

(12)

PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 1484/95

(51) Int.Cl.⁶ : **F23D 17/00**
F27D 3/18, C21B 5/04

(22) Anmeldetag: 7. 9.1995

(42) Beginn der Patentedauer: 15. 2.1997

(45) Ausgabetag: 27.10.1997

(56) Entgegenhaltungen:

AT 124231B	DD 147856A	DD 285523A7	DE 3247757A1
DE 3520781A1	DE 443862C	EP 468155A1	EP 513414A1
GB 1015581A	GB 2062198A	US 1800669A	US 1950007A
US 2331989A	US 4396178A	US 4582479A	

(73) Patentinhaber:

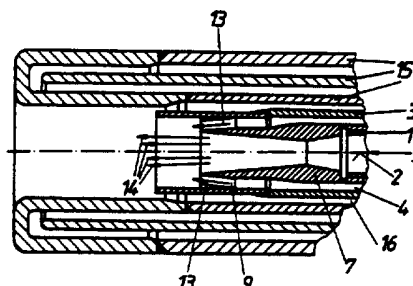
VOEST-ALPINE INDUSTRIEANLAGENBAU GMBH
A-4020 LINZ, OBERÖSTERREICH (AT).

(72) Erfinder:

RAMASEDER NORBERT DIPL.ING. DR.
LINZ, OBERÖSTERREICH (AT).
MÜLLER JOHANNES DIPL.ING. DR.
NEUMARKT, OBERÖSTERREICH (AT).
DIMITROV STEFAN DIPL.ING. DR.
LINZ, OBERÖSTERREICH (AT).
BERGER HARALD DIPL.ING. DR.
LINZ, OBERÖSTERREICH (AT).
STEINS JOHANNES DIPL.ING.
GALLNEUKIRCHEN, OBERÖSTERREICH (AT).

(54) VERFAHREN ZUM VERBRENNEN VON BRENNSTOFF

- (57) Ein Verfahren zum Verbrennen von Brennstoff (5), der von freien Kohlenwasserstoffen und/oder feinkörnigen bis staubförmigen festen Brennstoffen gebildet ist, ist zwecks Erzielens einer möglichst wirbelfreien guten Durchmischung des Sauerstoffes mit dem Brennstoff dadurch gekennzeichnet, daß in einen etwa zylinderförmigen oder sich schwach kegelförmig in Strahlrichtung erweiternden Hauptstrahl (14) aus Sauerstoff bzw. aus einem sauerstoffhaltigen Gas mehrere windschief zur zentralen Längsachse (2) dieses Hauptstrahles (14) gerichtete Brennstoffstrahlen (13) geblasen werden, die den Hauptstrahl (14) peripher umgebend gebildet werden, in den Hauptstrahl (14) eindringen und in den Hauptstrahl (14) eingesogen werden.



Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Verbrennen von Brennstoff, der von freien Kohlenwasserstoffen und/oder feinkörnigen bis staubförmigen festen Brennstoffen gebildet ist, insbesondere in einem metallurgischen Gefäß. Weiters betrifft die Erfindung einen Brenner zur Durchführung des Verfahren und ein metallurgisches Gefäß mit einem erfindungsgemäßen Brenner.

Es sind zahlreiche Bauarten von Brennern zum Verbrennen von gasförmigen, flüssigen oder feinteilig festen Brennstoffen bekannt, bei denen Sauerstoff oder ein sauerstoffhaltiges Gas getrennt von den Brennstoffen der Brennermündung zugeführt werden. So ist beispielsweise aus der WO 91/06804 A1 ein Ölbrenner bekannt, bei dem durch ein Zentralrohr flüssige fossile Brennstoffe und durch radial um das Zentralrohr und parallel zu diesem angeordnete Ausströmöffnungen Sauerstoff austritt, wobei eine Teilmenge des Sauerstoffs mit einer geringen Geschwindigkeit und der restliche Sauerstoff mit einer hohen Geschwindigkeit aus dem Brenner austreten gelassen wird. Hierdurch sollen Stickoxide vermieden werden.

