



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 0 756 134 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
29.01.1997 Patentblatt 1997/05

(51) Int. Cl.⁶: **F23D 1/00**

(21) Anmeldenummer: **96106401.1**

(22) Anmeldetag: **24.04.1996**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE DK ES FI FR GB NL

(30) Priorität: **25.07.1995 DE 19527083**

(71) Anmelder: **Babcock Lentjes Kraftwerkstechnik
GmbH
46049 Oberhausen (DE)**

(72) Erfinder:
• **Leise, Alfons
45131 Essen (DE)**
• **Streffing, Michael
45768 Marl (DE)**

(74) Vertreter: **Müller, Jürgen, Dipl.-Ing.
Deutsche Babcock AG
Lizenz- und Patentabteilung
Duisburger Strasse 375
46049 Oberhausen (DE)**

(54) **Verfahren und Brenner zur Verminderung der Bildung von NO_x bei der Verbrennung von Kohlenstaub**

(57) Bei der Verbrennung von Kohlenstaub mit Verbrennungsluft in Brennern, denen der Kohlenstaub mit Hilfe von Primärluft als ein Kohlenstaub-Primärluft-Gemisch zugeführt wird, entsteht im Zündbereich der Brenner durch die Pyrolyse des Kohlenstaubes aus dem Kohlenstaub-Primärluft-Gemisch ein Primärgas mit brennbaren, gasförmigen Bestandteilen. Um dabei eine Verminderung der Bildung von NO_x herbeizufüh-

ren, wird im Zündbereich der mittlere Quotient aus Sauerstoffanteilen im Primärgas und aus dem Bedarf an Sauerstoff zur Verbrennung der brennbaren flüchtigen Bestandteile des Primärgases durch eine Absenkung des Sauerstoffanteils im Primärgas und/oder eine Impfung des Primärgases mit einem brennbaren Fremdgas gesenkt.

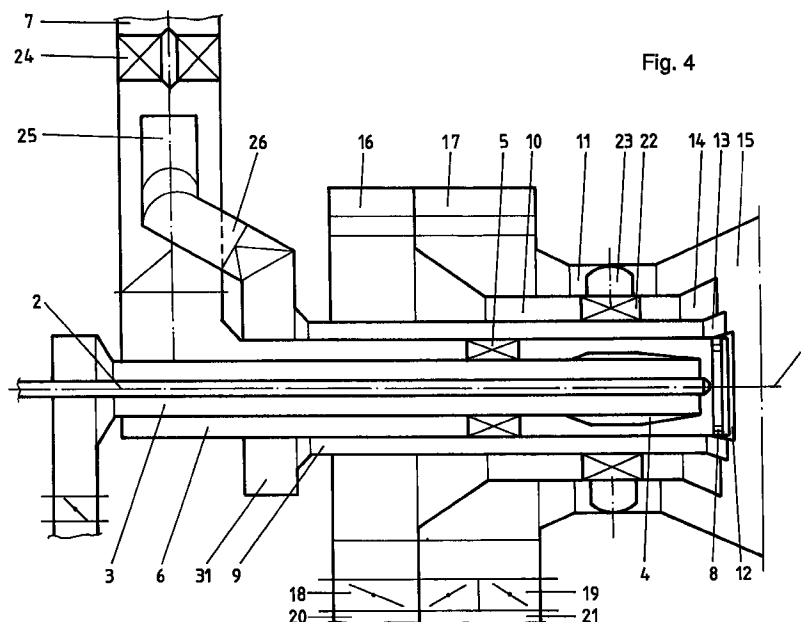


Fig. 4

EP 0 756 134 A1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Verminderung der Bildung von NO_x bei der Verbrennung von Kohlenstaub mit Verbrennungsluft in Brennern mit den Merkmalen des Oberbegriffes des Anspruches 1 sowie einen Brenner mit den Merkmalen des Oberbegriffes des Anspruches 5.

Zur Verminderung der Bildung von NO_x bei der Verbrennung von kohlenstoffhaltigen Brennstoffen ist es bekannt, die Verbrennungsluft gestuft in mehreren Teilströmen aufzugeben. Dadurch wird der Brennstoff in einer ersten Flammenzone unter Luftmangel und bei verringerter Flammentemperatur verbrannt. Die restliche Verbrennungsluft wird der Flamme in einer zweiten Flammenzone nachträglich beigemischt.

