



(11) **EP 2 717 007 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
09.04.2014 Patentblatt 2014/15

(51) Int Cl.:
F27B 7/32 (2006.01) **F27B 7/34** (2006.01)
F27B 7/36 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **12187645.2**

(22) Anmeldetag: **08.10.2012**

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

(71) Anmelder:
• **Air Liquide Deutschland GmbH**
40235 Düsseldorf (DE)
Benannte Vertragsstaaten:
DE
• **L'AIR LIQUIDE, Société Anonyme pour l'Etude et l'Exploitation des Procédés Georges Claude**
75007 Paris (FR)
Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(72) Erfinder:
• **Hölscher, Dirk, Dr.**
40627 Düsseldorf (DE)
• **Rheker, Frank**
40227 Düsseldorf (DE)
• **Klein, Robert**
52076 Aachen (DE)

(74) Vertreter: **Kahlhöfer, Hermann**
KNH Patentanwälte
Kahlhöfer Neumann Rößler Heine
Postfach 10 33 63
40024 Düsseldorf (DE)

(54) **Verfahren und Vorrichtung zur Verbesserung der Verbrennung von sekundärem Brennstoff in einem Drehrohrofen**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Verbesserung der Verbrennung von in einem ersten Strahl (7) zugeführtem sekundärem Brennstoff (10) in einem Drehrohrofen (1), wobei der Drehrohrofen (1) eine Brenneranordnung (9) mit einem Hauptbrenner (5) und mit einer Mehrzahl von Zufahrtunneln (16, 17, 18, 19, 20) für verschiedene Medien aufweist, von denen einer (19) für die Zufuhr von sekundärem Brennstoff (10), insbesondere in Form von Partikeln oder Schnipseln in einem Pressluftstrom, ausgelegt ist. Gemäß der Erfindung wird eine rohrförmige Sauerstofflanze (12) für ein sauerstoffreiches Gas, insbesondere technisch reinen gasförmigen Sauerstoff (11), mit einer abgewinkelten Düse (14) an ihrem Ende in einem Zufahrtunnel (20) der Brenneranordnung (9) angeordnet, wobei die Sauerstofflanze (12) in eine solche Lage ge-

bracht wird, dass der aus der Düse (14) austretende Sauerstoff (11) einen zweiten Strahl (8) bildet, der auf den ersten Strahl (7) trifft. Die Erfindung kann bei Neubauten von Brenneranordnungen für Drehrohrofen berücksichtigt werden, dient aber hauptsächlich auch der Nachrüstung von schon vorhandenen Brenneranordnungen, in denen meistens Zufahrtunnel, wie sie für die vorliegende Erfindung zum Einführen einer Sauerstofflanze benötigt werden, vorhanden sind. Die gezielte Zuführung von Sauerstoff oder mit Sauerstoff angereicherter Luft zu einem sekundären Brennstoff kann dessen Verbrennung erheblich verbessern und damit den Schadstoffausstoß, insbesondere den Ausstoß an Kohlenmonoxid, signifikant verringern.

EP 2 717 007 A1

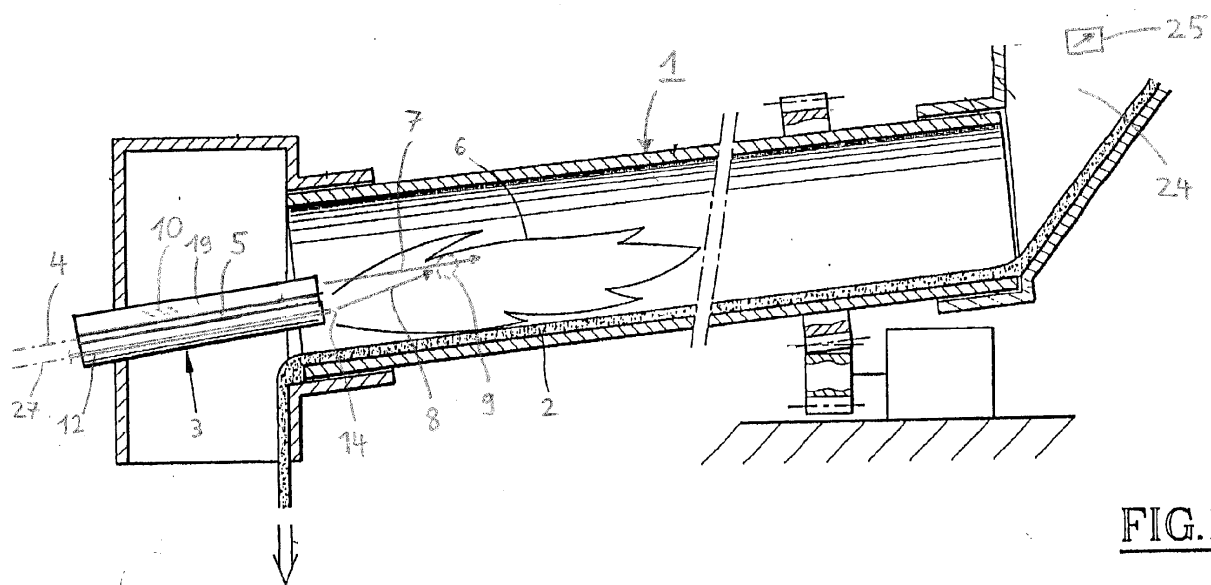


FIG.1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung liegt auf dem Gebiet der Drehrohröfen, wie sie beispielsweise für die Herstellung von Zement verwendet werden. Solche Drehrohröfen sind großtechnische Anlagen mit einer Länge von oft über 50 m, für deren Beheizung unterschiedliche Brennstoffe eingesetzt werden können. Im Allgemeinen weist ein Drehrohrofen mindestens einen Hauptbrenner für primären Brennstoff auf, z. B. Erdöl, Erdgas oder Kohlenstaub, wobei Möglichkeiten zur Zugabe weiterer Brennstoffe, sogenannter sekundärer Brennstoffe, vorgesehen sein können. Als sekundäre Brennstoffe kommen viele Materialien in Betracht, darunter Kunststoffabfälle, Textilabfälle, alte Autoreifen und dergleichen. Diese Sekundärbrennstoffe werden im Allgemeinen als kleine Partikel, Schnipsel oder Fetzen mittels Pressluft zugeführt. Typischerweise hat ein sekundärer Brennstoff einen niedrigeren Heizwert als der primäre Brennstoff, weshalb seine vollständige Verbrennung oft Zusatzmaßnahmen erfordert, insbesondere um den Ausstoß von Schadstoffen zu vermeiden oder zu verringern.