Aus der EP-0 347 002 A ist ein Brenner bekannt, bei dem Sauerstoff mittels mehrerer Sauerstoffstrahlen, die gegen die Brennerachse in einem Winkel zwischen 20° und 60° gerichtet sind, gegen zentral in Achsrichtung des Brenners eingeblasenen festen Brennstoff zugeführt wird. Hierdurch ergibt sich eine Turbulenz und eine innige Vermischung des Sauerstoffs mit dem feinteiligen festen Brennstoff. Dies hat den Nachteil, daß infolge der wesentlich schnelleren Verbrennungsgeschwindigkeit von den Brenner bzw. den Brennstrahl außen umgebenden brennbaren Gasen im Vergleich zur Verbrennungsgeschwindigkeit des feinteiligen bis staubförmigen Brennstoffs ein schlechter Ausbrand des zugeführten feinteiligen bis staubförmigen Brennstoffs stattfindet. Dieser bekannte Brenner weist weiters den Nachteil auf, daß es unmittelbar nach Austritt der feinteiligen Brennstoffe aus dem zentralen Innenrohr zu einer Durchwirbelung mit dem Sauerstoff kommt, sodaß ein Brennfleck gebildet wird, der unmittelbar am Brennermund liegt. Dies ergibt eine hohe thermische Belastung für den Brennermund und damit einen starken Verschleiß.

Ein Brenner, bei dem ein solcher starker Verschleiß vermieden wird, ist aus der EP-0 481 955 B bekannt. Bei dem aus diesem Dokument bekannten Brenner erfolgt die Brennstoffzuführung zentral und die Zufuhr des Sauerstoffs mittels den zentralen Brennstoffstrahl peripher umgebender Sauerstoffstrahlen, die gegen den zentralen Brennstoffstrahl geneigt sind, wobei die Schnittstelle der Sauerstoffstrahlen mit dem Brennstoffstrahl im Abstand von der Brennermündung liegt.

Eine Multimediadüse, die auch als Brenner einsetzbar ist, ist aus der DE-42 38 020 C bekannt. Diese bekannte Multimediadüse dient zum Einleiten von gasförmigen, flüssigen oder pneumatisch förderbaren festen Brennstoffen sowie von Sauerstoff, wobei die Zuführung der Stoffe durch ein Zentralrohr und einen oder mehrere das Zentralrohr umgebende Ringspalte, die durch konzentrisch zum Zentralrohr angeordnete Rohre gebildet sind, erfolgt. Problematisch ist hierbei jedoch die Durchmischung der mit der Multimediadüse zugeführten Brennstoffe mit dem Sauerstoff.

Die Erfindung stellt sich die Aufgabe, ein Verfahren der eingangs beschriebenen Art sowie einen Brenner zur Durchführung des Verfahrens zu schaffen, welche folgende entgegengesetzte Forderungen optimal erfüllen können: einerseits soll eine sehr gute Durchmischung des Sauerstoffs mit dem Brennstoff erfolgen und andererseits jedoch sollen Wirbeleffekte nicht auftreten oder möglichst gering gehalten werden. Dies ist insbesondere dann nur schwer zu verwirklichen, wenn eine optimale Durchmischung auch im Randbereich des Brennstrahls erzielt werden soll. Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist darin zu sehen, daß mit ein und demselben Brenner bei stets gleichmäßiger Flammenbildung eine Leistungsregulierung in einem weiten Bereich möglich ist: der Brenner soll also in einem weiten Leistungsbereich betrieben werden können, u. zw. mit stabiler und gleichmäßig langer Flamme. Hierbei sollen auch nur geringe Änderungen der Flammstärke in dem gesamten Leistungsbereich auftreten.

