluftleitkörper 5 die in Figur 1 dargestellte Position aufweist. Die Bauteile des erfindungsgemäßen Brenners sind entsprechend eines Betriebszustands im Zündbetrieb bzw. Kombibetrieb des Steinkohlebrenners angeordnet. Für diesen Betriebszustand ragt die konische Rohrverlängerung 9 sowohl über die Mündung des Kernluftröhres 6 als auch stromab über den Stabilisierungsring 4 des Primärluftrohres 1 in Strömungsrichtung hinaus, um eine sichere Zündung und Überwachbarkeit des Zündbrenners 7 sicherzustellen. Der Sekundärluftleitkörper 5 ist, wie in Figur 1, in der Mündung des Primärluftrohres 1 angeordnet und ist stromabwärts nicht weiter verschiebbar. Durch die Anordnung des Luftleitkörpers 5 wird die Wirkungsweise der Luftabweiskehle 3 verstärkt und es bildet sich eine maximal große Trennschicht stromab der Mündung des Primärluftrohres 1 aus, in dem die NO-Verbindungen der Primärreaktion aufgespalten und zu molekularem Stickstoff reduziert werden können und sich ein Optimum hinsichtlich der NO_x-Reduktion für den dargestellten Betriebszustand einstellt.

[0048] Figur 4 zeigt ein Ausführungsbeispiel eines Braunkohlebrenners, der die gleichen erfindungsgemäßen Merkmale wie der zuvor beschriebene Steinkohlebrenner aufweist. Unterschiede zu einem Steinkohlebrenner bestehen in den Verhältnissen der Durchmesser der Brennerrohre.

[0049] Figur 4 zeigt den Längsschnitt durch einen erfindungsgemäßen Braunkohlebrenner, wobei der Zündbrenner 7 in der Mündung des Kernluftröhres 6 angeordnet ist und der verschiebbare Sekundärluftleitkörper 5 eine gemäß Figur 3 beschrieben Position einnimmt. Die Bauteile des Brenners sind entsprechend eines Betriebszustands im Zündbetrieb bzw. Kombibetrieb des Braunkohlebrenners angeordnet. Für diesen Betriebszustand des erfindungsgemäßen Brenners nimmt der Zündbrenner 7 eine Position in der Mündung des Kernluftröhres 6 ein und ist stromabwärts nicht weiter verschiebbar. Die konische Rohrverlängerung 9 ragt über die Mündung des Kernluftröhres 6 und den Stabilisierungsring 4 hinaus, um eine sichere Zündung des Zündbrenners 7 sicherzustellen. Der verschiebbare Sekundärluftleitkörper 5 weist die in Figur 1 und 3 beschriebene Position auf, aus der er nicht weiter stromab verschiebbar ist. Durch diese Positionierung des Sekundärluftleitkörpers 5 bildet sich ein maximal großes Rezirkulationsgebiet stromab der Mündung des Primärluftrohres 1 aus, in dem die Reduktion der NO-Verbindungen zu molekularem Stickstoff, entsprechend des Betriebszustandes im Hinblick auf ein Optimum der NO_x-Reduktion, erfolgen kann.

[0050] Durch den erfindungsgemäßen Brenner 5 zur Verbrennung von staubförmigem Brennstoff wie Steinkohle oder Braunkohle ist eine Vorrichtung bereit gestellt, die eine höhere Reduzierung der NO_x-Emissionen hinsichtlich des Lastzustandes und der Qualität des Kohlenstaubs im Vergleich zum Stand der Technik ermöglicht.

Bezugszeichenliste

10

[0051]

- | | |
|----|---------------------------|
| 1 | Primärluftrohr |
| 2 | Sekundärluftrohr |
| 15 | Luftabweiskehle |
| 3 | Stabilisierungsring |
| 4 | Sekundärluftleitkörper |
| 5 | Kernluftröhr |
| 6 | Verstellbarer Zünder |
| 7 | Drallkörper |
| 8 | Konische Rohrverlängerung |
| 9 | Primärdrallkörper |
| 10 | Kehle |
| 11 | |