[0002] Der prinzipielle Aufbau eines Drehrohrofens ist beispielsweise in der EP 0 866 295 A1 beschrieben. Dort wird zur Verbesserung der Verbrennung eine Sauerstofflanze für das Zuführen von flüssigem Sauerstoff vorgeschlagen.

[0003] Aus der EP 1 065 461 B1 ist ebenfalls der prinzipielle Aufbau eines Drehrohrofens bekannt. Dort wird auch schon die Verbesserung der Verbrennung eines sekundären Brennstoffs unter Zugabe von Sauerstoff vorgeschlagen.

[0004] Auch in der US 6 318 278 B1 wird ein Drehrohrofen beschrieben, wie er auch bei der vorliegenden Erfindung aufgebaut sein kann. Diese Schrift zeigt auch schon die Verwendung einer Sauerstofflanze in einem hinteren Verbrennungsbereich, wobei auch eine Zuführung des Sauerstoffs in einem Winkel zur Richtung eines Hauptbrenners in Betracht gezogen wird.

[0005] Auch die EP 0 726 437 A1 beschäftigt sich mit unterschiedlichen Sauerstofflanzen in einem Drehrohrofen, wobei eine der Sauerstofflanzen zentral in einer Brenneranordnung geführt ist. Die Verwendung von sekundärem Brennstoff wird hier jedoch nicht behandelt.

[0006] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, die Verbrennung von sekundärem Brennstoff in einem Drehrohrofen, bevorzugt unter Ausnutzung vorhandener Möglichkeiten typischer Brenneranordnungen, zu verbessern, insbesondere den Ausstoß an Kohlenmonoxid zu verringern, ohne dabei den Ausstoß anderer unerwünschter Schadstoffe, beispielsweise Stickoxide über vorgeschriebene Grenzwerte erhöhen.

[0007] Zur Lösung dieser Aufgabe dienen ein Verfahren gemäß dem Anspruch 1 und eine Vorrichtung gemäß dem Anspruch 5. Vorteilhafte Ausgestaltungen, die einzeln oder in Kombination miteinander Verwendung finden können, sind in den jeweils abhängigen Ansprüchen

angegeben.

[0008] Das erfindungsgemäße Verfahren zur Verbesserung der Verbrennung von in einem ersten Strahl zugeführten sekundären Brennstoff in einen Drehrohrofen, wobei der Drehrohrofen eine zylindrische Brenneranordnung mit einer geometrischen Mittelachse und mit einem Hauptbrenner und mit einer Mehrzahl von Zufahrtunneln für verschiedene Medien aufweist, von denen einer für die Zufuhr von sekundärem Brennstoff, insbesondere in Form von Partikeln oder Schnipseln in einem Pressluftstrom, ausgelegt ist, zeichnet sich dadurch aus, dass eine rohrförmige Sauerstofflanze für ein sauerstoffreiches Gas, insbesondere gasförmigen Sauerstoff, mit einer abgewinkelten Düse an ihrem Ende in einem Zufahrtunnel der Brenneranordnung angeordnet wird, wobei die Sauerstofflanze in eine solche Lage gebracht wird, dass der aus der Düse austretende Sauerstoff einen zweiten Strahl bildet, der auf den ersten Strahl trifft. Im Allgemeinen wird sekundärer Brennstoff oberhalb oder im oberen Bereich eines Hauptbrenners zugeführt, so dass dieser Brennstoff durch die aufsteigende Hitze der Flamme des Hauptbrenners entzündet und mit dem umgebenden Sauerstoff verbrannt wird. Versuche haben gezeigt, dass die Zufuhr von Sauerstoff zu dem sekundären Brennstoff schon vor oder bei dessen Entzündung die Verbrennung signifikant verbessern kann. Trifft ein Sauerstoffstrahl den Strahl mit sekundärem Brennstoff, so entsteht bei der späteren Verbrennung viel weniger Kohlenmonoxid als ohne das Zusammentreffen der beiden Strahlen. Durch die Erfindung kann der von der Sauerstofflanze zugeführte Sauerstoff viel effektiver eingesetzt werden als bei einer ungezielten Einspeisung in den Drehrohrofen. Dabei ist zu beachten, dass eine typische Brenneranordnung für einen großtechnischen Drehrohrofen selbst schon eine Länge von etwa 10 m haben kann, so dass es keine praktische Möglichkeit gibt, eine schräg zur Hauptströmungsrichtung verlaufende Sauerstofflanze anzuordnen, ohne erhebliche Veränderungen an der Anlage vorzunehmen. Die Sauerstofflanze wird daher durch einen bei dem jeweiligen Betriebszustand nicht benutzten Zufahrtunnel, von denen typische Brenner eine Mehrzahl aufweisen, geführt, weshalb eine abgewinkelte Düse am Ende der Sauerstofflanze erforderlich ist, um den zweiten Strahl in eine gewünschte Richtung lenken zu können. Der Hauptbrenner wird bei der Benutzung von sekundärem Brennstoff weiter mit dem primären Brennstoff betrieben und unterstützt die vollständige Verbrennung des sekundären Brennstoffs im weiteren Verlauf des Drehrohrofens.

[0009] Im Allgemeinen reicht es aus, die Sauerstofflanze mit dem richtigen Drehwinkel in Bezug auf den Zufahrtunnel für sekundären Brennstoff in einen verfügbaren Zufahrtunnel einzuschieben, um eine Zusammentreffen der beiden Strahlen zu erreichen. Insbesondere bei geometrisch schwierigen Verhältnissen und eventuellen Drallströmungen im Drehrohrofen ist es jedoch vorteilhaft, den Anteil unerwünschter Komponenten im Abgas, insbesondere Kohlenmonoxid, zu messen und die

Sauerstofflanze in einer Art Feineinstellung so zu drehen und/oder die Versorgung mit Sauerstoff so zu verändern, dass ein Minimum der betreffenden Komponenten oder ein akzeptabler Wert für alle verschiedenen unerwünschten Bestandteile im Abgas erreicht wird. Dies ermöglicht eine besonders schadstoffarme Verbrennung selbst bei komplizierten Strömungsverhältnissen im Inneren des Drehrohrofens.