Diese Aufgabe wird bei einem Verfahren der eingangs beschriebenen Art dadurch gelöst, daß in einen etwa zylinderförmigen oder sich schwach kegelförmig in Strahlrichtung erweiternden Hauptstrahl aus Sauerstoff bzw. aus einem sauerstoffhaltigen Gas mehrere windschief zur zentralen Längsachse dieses Hauptstrahles gerichtete Brennstoffstrahlen geblasen werden, die den Hauptstrahl peripher umgebend gebildet werden, in den Hauptstrahl eindringen und in den Hauptstrahl eingesogen werden, wobei vorteilhaft zentral im Inneren des Hauptstrahles ein weiterer Brennstoffstrahl aus freien Kohlenwasserstoffen und/oder feinkörnigen bis staubförmigen festen Brennstoffen gebildet wird, der vom Hauptstrahl ringförmig umgeben wird.

Eine besonders stabile Flamme läßt sich in einem sehr weiten Leistungsbereich dadurch erzielen, daß der Hauptstrahl vor dem Eindringen der Brennstoffstrahlen auf Überschallgeschwindigkeit beschleunigt wird.

Ein Brenner zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens, insbesondere zum Einsatz in einem metallurgischen Gefäß zur Herstellung von flüssigem Roheisen, Stahlvorprodukten oder Stahl, ist durch die Kombination folgender Merkmale gekennzeichnet:

- ein erstes Rohr zur Bildung eines Zufuhrkanals für Sauerstoff bzw. ein sauerstoffhaltiges Gas und eines Hauptstrahls aus diesen Gasen,

- ein das erste Rohr unter Bildung eines Ringspalt es zur Zufuhr eines Brennstoffes umgebendes zweites Rohr,
- wobei der Ringspalt mündungsseitig unter Bildung einzelner Brennstoffstrahlen mit einer Vielzahl das erste Rohr peripher umgebender, vorzugsweise als Lavaldüsen ausgebildete, Ausströmkanäle endet und
- die Ausströmkanäle mündungsseitig windschief zur zentralen Längsachse des ersten Rohres und gegen diese gerichtet sind derart,
- daß die Brennstoffstrahlen in den Hauptstrahl eindringen.

Hierbei ist vorzugsweise das erste Rohr innenseitig als Düse, vorzugsweise als Lavaldüse, ausgebildet.

- 10 Eine bevorzugte Ausführungsform ist dadurch gekennzeichnet, daß zentral im ersten Rohr ein an eine Brennstoffzufuhrleitung angeschlossenes Zentralrohr vorgesehen ist, durch das der Zufuhrkanal für den Sauerstoff bzw. das sauerstoffhaltige Gas als Ringspalt gestaltet ist, wobei es sich zur Vermeidung von Wirbeleffekten als vorteilhaft herausgestellt hat, wenn das Zentralrohr außenseitig von der Engstelle der Düsenausbildung des ersten Rohres bis zur Mündung des Zentralrohres eine sich zur Mündung hin
- 15 verjüngende Kegelfläche aufweist.

Hierbei weist zweckmäßig das Zentralrohr innenseitig etwa ab der Engstelle der Düsenausbildung des ersten Rohres eine sich zur Mündung hin verjüngende Kegelfläche auf.

- Zur Einstellung eines optimalen Flammbildes ist vorteilhaft das Zentralrohr in Richtung der zentralen Längsachse des ersten Rohres im ersten Rohr - wie aus der EP-0 513 414 A an sich bekannt -
- 20 verschiebbar geführt.

- Aus der EP-0 513 414 A ist eine Düsenvorrichtung zur Steuerung eines Gasstromes bekannt, die eine Außendüse sowie eine Innendüse umfaßt, wobei die Innendüse vom durch die Außendüse strömenden Gasstrom teils durchströmt und teils umströmt wird. Hierbei ist die Außendüse gegenüber der Innendüse axial verschiebbar, d.h. in Längsrichtung der Düse verschiebbar geführt. Die Düsenmündung ist mit einer
- 25 Schraubverbindung an einem die Düse ummantelnden Rohr befestigt.