25

Patentansprüche

1. Brenner zur Verbrennung von staubförmigem Brennstoff wie Steinkohle oder Braunkohle, bevorzugt mit einem konzentrischen Aufbau, der ein Primärluftrohr (1) und ein Sekundärluftrohr (2), das das Primärluftrohr (1) umgibt, aufweist, wobei der Mündungsbereich des Primärluftrohres
 - 35 (1) außenseitig eine Luftabweiskehle (3) und innenseitig einen Stabilisierungsring (4) aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Luftabweiskehle (3) und der Stabilisierungsring (4) als einstückiges Bauteil ausgebildet sind.
 - 40 2. Brenner nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** das einstückige Bauteil im Schleuder- gussverfahren hergestellt ist.
 - 45 3. Brenner nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** das einstückige Bauteil an dem Primärluftrohr (1), bevorzugt durch Anschweißen, fixiert ist.
 - 50 4. Brenner nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Luftabweiskehle (3), der Stabilisierungsring (4) und zumindest ein Teil des Primärluftrohres (1) einstückig ausgebildet sind, insbesondere den Mündungsbereich des Primärluftrohres (1) ausbilden.
 - 55 5. Brenner nach einem der vorhergehenden Ansprü-

che, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Stabilisierungsring (4) mit der Mündung des Primärluftrohres (1) bündig abschließt und/oder dass die Luftabweiskehle (3) mit der Mündung des Primärluftrohres (1) bündig abschließt. 5

6. Brenner nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** einen im Ringspalt zwischen Primärluftrohr (1) und Sekundärluftrohr (2) angeordneten Luftleitkörper (5), der in und gegen die Strömungsrichtung zwischen einer in den Ringspalt zurückgezogenen Position und einer mit der Mündung des Primärluftrohres (1) bündig abschließenden Position verstellbar ist. 10

7. Brenner nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Brenner ein im Primärluftrohr (1) angeordnetes Kernluftrohr (6) aufweist, in dem ein Zündbrenner (7), der zwischen einer Brennerzündposition und einer Brennerbetriebspunktion in und gegen die Strömungsrichtung verschiebbar ist, angeordnet ist. 20

8. Brenner nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mündung des Kernluftrohres (6) stromaufwärts vor der Mündung des Primärluftrohres (1) angeordnet ist. 25

9. Brenner nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** an dem zündflammenseitigen Ende des Zündbrenners (7) ein Drallkörper (8) angeordnet ist. 30

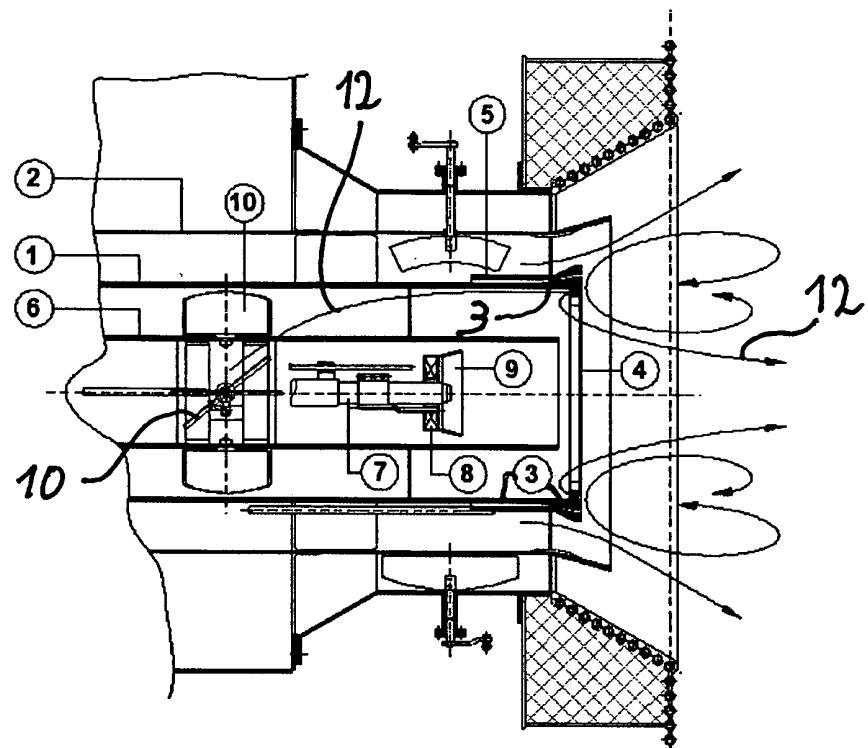
10. Brenner nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** an dem Drallkörper (8) ein Rohrabschnitt um die Zündbrennerlängsachse angeordnet ist, wobei das bevorzugt konisch ausgebildete zündflammenseitige Ende des Rohrabschnitts in der Brennerzündposition des Zündbrenners (7) über das austritsseitige Ende (Mündung) des Primärluftrohres (1) ragt. 35