[0010] Bevorzugt wird das Verfahren so ausgestaltet, dass der zweite Strahl den ersten Strahl innerhalb von weniger als 5 m nach dem Austritt aus der Brenneranordnung trifft, vorzugsweise nach weniger als 2 m. Auf diese Weise wird erreicht, dass der Sauerstoff aus der Sauerstofflanze nicht hauptsächlich die Temperatur bei der Verbrennung des primären Brennstoffs erhöht, die weiter stromab im Drehrohrfen stattfindet, was eine erhöhte Produktion von Stickoxiden zur Folge haben könnte, sondern hauptsächlich zur Förderung der Verbrennung des sekundären Brennstoffs genutzt wird.

[0011] Dennoch kann der durch die Sauerstofflanze zugeführte Sauerstoff dazu dienen, ein geringfügig überstöchiometrisches Verhältnis, also einen Überschuss von Sauerstoff zu Brennstoff im Ofen einzustellen, um eine möglichst vollständige Verbrennung aller Brennstoffe über die Länge des Drehrohrofens zu erreichen.

[0012] Eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur Verbesserung der Verbrennung von in einem ersten Strahl zugeführtem sekundärem Brennstoff in einem Drehrohrfen, wobei der Drehrohrfen eine Brenneranordnung mit einem Hauptbrenner und mit einer Mehrzahl von Zufahrtunneln für verschiedene Medien aufweist, von denen einer für die Zufuhr von alternativen Brennstoffen, insbesondere von Partikeln oder Schnipseln in einem Pressluftstrom ausgelegt ist, zeichnet sich dadurch aus, dass eine rohrförmige Sauerstofflanze für ein sauerstoffreiches Gas, insbesondere gasförmigen Sauerstoff mit technisch verfügbarer Reinheit und Konzentration, mit einer abgewinkelten Düse an ihrem Ende in einem Zufahrtunnel der Brenneranordnung so angeordnet ist, dass der beim Betrieb aus der Düse austretende Sauerstoff einen zweiten Strahl bildet, der auf den ersten Strahl trifft. Die abgewinkelte Düse der Sauerstofflanze wird also gerade so ausgerichtet, dass sie in Richtung des Zufahrtunnels für sekundären Brennstoff gedreht ist.

[0013] Um die Ausrichtung der Düse in die richtige Stellung zu erleichtern, weist die Sauerstofflanze bevorzugt in einem rückwärtigen, aus der Brenneranordnung herausragenden Bereich, Mittel zur Kennzeichnung der Richtung der abgewinkelten Düse auf, insbesondere eine Lagewinkelanzeige. Dies kann beispielsweise eine auf der Außenseite der Lanze angebrachte Markierung oder ein Richtungspfeil sein. Wenn diese Markierung auf den Einlass des Zufahrtunnels für sekundären Brennstoff zeigt, zeigt auch die Düse im Inneren des Drehrohrofens in die richtige Richtung. Erfindungsgemäß bevorzugt weist die abgewinkelte Düse einen Winkel 5° bis 25° von der axialen Richtung der Lanze auf, vorzugsweise 10°

bis 20°. Auf diese Weise kann erreicht werden, dass der zweite Strahl den ersten Strahl in einem relativ kurzen Abstand nach dem Austritt aus der Brenneranordnung trifft.

[0014] Bei Versuchen hat sich ergeben, dass bestimmte Verbesserungen der Verbrennung auch schon durch eine nicht abgewinkelte Düse der Sauerstofflanze, also bei axialer Eindüsung von Sauerstoff, ergeben, insbesondere wenn der Sauerstoffstrahl durch eine geeignete Düse eine große Reichweite hat. Aus diesem Grunde kann am Ende der Sauerstofflanze eine nicht abgewinkelte Zusatzdüse als zweite Düse vorhanden sein, die diese Funktion übernimmt.

[0015] Da der Anteil an Sauerstoff, der der Verbrennung im Drehrohrfen durch die Sauerstofflanze zugeführt wird, relativ gering ist, hat erfindungsgemäß die Sauerstofflanze einen erheblich geringeren Außendurchmesser als der Innendurchmesser des Zufahrtunnels, in dem sie angeordnet ist, vorzugsweise einen mindestens 20 % geringeren Außendurchmesser. Typische Brenneranordnungen weisen für verschiedene Brennstoffe und andere Zwecke mehrere unterschiedliche Zufahrtunnel auf, von denen dann ein geeigneter für die Sauerstofflanze ausgewählt werden kann. Der Durchmesserunterschied gewährleistet, dass es selbst bei Verschmutzungen keinerlei Schwierigkeiten beim Einschieben oder Drehen der Sauerstofflanze gibt.

[0016] Besonders bevorzugt wird die Sauerstofflanze drehbar und verschiebbar in einem Zufahrtunnel angeordnet, wobei sie ihre Position durch ihr Eigengewicht bestimmt und auch genügend fixiert. Das Eigengewicht der Sauerstofflanze führt dazu, dass diese immer unten in dem betreffenden Zufahrtunnel liegt und die Reibung ausreichend groß ist, um ungewünschte Drehungen oder Verschiebungen zu verhindern.

[0017] Da die Sauerstofflanze je nach Bedarf und Dimensionierung mit Sauerstoff unter relativ hohem Druck versorgt werden muss, ist es vorteilhaft, zwei Einlassflansche für den Anschluss von zwei beweglichen Schläuchen vorzusehen, um den Druckverlust in den Schläuchen von einem Vorratsbehälter bis zur Sauerstofflanze gering zu halten.

[0018] Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung werden die Sauerstofflanze und deren Düse so dimensioniert und an eine Sauerstoffversorgung angeschlossen, dass der aus der Düse austretende zweite Strahl beim Zusammentreffen mit dem ersten Strahl etwa den gleichen oder einen kleineren Strahldurchmesser als der erste Strahl aufweist. Auf diese Weise kann vermieden werden, dass Sauerstoff in größerer Menge an dem sekundären Brennstoff vorbei in den oberen Bereich des Drehrohrofens strömt, wo er wenig zur Verbesserung der Verbrennung beitragen kann.

[0019] Sofern eine Zusatzdüse in der Sauerstofflanze vorhanden ist, ist diese so ausgelegt, dass der aus ihr austretende Sauerstoff eine möglichst große Reichweite aufweist, was vorzugsweise durch eine Laval-Düse erreicht werden kann.