- Vorzugsweise ist das Mündungsende des ersten Rohres, insbesondere dessen gesamte düsenartige Ausbildung von einem eigenen, mit dem ersten Rohr lösbar verbindbaren, vorzugsweise durch eine aus der EP-0 513 414 A an sich bekannte Schraubverbindung verbindbaren, Mündungsteil gebildet, wobei zweckmäßig der lösbare Mündungsteil des ersten Rohres mündungsseitig mit einem sich radial nach außen
- 30 erstreckenden Flansch versehen ist und dieser Flansch die Ausströmkanäle aufweist. Hierdurch läßt sich der Brenner universell einsetzen, nämlich für unterschiedliche Brennstoffe, wobei jeweils nur das Mündungsende des ersten Rohres ausgetauscht werden muß, um gegen einen Teil ausgetauscht zu werden, der die für den jeweiligen Brennstoff passenden Ausströmkanäle aufweist. Die Ausströmkanäle sind beispielsweise bei flüssigen Brennstoffen als Zerstäuberdüsen ausgebildet.

- 35 Zur Bildung einer besonders stabilen Flamme ist vorteilhaft das zweite Rohr von einem dritten Rohr unter Bildung eines weiteren Ringspalt es zur Zufuhr von Luft und/oder eines Inertgases umgeben, wobei zweckmäßig das dritte Rohr mit einer Innenkühlung, vorzugsweise einer Wasserinnenkühlung, versehen ist.

- Eine gute Durchmischung mit geringer Wirbelbildung läßt sich insbesondere dann erzielen, wenn die Normal-Projektion der Mittelachse jedes Ausströmkanals auf eine durch die zentrale Längsachse des ersten
- 40 Rohres und durch die Mündung des Ausströmkanals gelegte Ebene mit der zentralen Längsachse einen Winkel α zwischen 2 und 8° einschließt und wenn weiters die Achsen der Ausströmkanäle gegenüber einer senkrecht zur zentralen Längsachse des ersten Rohres gerichteten Ebene einen Winkel β zwischen 85 und 60° einnehmen.

- Ist ein Zentralrohr vorgesehen, ist dies zweckmäßig dadurch gekennzeichnet, daß der Öffnungswinkel γ des kegelförmigen Teils des Zentralrohres zwischen 0,1 und 4° liegt.
- 45

Zur Anpassung des Zentralrohres an unterschiedliche Brennstoffe weist dieses ebenfalls vorteilhaft einen lösbar befestigten Mündungsteil auf, der vorzugsweise als Ölzerstäuberdüse ausgebildet ist.

- Die Erfindung umfaßt auch den Austausch von Brennstoff gegen Sauerstoff, so daß der Hauptstrahl von Brennstoff und die windschiefen Strahlen von Sauerstoff bzw. von einem sauerstoffhaltigen Gas gebildet
- 50 werden, sowie einen dementsprechend gestalteten Brenner.

Bei Anordnung des Brenners am metallurgischen Gefäß ist dieser zweckmäßig an einer am metallurgischen Gefäß angeordneten Stützkonsol e schwenkbar befestigt und ragt zwecks Zuleitung des Brennstoffs und des Sauerstoffs bzw. des sauerstoffhaltigen Gases durch eine Öffnung des metallurgischen Gefäßes nach innen.

- 55 Vorteilhaft ist der Brenner mit einer Abdeckplatte zum Abdecken der Öffnung, die einen größeren Durchmesser aufweist als der Brenner, versehen, wobei zweckmäßig eine Mehrzahl von eine Schwenkbe-
wegung des Brenners zulassenden aneinander gleitenden Dämmblechen vorgesehen ist.

Weiters ist der Brenner vorteilhaft mittels eines Schutzbleches nach oben hin abgedeckt.

Die Erfindung ist nachfolgend anhand der Zeichnung an zwei Ausführungsbeispielen näher erläutert, wobei Fig. 1 einen Längsschnitt, der durch die zentrale Längsachse eines Brenners gelegt ist, veranschaulicht. Fig. 2 zeigt ein Detail der Fig. 1 in vergrößertem Maßstab. Fig. 3 ist eine Ansicht des in Fig. 2 dargestellten Details in Richtung des Pfeiles III der Fig. 2. Fig. 4 betrifft eine vereinfachte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Brenners. Fig. 5 zeigt den Einbau des erfindungsgemäßen Brenners in einem metallurgischen Gefäß.