11. Brenner nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Ringspalt zwischen Kernluftrohr (6) und Primärluftrohr (1) ein Primärdrallkörper (10) angeordnet ist. 45

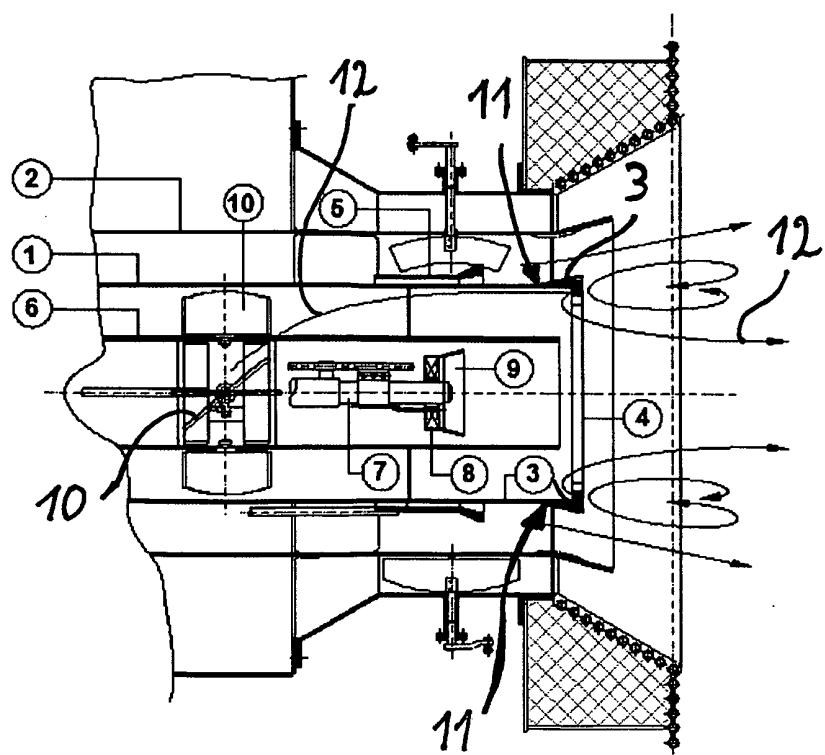
50

55

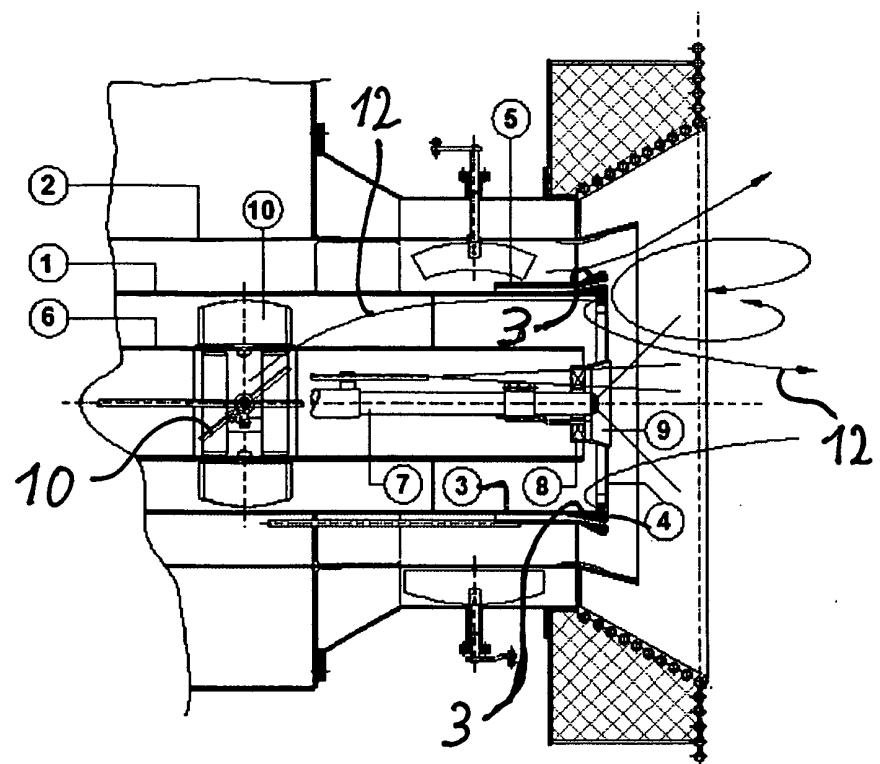
Figur 1



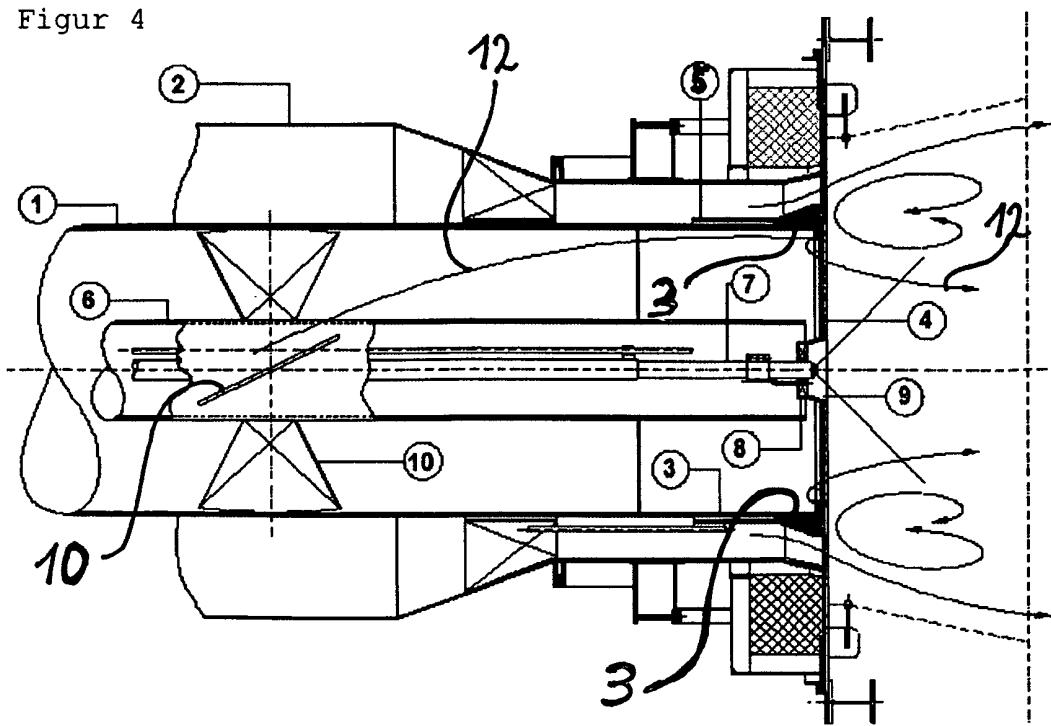
Figur 2



Figur 3



Figur 4





EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betreift Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 4 545 307 A (MORITA SHIGEKI [JP] ET AL) 8. Oktober 1985 (1985-10-08)	1,3,5	INV. F23C7/00 F23D1/02
Y	* Spalte 3, Zeile 34 - Spalte 4, Zeile 51; Abbildungen 3,4 *	11	
D, Y	EP 0 571 704 B1 (BABCOCK ENERGIE UMWELT [DE]) 27. Dezember 1996 (1996-12-27)	11	
A	* Spalte 2, Zeile 16 - Spalte 3, Zeile 6; Abbildung 1 *	6,7,9	
X	EP 0 260 382 A1 (HITACHI LTD [JP]; BABCOCK HITACHI KK [JP]) 23. März 1988 (1988-03-23) * Spalte 6, Zeile 41 - Spalte 7, Zeile 4 * * Spalte 10, Zeile 36 - Zeile 51; Abbildungen 1,8 *	1,4,5	
X	EP 0 893 649 A2 (HITACHI LTD [JP]; BABCOCK HITACHI KK [JP]) 27. Januar 1999 (1999-01-27) * Seite 7, Zeile 50 - Seite 8, Zeile 11; Abbildung 7 *	1,3,5	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
X	EP 0 933 592 A2 (HITACHI LTD [JP]; BABCOCK HITACHI KK [JP] HITACHI LTD; BABCOCK HITACHI) 4. August 1999 (1999-08-04) * Seite 4, Zeile 38 - Zeile 43 * * Seite 5, Zeile 52 - Seite 6, Zeile 26; Abbildungen 1,4 *	1,3,5	F23C F23D
X	WO 95/13502 A (IVO INTERNATIONAL OY [FI]; DERNJATIN PAULI [FI]; SAVOLAINEN KATI [FI];) 18. Mai 1995 (1995-05-18) * Seite 8, Zeile 21 - Seite 10, Zeile 15; Abbildung 2 *	1,3,5	
		-/-	
1	Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt		
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
München		9. Oktober 2006	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 : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			
T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, 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			