[0020] Da die vorhandenen Möglichkeiten von Brenneranordnungen für die vorliegende Erfindung ausgenutzt werden sollen, kann nicht immer davon ausgegangen werden, dass symmetrische Positionen von Sauerstofflanze zum Zufahrtunnel für den sekundären Brennstoff zur Verfügung stehen. Dabei kann es sogar von Vorteil sein, wenn die Verbindungslinie der beiden Zufahrtunnel für den sekundären Brennstoff und die Sauerstofflanze eine geometrische Mittelachse der Brenneranordnung nicht schneidet. Typischerweise ist die Sauerstofflanze schräg unterhalb des ersten Strahls angeordnet, so dass der zweite Strahl den ersten Strahl nicht genau von unten trifft, sondern etwas seitlich. Dies kann sogar zu einem erwünschten Dralleffekt und einer besseren späteren Vermischung des sekundären Brennstoffs mit der primären Flamme führen. Durch eine solche Anordnung wird auch erreicht, dass der Sauerstoffstrahl nicht schon auf seinem Weg hauptsächlich mit dem primären Brennstoff reagiert oder von der Verbrennungsluft für den primären Brennstoff stark abgelenkt wird.

[0021] Jedenfalls aber ist es vorteilhaft, dass der erste Strahl vertikal höher als der zweite Strahl in den Drehrohrofen eintritt, der zweite Strahl von unten oder schräg von unten auf den ersten Strahl trifft.

[0022] Im Folgenden wird die vorliegende Erfindung anhand einiger Ausführungsbeispiele mit Hilfe der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1: eine schematische Sicht eines Drehrohrofens im Längsschnitt,

Fig. 2: einen Querschnitt durch eine erfindungsgemäße Brenneranordnung,

Fig. 3: einen schematischen Längsschnitt durch den Zwischenbereich einer erfindungsgemäßen Sauerstofflanze,

Fig. 4: eine schematische Seitenansicht einer erfindungsgemäßen Sauerstofflanze und

Fig. 5: das Funktionsprinzip der Erfindung in schematischer perspektivischer Darstellung.

[0023] Fig. 1 zeigt schematisch einen typischen Drehrohrofen 1 zur Herstellung von Zement 2, welcher den Drehrohrofen 1 in Pulverform durchläuft. An dem unteren Ende des Drehrohrofens 1 ist eine Brenneranordnung 3, vorzugsweise mit etwa zylindrischer Grundform, angeordnet, die einen Hauptbrenner 5 umfasst, welcher mit einem primären Brennstoff gespeist wird. Beim Betrieb des Drehrohrofens 1 entsteht so eine primäre Flamme 6, die den größten Teil der erforderlichen Wärme erzeugt. Die Brenneranordnung 3 enthält außerdem mindestens einen Zufahrtunnel 19 für sekundären Brennstoff 10, auch Fluff genannt, der typischerweise in kleinen Stücken mittels eines Luftstroms zugeführt wird. Im Drehrohrofen 1 führt dies zu einem ersten Strahl 7, der den sekundären Brennstoff 10 enthält. In der Brenneranordnung 3 ist erfindungsgemäß außerdem eine Sauerstofflanze 12 angeordnet, die einen sauerstoffreichen zweiten Strahl 8 beim Betrieb erzeugt. Der erste Strahl 7 und

der zweite Strahl 8 treffen sich in einem Kreuzungsbereich 9, da die Sauerstofflanze 12 zwar parallel zum Zufahrtunnel 19 für sekundären Brennstoff verläuft, jedoch an ihrem Ende eine abgewinkelte Düse 14 aufweist. Dadurch wird erreicht, dass der zweite Strahl 8 in einem Winkel zur geometrischen Mittelachse 4 der Brenneranordnung 3 bzw. zur geometrischen Mittelachse 27 der Sauerstofflanze 12 austritt. Die Verbrennungsgase gelangen aus dem Drehrohrofen 1 zu einem Abgasabzug 24, in dem ein Analysegerät 25 die Anteile bestimmter Komponenten, insbesondere von Schadstoffen, messen kann.

[0024] Fig. 2 zeigt einen Querschnitt durch die Brenneranordnung 3, der erkennen lässt, dass die Brenneranordnung 3 in verschiedenen Bereichen unterschiedliche Zufahrtunnel aufweist, die teilweise konzentrisch zur geometrischen Mittelachse 4 angeordnet sind, teilweise aber auch exzentrisch liegen. Die gesamte Brenneranordnung 3 hat eine äußere Isolierung 26, die einen ersten Zufahrtunnel 16 umgibt, der als Ringraum ausgebildet ist. Dieser kann beispielsweise für die Zufuhr von Primärluft genutzt werden. Weiter innen liegt ein weiterer Zufahrtunnel, der z. B. für die Zufuhr von Kohlenstaub als primären Brennstoff genutzt werden kann. Noch weiter innen liegt ein weiterer Zufahrtunnel, der beispielsweise wieder für zentral zugeführte Luft genutzt werden kann. Innerhalb dieses weiteren Zufahrtunnels 18 liegen im vorliegenden Ausführungsbeispiel noch mindestens ein Zufahrtunnel 19 für sekundären Brennstoff 10, zwei weitere Zufahrtunnel 18 für hier nicht weiter erläuterte Zwecke und ein Zufahrtunnel 20 für die Sauerstofflanze 12. Dieser Zufahrtunnel 20 für die Sauerstofflanze 12 hat einen Innendurchmesser D, der erheblich größer als der Außendurchmesser der Sauerstofflanze 12 ist, insbesondere mindestens 20 % größer. Im Ausführungsbeispiel der Fig. 2 liegt der Zufahrtunnel 19 für sekundären Brennstoff schräg oberhalb des Zufahrtunnels 20 für die Sauerstofflanze 12.