Der in Fig. 1 dargestellt Brenner weist ein erstes Rohr 1 auf, durch das Sauerstoff bzw. ein sauerstoffhaltiges Gas zugeführt wird. Dieses erste Rohr 1 erstreckt sich in Richtung der zentralen Längsachse 2 des Brenners und ist von einem zweiten Rohr 3, durch das zwischen dem ersten und dem zweiten Rohr ein Ringspalt 4 gebildet wird, umgeben. Durch diesen Ringspalt wird fester, flüssiger oder gasförmiger Brennstoff 5, gebildet von freien Kohlenwasserstoffen und/oder feinkörnigen bis staubförmigen festen Brennstoffen, die pneumatisch förderbar sind, zugeführt.

Die Innenseite des ersten Rohres 1 ist am Mündungsende 6, das von einem eigenen, vom ersten Rohr 1 leicht durch eine Schraubverbindung lösbaren Mündungsteil 7 gebildet ist, lavalldüsenartig ausgebildet, sodaß der Sauerstoff bzw. das sauerstoffhaltige Gas mit Überschallgeschwindigkeit aus dem Mündungsteil 7 austritt.

Das vordere Ende 6 des Mündungsteils 7 ist mit einem sich radial nach außen erstreckenden Flansch 8 versehen, wobei der Flansch 8 mit seinem Außenumfang an der Innenwand des zweiten Rohres 3 anliegt. In dem Flansch 8 sind Ausströmkanäle 9 für den Brennstoff 5 vorgesehen, die folgendermaßen gestaltet sind:

Die Mittelachsen 10 der Ausströmkanäle 9, die um den Umfang des ersten Rohres 1 gleichmäßig verteilt angeordnet sind, sind windschief zur zentralen Längsachse 2 des Brenners (die identisch ist mit der zentralen Längsachse des ersten Rohres 1) gerichtet. Die Normal-Projektion jeder Mittelachse 10 auf eine durch die zentrale Längsachse 2 und durch die Mündung 11 gelegte Ebene schließt mit der zentralen Längsachse 2 einen Winkel α zwischen 2° und 8° ein.

Die Mittelachsen 10 der Ausströmkanäle 9 schließen mit einer senkrecht zur zentralen Längsachse 2 des Brenners gerichteten Ebene 12 einen Winkel β zwischen 85° und 60° ein.

Hierdurch wird erreicht, daß die durch die Ausströmkanäle 9 austretenden Brennstoffstrahlen 13 in den radialsymmetrischen Hauptstrahl 14, der vom Sauerstoff bzw. von einem sauerstoffhaltigen Gas gebildet ist, eindringen und von diesem unter Entstehung einer schraubenlinienförmigen Mischbewegung eingesogen werden, u.zw. mit geringen Wirbelbildungen und doch einer effizienten Vermischung des Brennstoffs 5 mit dem Sauerstoff.

Dies gilt auch für den Fall, daß der Hauptstrahl 14 von Brennstoff und die windschief hierzu gerichteten Strahlen 13 von Sauerstoff oder einem sauerstoffhaltigen Gas gebildet werden. Es ist lediglich darauf zu achten, daß das Mischungsverhältnis der beiden Stoffe zueinander das gleiche bleibt, um den optimalen Verbrennungsprozeß zu erreichen.

Der Mündungsteil 7 des ersten Rohres 1 ist, wie oben erwähnt, leicht austauschbar, sodaß jeweils Mündungsteile 7 mit den Brennstoffen angepaßten Ausströmkanälen 9 in den Brenner eingesetzt werden können. So ist es beispielsweise für flüssige Brennstoffe zweckmäßig, die Ausströmkanäle 9 als Düsen mit geringem Querschnitt, u.zw. als Zerstäuberdüsen, auszubilden. Es ist zweckmäßig, auch die Ausströmkanäle 9 als Lavalldüsen auszubilden.