Ein Kohlenstaubbrenner mit gestufter Luftaufgabe ist aus der DE-OS 42 17 879 bekannt. Bei diesem Brenner werden die Luftströme über spiralförmige Eintrittsgehäuse zugeführt und durchströmen konzentrische Ringkanäle, in denen ihnen ein Drall aufgezwungen wird. Der Sekundär- und der Tertiärluftstrom werden über Abweiskehlen nach außen von dem Brennstoffstrom weggeführt, der durch einen zwischen dem Kernluftrohr und dem Sekundärluftkanal angeordneten, nicht aufgeteilten Ringkanal aufgegeben wird. Auf diese Weise entsteht eine innere Verbrennungszone mit einer niedrigen Luftzahl und eine sauerstoffreichere stabile Flammenumhüllung, aus der die brennstoffreiche Flamme verzögert mit Sauerstoff versorgt wird.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Bildung von NO_x in der Zündphase der Kohlenstaubes zu beeinflussen.

Diese Aufgabe wird bei einem gattungsgemäßen Verfahren erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruches 1 gelöst. Ein Brenner zur Lösung der Aufgabe ist Gegenstand des Anspruches 5. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Der Erfindung liegt der Gedanke zugrunde, daß bei der Verbrennung von Kohlenstaub in Dampferzeugeranlagen die Bildung von NO_x hauptsächlich beeinflußt wird durch die Luftzahl im Feuerraum der Dampferzeugeranlage, durch die Verbrennungstemperatur, durch die Brennstoffbeschaffenheit und vor allem durch den Sauerstoffquotienten ω , der zum Zeitpunkt der Primärreaktionen, das heißt während der Pyrolyse und der parallel dazu verlaufenden Oxidation der flüchtigen Bestandteile der Kohle vorliegt. Unter Sauerstoffquotient ω wird das Verhältnis verstanden, das gebildet wird aus dem in der Zündphase verfügbaren Sauerstoff und dem Bedarf an Sauerstoff zur Verbrennung der ausgasenden flüchtigen Bestandteile. Zu Beginn der Pyrolysephase ist der Anteil der freigesetzten flüchtigen Bestandteile $\gamma_{\text{flüchtige Bestandteile}}$, die aus der Kohle ausgasen, gering (Fig. 1). Damit ist auch die absolute Menge an oxidationsfähigen Produkten und dementsprechend der Bedarf an Sauerstoff zu deren Verbrennung sehr gering. Dem gegenüber steht ein fester Sauerstoffbetrag, der aus

der Primärluft und dem Eigensauerstoffanteil des Brennstoffes resultiert. Das bedeutet, daß mit Beginn der Zündung der flüchtigen Bestandteile der Sauerstoffquotient ω unendlich groß ist. Unter der Voraussetzung, daß zunächst kein weiterer Sauerstoff, z. B. in Form von Verbrennungsluft hinzugefügt wird, verringert sich der Sauerstoffquotient ω im weiteren Zeitablauf aufgrund der fortschreitenden Reaktionen im Flammenkern des Brennernahbereiches (Fig. 2). Mit Beginn der Zumischung von Sekundär- und Tertiärluft zur Primärreaktion erfolgt wieder ein Ansteigen des Sauerstoffquotienten ω . Geschieht dies zu einem Zeitpunkt, zu dem die Pyrolysereaktion der Kohle nicht abgeschlossen ist, so wird die NO_x -Bildung beschleunigt. Die Abhängigkeit des NO_x -Gehaltes γ_{NO_x} in dem Verbrennungsgas von dem Sauerstoffquotienten ω zeigt die Fig. 3.

Mit der Kenntnis der Beschaffenheit des Brennstoffs, das heißt vor allem dessen Neigung zu pyrolysieren, und einiger Randbedingungen des Feuerungssystemes ist der gemittelte Sauerstoffquotient ω für alle Brennerbauformen errechenbar. Durch die erfindungsgemäßen Maßnahmen kann die maximale Höhe und der mittlere Wert des Sauerstoffquotienten ω so beeinflußt werden, daß ein Minimum an NO_x entsteht, ohne daß die zur Aufrechterhaltung der Primärreaktionen am Brenneraustritt notwendigen Prozesse zum Erliegen kommen.