[0025] Fig. 3 zeigt im schematischen Längsschnitt mit zusätzlichen Erläuterungen einen Endbereich der Sauerstofflanze 12 mit einer abgewinkelten Düse 14 und einer Zusatzdüse 15, die optional vorgesehen werden kann. Die Sauerstofflanze 12 hat einen Außendurchmesser d und eine geometrische Mittelachse 27. Die abgewinkelte Düse 14 stößt im Betrieb einen sauerstoffreichen zweiten Strahl 8 unter einem Winkel α zur geometrischen Mittelachse 27 der Sauerstofflanze 12 aus, der den schematisch dargestellten ersten Strahl 7 mit sekundärem Brennstoff in einem Kreuzungsbereich 9 trifft. Dieser Kreuzungsbereich 9 hat vom Ende der Sauerstofflanze 12 eine Entfernung E von weniger als 5 m, vorzugsweise weniger als 2 m. Dies wird dadurch erreicht, dass der Winkel α der abgewinkelten Düse 14 zwischen 5 und 25°, vorzugsweise zwischen 10 und 20° liegt.

[0026] In Fig. 4 ist schematisch im Längsschnitt die gesamte Sauerstofflanze 12 mit ihren Verbindungsleitungen zu einem Sauerstofftank 21 dargestellt. Im rückwärtigen Bereich weist die Sauerstofflanze 12 eine La-

gewinkelanzeige 13 auf, anhand deren das Bedienungs-
personal erkennen kann, in welche Richtung die abge-
winkelte Düse 14 im Inneren des Drehrohrofens 1 im
eingebauten Zustand zeigt. Die Sauerstofflanze 12 weist
bevorzugt zwei Einlassflansche 23 auf zum Anschluss
von schlauchförmigen Sauerstoffleitungen 22, die den
Sauerstoff 11 vom Sauerstofftank 21 mit nur geringem
Druckverlust zuführen können. Es sei angemerkt, dass
es auf die chemische Reinheit des Sauerstoffs bei die-
sem Prozess nicht ankommt und auch ein mit Sauerstoff
angereichertes Gas, beispielsweise mit einem Sauer-
stoffgehalt von mehr als 50%, vorzugsweise mehr als
80%, für die Versorgung der Sauerstofflanze eingesetzt
werden kann.

[0027] Fig. 5 veranschaulicht nochmals die räumliche
Situation am Austritt der Brenneranordnung 3. Man er-
kennt, dass der erste Strahl 7 aus dem Zufahrtunnel 19
mit sekundärem Brennstoff schräg und seitlich von unten
von dem zweiten sauerstoffreichen Strahl 8 in dem Kreu-
zungsbereich 9 getroffen wird. Der schräge Austritt des
zweiten Strahls 8 wird durch die abgewinkelte Düse 14
an der Sauerstofflanze 12 erreicht, wobei die genaue
Richtung der abgewinkelten Düse 14 durch die Lagewin-
kelanzeige 13 auch von außen erkennbar ist. Weitere
Zufahrtunnel 18 der Brenneranordnung 3 beeinflussen
diesen Vorgang nur wenig.

[0028] Die vorliegende Erfindung kann bei Neubauten
von Brenneranordnungen für Drehrohröfen berücksich-
tigt werden, dient aber hauptsächlich auch der Nachrü-
stung von schon vorhandenen Brenneranordnungen, in
denen meistens Zufahrtunnel, wie sie für die vorliegende
Erfindung zum Einführen einer Sauerstofflanze benötigt
werden, vorhanden sind. Die gezielte Zuführung von
Sauerstoff oder mit Sauerstoff angereichertem Gas zu
einem sekundären Brennstoff kann dessen Verbrennung
erheblich verbessern und damit den Schadstoffausstoß,
insbesondere den Ausstoß an Kohlenmonoxid, signifi-
kant verringern.

Bezugszeichenliste

[0029]

- 1 Drehrohrföfen
- 2 Zement
- 3 Brenneranordnung
- 4 Geometrische Mittelachse der Brenneranordnung
- 5 Hauptbrenner
- 6 Primäre Flamme
- 7 Erster Strahl
- 8 Zweiter Strahl

- 9 Kreuzungsbereich von erstem und zweitem Strahl
- 10 Sekundärer Brennstoff
- 11 Sauerstoff
- 12 Sauerstofflanze
- 13 Lagewinkelanzeige
- 14 Abgewinkelte Düse
- 15 Zusatzdüse
- 16 Erster Zufahrtunnel
- 17 Zweiter Zufahrtunnel
- 18 Weiterer Zufahrtunnel
- 19 Zufahrtunnel für sekundären Brennstoff
- 20 Zufahrtunnel für Sauerstofflanze
- 21 Sauerstofftank
- 22 Sauerstoffleitung
- 23 Einlassflansch
- 24 Abgasabzug
- 25 Analysegerät
- 26 Isolierung
- 27 Geometrische Mittelachse der Sauerstofflanze
- α Düsenwinkel
- D Durchmesser des Zufahrtunnels für die Sauer-
stofflanze
- d Durchmesser der Sauerstofflanze
- E Entfernung des Kreuzungsbereiches von der
Brenneranordnung

Patentansprüche

1. Verfahren zur Verbesserung der Verbrennung von
in einem ersten Strahl (7) zugeführtem sekundärem
Brennstoff (10) in einem Drehrohrföfen (1), wobei der
Drehrohrföfen (1) eine Brenneranordnung (9) mit ei-
nem Hauptbrenner (5) und mit einer Mehrzahl von
Zufahrtunneln (16, 17, 18, 19, 20) für verschiedene
Medien aufweist, von denen einer (19) für die Zufuhr