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 6 237 510 B1 (TSUMURA TOSHIKAZU [JP] ET AL) 29. Mai 2001 (2001-05-29) * Spalte 6, Zeile 18 - Spalte 7, Zeile 18 * * Spalte 8, Zeile 50 - Zeile 65; Abbildungen 21,24 * -----	1,3,5	
			RECHERCHIERTE SACHGEBiete (IPC)
1 Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
1	Recherchenort München	Abschlußdatum der Recherche 9. Oktober 2006	Prüfer Gavriliu, Costin
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, 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	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

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

EP 06 01 3706

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente 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.

09-10-2006

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 4545307	A	08-10-1985		AU 570249 B2 AU 2915684 A DE 3485248 D1 EP 0160146 A2 FI 851263 A IN 164394 A1 JP 1750459 C JP 4039564 B JP 60226609 A KR 9106234 B1 NO 851597 A ZA 8501121 A		10-03-1988 31-10-1985 12-12-1991 06-11-1985 24-10-1985 11-03-1989 08-04-1993 30-06-1992 11-11-1985 17-08-1991 24-10-1985 30-10-1985
EP 0571704	B1	27-12-1996		AT 146868 T DE 4217879 A1 DK 571704 T3 EP 0571704 A2 ES 2096112 T3 FI 932236 A		15-01-1997 02-12-1993 12-05-1997 01-12-1993 01-03-1997 30-11-1993
EP 0260382	A1	23-03-1988		DE 3761107 D1 JP 2023172 C JP 7054162 B JP 62276310 A KR 9513954 B1 US 4907962 A		11-01-1990 26-02-1996 07-06-1995 01-12-1987 18-11-1995 13-03-1990
EP 0893649	A2	27-01-1999		AU 716261 B2 AU 7615698 A CA 2243376 A1 CN 1206808 A CZ 9802283 A3 DE 69819615 D1 DE 69819615 T2 JP 3344694 B2 JP 11044411 A PL 327683 A1 US 6112676 A		24-02-2000 04-02-1999 24-01-1999 03-02-1999 17-02-1999 18-12-2003 30-09-2004 11-11-2002 16-02-1999 01-02-1999 05-09-2000
EP 0933592	A2	04-08-1999		CN 1226654 A DE 69925176 D1 DE 69925176 T2 JP 3343855 B2 JP 11211013 A US 6189464 B1		25-08-1999 16-06-2005 10-11-2005 11-11-2002 06-08-1999 20-02-2001

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

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

EP 06 01 3706

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente 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.

09-10-2006

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
WO 9513502	A	18-05-1995	AU CN CZ DE HU PL RU US	5422594 A 1106909 A 9601302 A3 4395243 T0 75328 A2 305749 A1 2104443 C1 5799594 A		29-05-1995 16-08-1995 16-10-1996 21-11-1996 28-05-1997 15-05-1995 10-02-1998 01-09-1998
US 6237510	B1	29-05-2001	AT AT AU AU CA CN CZ DE DE EP WO KR PL RO RU	327476 T 288051 T 709979 B2 2650097 A 2231403 A1 1198207 A 9800776 A3 69732341 D1 69732341 T2 0852315 A1 9803819 A1 268241 B1 325530 A1 118900 B1 2153129 C2		15-06-2006 15-02-2005 09-09-1999 10-02-1998 29-01-1998 04-11-1998 16-09-1998 03-03-2005 18-05-2006 08-07-1998 29-01-1998 01-12-2000 03-08-1998 30-12-2003 20-07-2000

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 571704 B [0002]
- EP 670454 B [0005]