Im folgendem sei die Erfindung an Hand mehrerer Ausführungsbeispiele und Brenner zur Durchführung der Erfindung erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 ein Diagramm zur Abhängigkeit der Menge an freigesetzten flüchtigen Bestandteilen im Primärgas von der Zeit während der Zündphase,
- Fig. 2 ein Diagramm zur Abhängigkeit des Sauerstoffquotienten von der Zeit während der Zündphase,
- Fig. 3 ein Diagramm zur Abhängigkeit des Gehaltes an NO_x im Verbrennungsgas von dem Sauerstoffquotienten,
- Fig. 4 den Längsschnitt durch einen Brenner,
- Fig. 5 den Längsschnitt durch einen anderen Brenner und
- Fig. 6 den Längsschnitt durch einen weiteren Brenner.

Der dargestellte Brenner enthält eine in der Brennerlängsachse 1 vorgesehene Ölbrennerzündlanze 2, die innerhalb eines Kernluftrohres 3 angeordnet ist. Das Kernluftrohr 3 ist unter Bildung eines zylindrischen ringförmigen Kanals von einem Primär-Staubrohr 6 umgeben. Am vorderen Ende ist auf dem Kernluftrohr 3 innerhalb des Primär-Staubrohres 6 ein Strömungskörper 4 und davor ein Drallkörper 5 angeordnet.

Das Primär-Staubrohr 6 ist an dem rückwärtigen Ende über einen Krümmer mit einer Staubleitung 7 verbunden, die zu einer nicht gezeigten Mühle führt. Über

die Staubleitung 7 wird ein Gemisch aus Primärluft und Kohlenstaub in das Primär-Staubrohr 6 eingespeist. An dem austrittsseitigen Ende des Primär-Staubrohres 6 sind Einbauten in Form eines Stabilisierungsrings 8 angebracht, der eine radial nach innen gerichtete Kante aufweist. Diese Kante ragt in den Strom aus Primärluft und Kohlenstaub hinein.

Das Primär-Staubrohr 6 ist konzentrisch in einem Ringkanal angeordnet, der von einem Primär-Gasrohr 9 gebildet wird. Dieser Ringkanal ist unter Bildung eines weiteren zylindrischen ringförmigen Kanals von einem Sekundärluftrohr 10 und dieses ist wiederum unter Bildung eines zylindrischen ringförmigen Kanals konzentrisch von einem Tertiärluftrohr 11 umgeben. Das Primär-Staubrohr 6, das Primär-Gasrohr 9 und das Sekundärluftrohr 10 weisen an ihren austrittsseitigen Enden konisch nach außen hin erweiterte Abschnitte auf, die Abweiskehlen 12, 13, 14 für die außen an ihnen vorbei geführten Mediumströme darstellen. Das Tertiärluftrohr 11 setzt sich in die sich nach außen erweiternde Brennerkehle 15 fort.

Das Sekundärluftrohr 10 und das Tertiärluftrohr 11 des Brenners sind an dem rückwärtigen Ende jeweils mit einem spiralförmigen Einlaufgehäuse 16, 17 verbunden, die an Regelklappen 18, 19 aufnehmende Eintrittsleitungen 20, 21 angeschlossen sind und die das Sekundärluftrohr 10 mit Sekundärluft und das Tertiärluftrohr 11 mit Tertiärluft als Teilströme der Verbrennungsluft versorgen. Die Einlaufgehäuse 16, 17 sorgen für eine gleichmäßige Luftverteilung über die Ringquerschnitte des Sekundärluftrohres 10 und des Tertiärluftrohres 11.

Unmittelbar vor dem Austrittsende ist jeweils in dem Sekundärluftrohr 10 und in dem Tertiärluftrohr 11 eine Einrichtung zur Beeinflussung des Dralls in Form eines Geschränks aus drehbar gelagerten, axialen Drallklappen 22, 23 angeordnet, die über ein nicht gezeigtes Gestänge mit Antrieb von außen verstellbar sind. Durch diese axialen Drallklappen 22, 23 wird der Sekundärluft und der Tertiärluft ein Drall von einstellbarer Größe aufgezwungen. Je nach der Anstellung gegenüber der Luftströmung verstärken oder vermindern diese Drallklappen 22, 23 den durch das Einlaufgehäuse 16, 17 bewirkten Drall des Luftstromes. In besonderen Fällen kann der Drall auch ganz aufgehoben werden.