- von sekundärem Brennstoff (10), insbesondere in Form von Partikeln oder Schnipseln in einem Pressluftstrom, ausgelegt ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine rohrförmige Sauerstofflanze (12) für ein sauerstoffreiches Gas, insbesondere reinen gasförmigen Sauerstoff (11), mit einer abgewinkelten Düse (14) an ihrem Ende in einem Zufahrtunnel (20) der Brenneranordnung (9) angeordnet wird, wobei die Sauerstofflanze (12) in eine solche Lage gebracht wird, dass der aus der Düse (14) austretende Sauerstoff (11) einen zweiten Strahl (8) bildet, der auf den ersten Strahl (7) trifft.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Anteil unerwünschter Komponenten, insbesondere Kohlenmonoxid (CO), im Abgas des Drehrohrofens (1) gemessen und die Sauerstofflanze (12) so gedreht und/oder mit Sauerstoff (11) versorgt wird, dass ein Minimum der betreffenden Komponente oder ein Minimum der Summe verschiedener unerwünschter Anteile erreicht wird.
 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zweite Strahl (8) den ersten Strahl (7) innerhalb von weniger als 5 m (Meter) nach dem Austritt aus der Brenneranordnung (9) trifft, vorzugsweise von weniger als 2 m.
 4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Sauerstoff (11) in einer solchen Menge zugeführt wird, dass im Drehrohrföhrfen (1) insgesamt ein überstöchiometrisches Verhältnis von Brennstoffen und Sauerstoff (11) entsteht.
 5. Vorrichtung zur Verbesserung der Verbrennung von in einem ersten Strahl (7) zugeführtem sekundärem Brennstoff (10) in einem Drehrohrföhrfen (1), wobei der Drehrohrföhrfen (1) eine Brenneranordnung (9) mit einem Hauptbrenner (5) und mit einer Mehrzahl von Zufahrtunneln (16, 17, 18, 19, 20) für verschiedene Medien aufweist, von denen einer für die Zufuhr von sekundärem Brennstoff (10), insbesondere in Form von Partikeln oder Schnipseln in einem Pressluftstrom, ausgelegt ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine rohrförmige Sauerstofflanze (12) für ein sauerstoffreiches Gas, insbesondere technisch reinen gasförmigen Sauerstoff (11), mit einer abgewinkelten Düse (14) an ihrem Ende in einem Zufahrtunnel (20) der Brenneranordnung (9) so angeordnet ist, dass der aus der abgewinkelten Düse (14) austretende Sauerstoff einen zweiten Strahl (8) bildet, der auf den ersten Strahl (7) trifft.
 6. Vorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sauerstofflanze (12) in einem rückwärtigen, aus der Brenneranordnung (9) herausragenden Bereich Mittel (13) zur Kennzeichnung der Richtung der abgewinkelten Düse (14) aufweist, insbesondere eine Lagewinkelanzeige (13).
 7. Vorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die abgewinkelte Düse (14) um einen Winkel (α) von 5° bis 25° zu einer geometrischen Mittelachse (27) der Sauerstofflanze (12) abgewinkelt ist, vorzugsweise 10° bis 20°.
 8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sauerstofflanze (12) an ihrem Ende eine nicht abgewinkelte Zusatzdüse (15) aufweist.
 9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Innendurchmesser (D) des Zufahrtunnels (20) für die Sauerstofflanze (12) erheblich größer als deren Außendurchmesser (d) ist, vorzugsweise mindestens 20% größer.
 10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sauerstofflanze (12) drehbar und verschiebbar in einem Zufahrtunnel (20) angeordnet ist und ihre Position durch ihr Eigengewicht bestimmt und fixiert ist.
 11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sauerstofflanze (12) zwei Einlassflansche (23) für den Anschluss von beweglichen Schläuchen als Sauerstoffleitung (22) aufweist.
 12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sauerstofflanze (12) und die abgewinkelte Düse (14) so dimensioniert und an eine Sauerstoffversorgung (21, 22) angeschlossen sind, dass der aus der Düse (14) austretende zweite Strahl (8) beim Zusammentreffen mit dem ersten Strahl (7) etwa den gleichen oder einen kleineren Strahldurchmesser als der erste Strahl (7) aufweist.
 13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zusatzdüse (15) für eine möglichst große Reichweite des aus ihr austretenden Sauerstoffs (11) ausgelegt ist, vorzugsweise als Lavaldüse.
 14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Zufahrtunnel (20), in dem die Sauerstofflanze (12) angeordnet ist und der Zufahrtunnel (19) für den ersten Strahl (7) von sekundärem Brennstoff (10) so in der Brenneranordnung (9) angeordnet sind, dass ihre Verbindungslinie eine geometrische Mittelachse (4) der Brenneranordnung (9) nicht schneidet.
 15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 14, **da-**

durch gekennzeichnet, dass die Zufahrtunnel (19, 20) für sekundären Brennstoff (10) und Sauerstofflanze (12) so angeordnet sind, dass der erste Strahl (7) vertikal höher als der zweite Strahl (8) in den Drehrohrofen (1) eintritt.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