In der Staubleitung 7 ist in der Nähe des Brenner-eintrittes ein Drallkörper 24 angeordnet, der den Gemischstrom aus Primärluft und Kohlenstaub in einen äußeren, staubreichen und einen inneren, staubarmen Teilstrom aufteilt. Stromabwärts von dem Drallkörper 24 ist in der Staubleitung 7 ein Tauchrohr 25 angeordnet. An das Tauchrohr 25 ist eine Leitung 26 angeschlossen, die aus der Staubleitung 7 herausgeführt und über ein radiales Eintrittsgehäuse 31 mit dem Primär-Gasrohr 9 verbunden ist. Durch diese Anordnung wird der staubarme Teilstrom aus dem aufgeteilten Gemischstrom herausgenommen und dem Primär-Gasrohr 9 zugeführt, während nur der staubreiche und damit luftärmere Teilstrom in das Primär-Staubrohr 6 gelangt. Auf diese

Weise erfolgt im Zündbereich des Brenners eine relative Anreicherung von Kohlenstaub und somit auch von flüchtigen Bestandteilen bei gleichzeitiger Reduzierung des Sauerstoffangebotes. Dies führt zu einer Verringerung des Sauerstoffquotienten ω .

Der in Fig. 5 gezeigte Brenner entspricht weitgehend dem Brenner gemäß Fig. 4. Jedoch ist in der Staubleitung 7 kein Drallkörper angeordnet, der den Gemischstrom in zwei Teilströme aufteilt. Statt dessen ist um das Kernluftrohr 3 herum ein Gasrohr 27 angeordnet, das mit dem Kernluftrohr 3 einen Ringkanal bildet, der am Austrittsende durch eine Düsenplatte 28 versperrt ist. In dieser Düsenplatte 28 sind auf dem Umfang verteilt Gasaustrittsdüsen angeordnet. Das Gasrohr 27 ist mit einer Ringleitung 29 verbunden, an die eine Zuführungsleitung 30 angeschlossen ist. Über diese Zuführungsleitung 30 wird ein brennbares Fremdgas, z. B. Erdgas, Methangas oder Kokereigas zugeführt, das über die Düsenplatte 28 in die Primär-Zündzone eingebracht wird, die sich stromabwärts von dem Primär-Staubrohr 6 ausbildet.

Die in den Fig. 4 und 5 dargestellten Brenner können auch, wie in Fig. 6 dargestellt, miteinander kombiniert werden.

In dem aus dem Primär-Staubrohr 6 austretenden Primärluft-Kohlenstaub-Gemisch setzt bei ausreichend vorhandenem Wärmetransfer zum Brennstoff unmittelbar nach der Zündung die Pyrolyse des Kohlenstaubes ein. Dabei entsteht in der Primär-Zündzone ein Gemisch, das die ausgegasten flüchtigen Bestandteile der Kohle enthält. Das erfindungsgemäße Verfahren zielt darauf ab, den Quotienten ω aus dem Sauerstoffanteil in dem Primärgas und aus dem Sauerstoffbedarf zur Verbrennung der im Primärgas vorhandenen flüchtigen Bestandteilen zu verringern. Zu diesem Zweck wird der Gemischstrom in einen staubreichen Teilstromes und einen staubarmen Teilstrom aufgeteilt, und diese Teilströme werden mit unterschiedlicher Staubbeladung über voneinander getrennte Kanäle dem Zündbereich des Brenners zugeführt. Aufgrund dieser Trennung wird der Staubanteil in dem entstehenden Primärgas erhöht und gleichzeitig das Sauerstoffangebot in diesem Bereich vermindert. Die Trennung in zwei Teilströme mit unterschiedlicher Staubbeladung wird vorzugsweise in der Staubleitung 7 unmittelbar am Brenner vorgenommen. Es ist ebenso möglich, die Trennung an einer anderen Stelle des Feuerungssystems vorzusehen.

Die Absenkung des Sauerstoffanteils im Primärgas läßt sich auch dadurch erreichen, daß ein Teil der Luft in dem Primärluft-Kohlenstaub-Gemisch durch Rauchgas ersetzt wird. Dieses Rauchgas, das warm oder abgekühlt sein kann, wird der Luft vor deren Eintritt in die Mühle beigemischt.

Ein anderes Verfahren zur Senkung des Sauerstoffquotienten ω im Primärgas besteht darin, daß in das Primärgas über das oben beschriebene Gasrohr 27 ein brennbares Fremdgas eingebracht wird. Auf diese Weise wird der Anteil reaktionsfähiger flüchtiger Brennstoffprodukte im Primärgas erhöht und damit der Sauer-

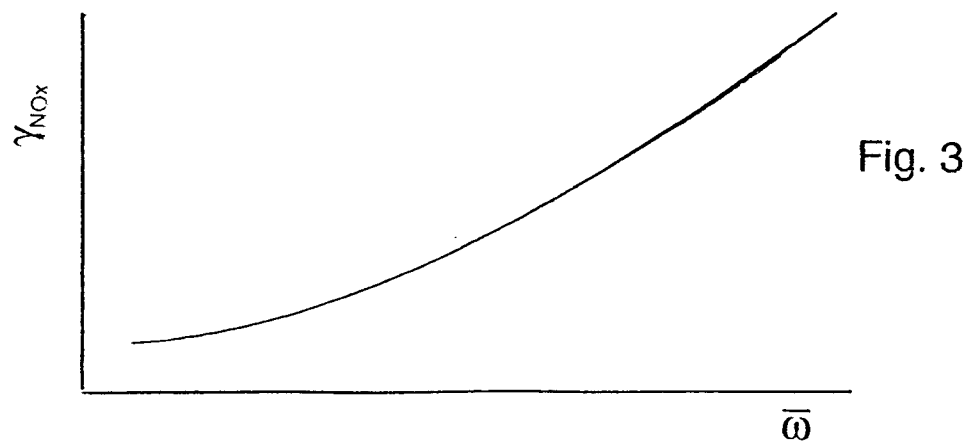
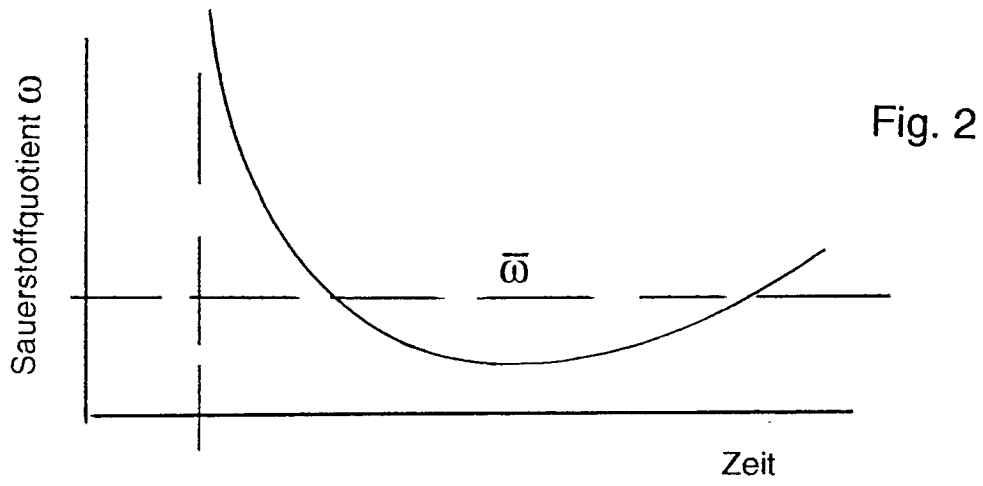
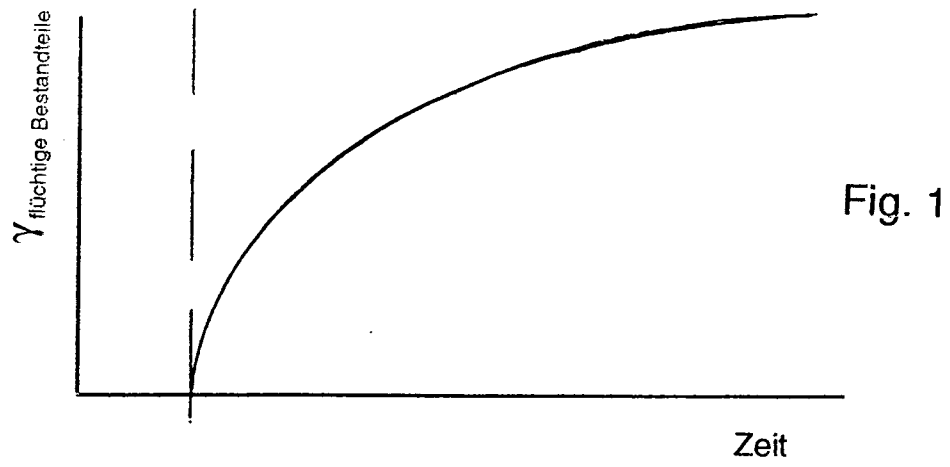
stoffbedarf im Primärgas vergrößert. Die Menge dieses Fremdgases kann bis zu 20% der Brennerleistung betragen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Verminderung der Bildung von NO_x bei der Verbrennung von Kohlenstaub mit Verbrennungsluft in Brennern, denen der Kohlenstaub mit Hilfe von Primärluft als ein Kohlenstaub-Primärluft-Gemisch zugeführt wird, wobei im Zündbereich der Brenner durch die Pyrolyse des Kohlenstaubes aus dem Kohlenstaub-Primärluft-Gemisch ein Primärgas mit brennbaren, gasförmigen Bestandteilen entsteht, dadurch gekennzeichnet, daß im Zündbereich der mittlere Quotient aus Sauerstoffanteilen im Primärgas und aus dem Bedarf an Sauerstoff zur Verbrennung der brennbaren flüchtigen Bestandteile des Primärgases durch eine Absenkung des Sauerstoffanteils im Primärgas und/oder eine Impfung des Primärgases mit einem brennbaren Fremdgas gesenkt wird. 10
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Staubanteil im Primärgas erhöht wird. 15
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß ein Teil der Primärluft in dem Kohlenstaub-Primärluft-Gemisch durch Rauchgas ersetzt wird. 20
4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Anteil an Fremdgas bis zu 20% der Brennerleistung beträgt. 25
5. Brenner zur Verbrennung von Kohlenstaub mit in konzentrische Teilströme aufgeteilter Verbrennungsluft, wobei der Brenner ein einen Primärluft-Kohlenstaub-Gemischstrom führendes und mit einer Staubleitung (7) verbundenes Primär-Staubrohr (6) aufweist, das von einem Sekundärluft führenden Sekundärluftrohr (10) und einem Tertiärluft führenden Tertiärluftrohr (11) umgeben ist, wobei das Sekundärluftrohr (10) und das Tertiärluftrohr (11) sich jeweils in einen sich konisch erweiternden Abschnitt (Abweiskehlen 14, 15) fortsetzen, wobei in dem Sekundärluftrohr (10) und in dem Tertiärluftrohr (11) jeweils ein Drallapparat (22, 23) angeordnet ist, wobei das Sekundärluftrohr (10) und das Tertiärluftrohr (11) jeweils mit einem spiralförmigen Einlaufgehäuse (16, 17), verbunden sind und wobei am austrittsseitigen Ende des Primär-Staubrohres (6) ein Stabilisierungsring (8) angeordnet ist, zur Durchführung des Verfahrens nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Primär-Staubrohr (6) von einem Ringkanal bildenden Primär-Gasrohr (9) umgeben ist und daß das Primär-Staubrohr (6) von einem staubreichen und das Primär-Gasrohr (9) 30