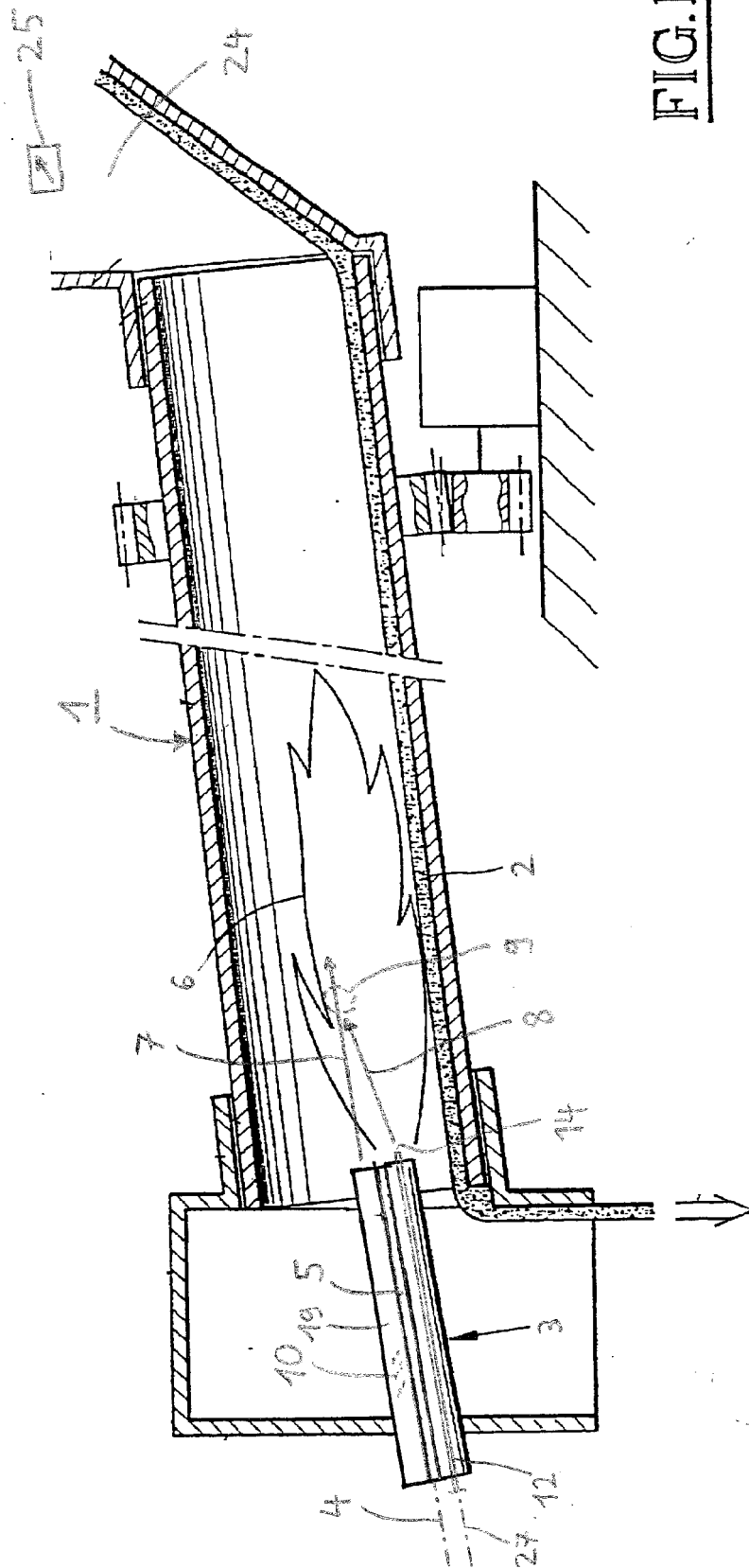


FIG. 1

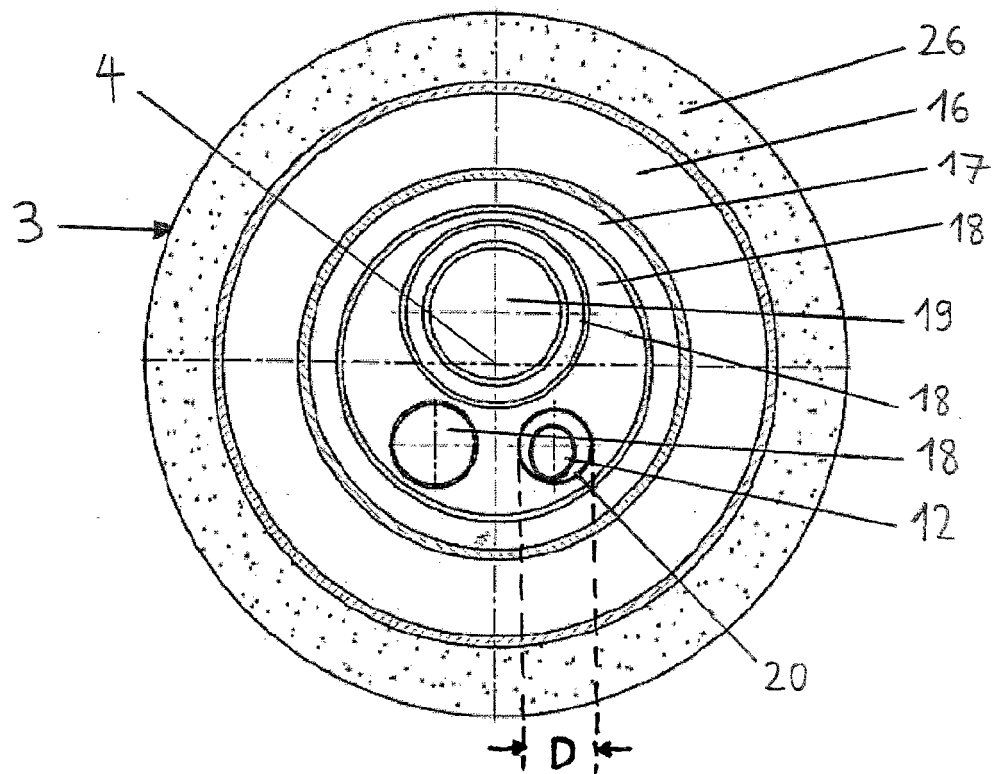


Fig. 2

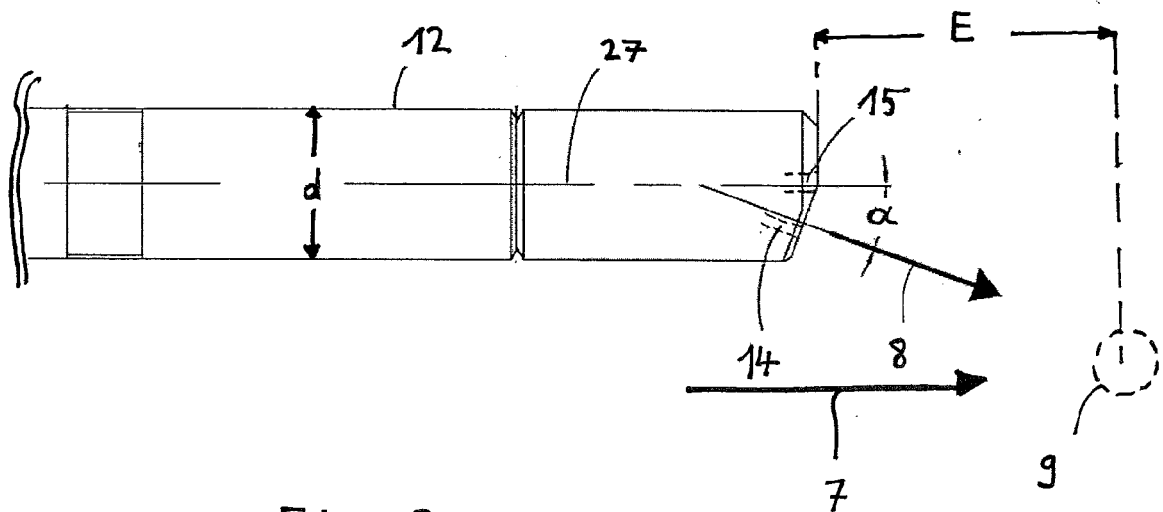
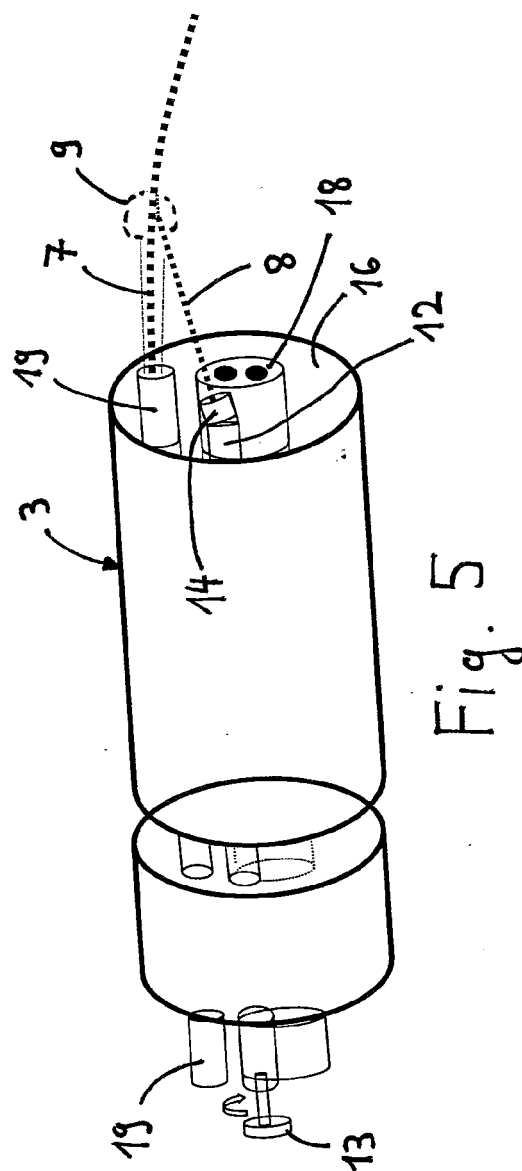
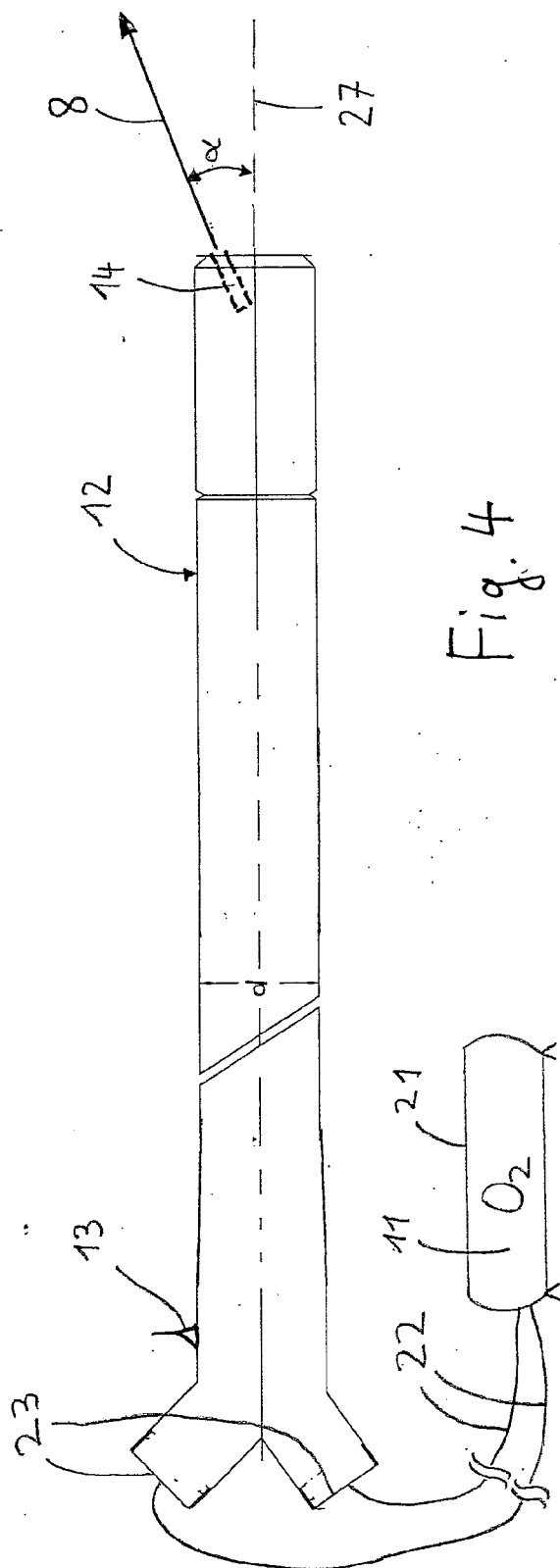


Fig. 3





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 12 18 7645

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 0 987 508 A1 (AIR LIQUIDE [FR]) 22. März 2000 (2000-03-22) * Abbildungen 1, 12 * * Absatz [0013] * * Ansprüche 1-5 *	1-15	INV. F27B7/32 F27B7/34 F27B7/36
X	US 2007/287109 A1 (LODIN JOHANNES [SE]) 13. Dezember 2007 (2007-12-13) * Zusammenfassung * * Abbildung 1 * * Absatz [0034] *	1-15	
X	EP 1 065 460 A1 (AIR LIQUIDE [FR]) 3. Januar 2001 (2001-01-03) * Abbildung 3 *	1,5	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F27B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
Den Haag		13. März 2013	Gimeno-Fabra, Lluís
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	

 1
EPO FORM 1503.03.82 (P04C03)

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

EP 12 18 7645

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

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am

Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

13-03-2013

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0987508	A1	22-03-2000	AU 749407 B2	27-06-2002
			AU 4755899 A	23-03-2000
			DE 69913626 D1	29-01-2004
			DE 69913626 T2	30-09-2004
			EP 0987508 A1	22-03-2000
			ES 2213338 T3	16-08-2004
			JP 2000105080 A	11-04-2000
			US 6077072 A	20-06-2000

US 2007287109	A1	13-12-2007	SE 0601274 A	10-12-2007
			US 2007287109 A1	13-12-2007

EP 1065460	A1	03-01-2001	CA 2312549 A1	02-01-2001
			CN 1290846 A	11-04-2001
			EP 1065460 A1	03-01-2001
			FR 2795716 A1	05-01-2001
			JP 2001046861 A	20-02-2001
			US 6318278 B1	20-11-2001

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 0866295 A1 **[0002]**
- EP 1065461 B1 **[0003]**
- US 6318278 B1 **[0004]**
- EP 0726437 A1 **[0005]**