von einem staubarmen Teilstrom des Gemischstromes durchströmt ist.

6. Brenner nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß in der Staubleitung (7) ein Drallkörper (24) und stromabwärts von dem Drallkörper (24) ein Tauchrohr (25) angeordnet ist und daß das Tauchrohr (25) über eine nach außen geführte Leitung (26) über ein spiralförmiges Eintrittsgehäuse (31) mit dem Primär-Gasrohr (9) verbunden ist. 35
7. Brenner zur Verbrennung von Kohlenstaub mit in konzentrische Teilströme aufgeteilter Verbrennungsluft, wobei der Brenner ein einen Primärluft-Kohlenstaub-Gemischstrom führendes und mit einer Staubleitung (7) verbundenes Primär-Staubrohr (6) aufweist, das von einem Sekundärluft führenden Sekundärluftrohr (10) und einem Tertiärluft führenden Tertiärluftrohr (11) umgeben ist, wobei das Sekundärluftrohr (10) und das Tertiärluftrohr (11) sich jeweils in einen sich konisch erweiternden Abschnitt (Abweiskehlen 14, 15) fortsetzen, wobei in dem Sekundärluftrohr (10) und in dem Tertiärluftrohr (11) jeweils ein Drallapparat (22, 23) angeordnet ist, wobei das Sekundärluftrohr (10) und das Tertiärluftrohr (11) jeweils mit einem spiralförmigen Einlaufgehäuse (16, 17), verbunden sind und wobei am austrittsseitigen Ende des Staubrohres (6) ein Stabilisierungsring (8) angeordnet ist, zur Durchführung des Verfahrens nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß um das Kernluftrohr (3) ein einen Ringspalt bildendes Gasrohr (27) angeordnet ist, dessen Austrittsende mit einer Düsenplatte (28) versehen ist, in der Gasaustrittsdüsen angebracht sind. 40



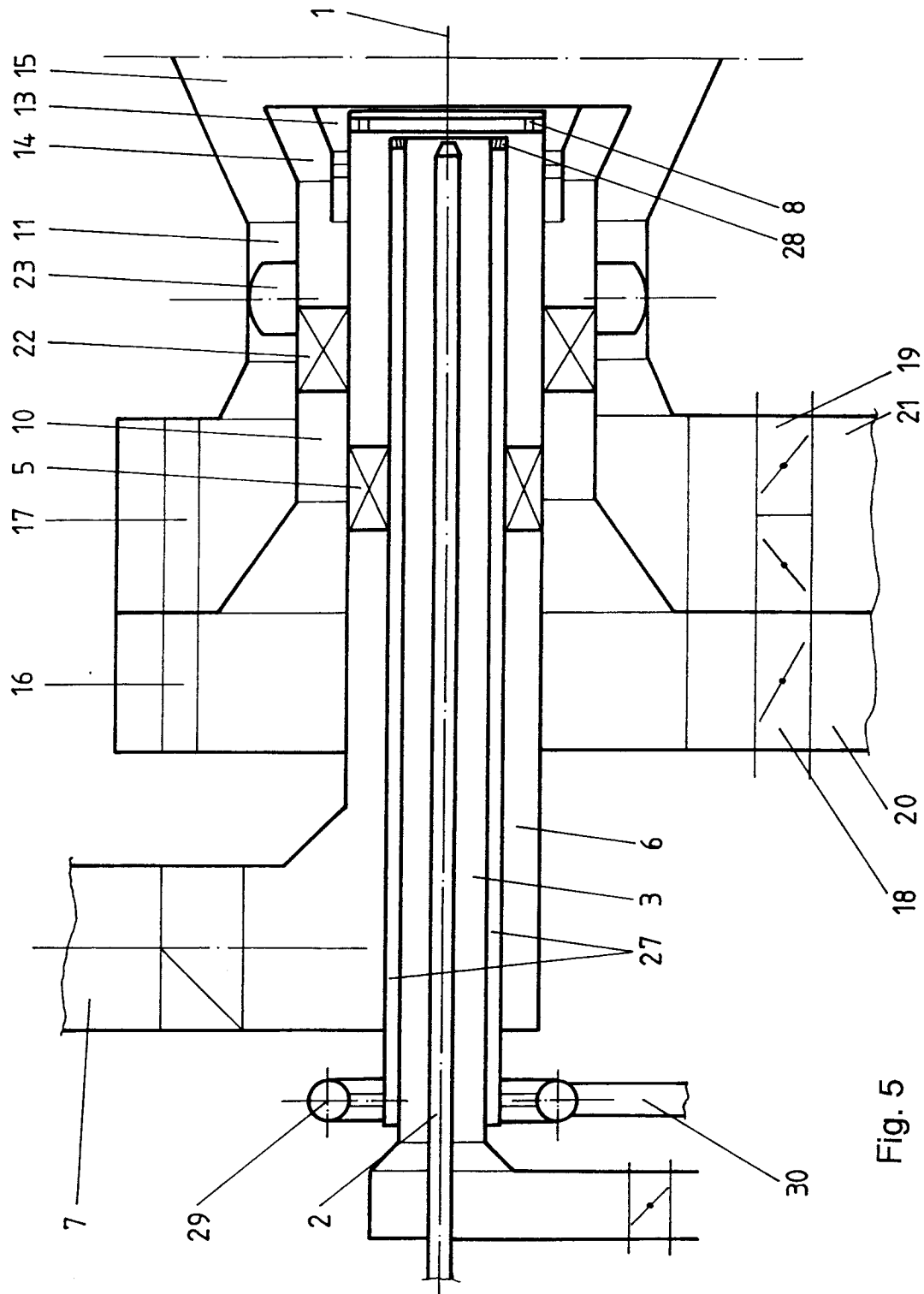
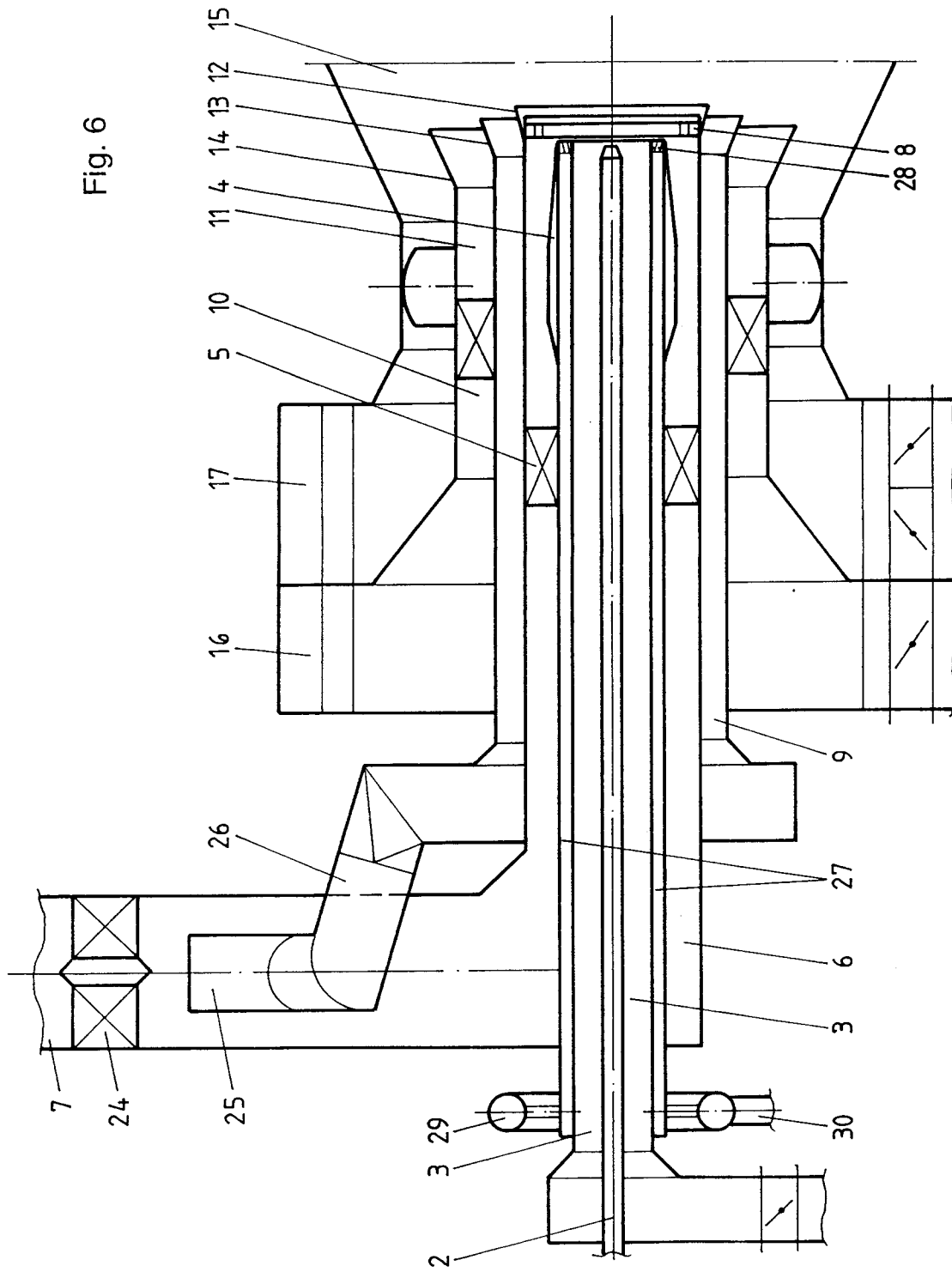


Fig. 5





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			EP 96106401.1
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 6)
X	<u>US - A - 4 448 135</u> (DOUGAN et al.) * Gesamt *	1, 2	F 23 D 1/00
Y		6	
A		5	
	--		
X	<u>DE - A - 4 100 596</u> (VEAG VEREINIGTE ENERGIE- WERKE AG) * Gesamt *	1, 5	
Y		6	
	--		
A	<u>DE - A - 3 125 901</u> (DEUTSCHE BABCOCK AG) * Gesamt *	1, 5	
	--		
A	<u>EP - A - 0 636 836</u> (BABCOCK LENTJES KRAFTWERKS- TECHNIK GMBH) -----		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort WIEN		Abschlußdatum der Recherche 14-10-1996	Prüfer PFAHLER
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

EPA Form 1503 03/82