Das zweite Rohr 3 ist außenseitig von einem dritten Rohr 15 umgeben, wobei zwischen dem zweiten Rohr 3 und dem dritten Rohr 15 ein weiterer Ringspalt 16 zur Zufuhr von Luft 17 bzw. inertem Gas dient. Hierdurch kann die Form der Flamme in einfacher Weise beeinflusst werden. Dieses dritte Rohr 15 ist zumindest mündungsseitig mit einer Innenkühlung versehen. Es überragt das zweite Rohr 3, das seinerseits mit seinem Ende über das Ende des ersten Rohres 1, d.h. dessen Endflansch 8, vorragt.

Zentral im ersten Rohr 1 ist ein Zentralrohr 18 vorgesehen, das über Abstandhalter 19 gegenüber dem ersten Rohr 1 genau zentrisch in Lage gehalten wird. Dieses Zentralrohr 18, das ebenfalls zur Zufuhr von Brennstoff 5 in fester, flüssiger oder staubförmiger bzw. feinteiliger fester Form dient, endet etwa in Höhe der Ausströmkanäle 9; es ist jedoch vorzugsweise gegenüber dem ersten Rohr 1 mittels einer Verschiebeeinrichtung 20, die in Fig. 1 schematisch angedeutet ist, verschiebbar, wodurch ebenfalls die Flammbildung beeinflusst werden kann.

Dieses Zentralrohr 18 weist ebenfalls einen leicht demontierbaren und, beispielsweise gegen eine Ölzerstäubungsdüse, austauschbaren Mündungsteil 21 auf. Dieser Mündungsteil 21 ist in Strömungsrichtung des Sauerstoffs sich kegelstumpfförmig verjüngend ausgebildet, wobei die Verjüngung in etwa von der Engstelle der lavalldüsenartigen Innenseite des ersten Rohres 1 an beginnt. Der Öffnungswinkel γ des kegelförmigen Teiles 21 des Zentralrohres 18 liegt zwischen $0,1$ und 4° . Vorzugsweise ist das Zentralrohr 18 innenseitig ebenfalls sich verjüngend ausgebildet. Der Druck des Brennstoffs 5 im Zentralrohr 18 (knapp vor dessen Mündung) wird so gewählt, daß er mit dem des Sauerstoffs (knapp vor der Mündung)

übereinstimmt. Der Druck des über die Ausströmöffnungen 9 zugeführten Brennstoffs 5 kann unterschiedlich zum Sauerstoffdruck gewählt werden, jedoch ist hier ebenfalls ein Brennstoffdruck, der mit dem Sauerstoffdruck übereinstimmt, vorteilhaft.

Gemäß der in Fig. 4 dargestellten Ausführungsform weist der Brenner kein Zentralrohr 18 auf. Für diese Ausführungsform hat sich gezeigt, daß das erste Rohr 1 unbedingt an seiner Mündung als Düse ausgebildet sein muß, wobei eine Lavalldüse bevorzugt ist.

Fig. 5 zeigt die Anordnung eines erfindungsgemäßen Brenners in einem metallurgischen Gefäß 22, wobei der Brenner an der Außenseite 23 der Wand 24 des metallurgischen Gefäßes 22 an einer dort angeschweißten Konsole 25 schwenkbar gelagert ist. Zur Zuführung des Sauerstoffs und des Brennstoffs 5 ragt der Brenner mit seinem hinteren Ende durch eine Öffnung 26 der Wand 24 des metallurgischen Gefäßes 22 nach außen. Zwecks Geräuschdämmung ist der Brenner mit einer etwa senkrecht zu seiner zentralen Längsachse sich erstreckenden Abdeckplatte 27 versehen, die wiederum mit an der Wand 24 des metallurgischen Gefäßes 22 angeordneten und eine Schwenkbewegung des Brenners zulassenden Dämmblechen 28 zusammenwirkt. Zum Schutz des Brenners vor herabfallenden Schrott- und Stahl- und Schlackenstücken ist oberhalb des Brenners ein Schutzblech 29 vorgesehen, das ebenfalls an der Außenseite 23 der Wand 24 des metallurgischen Gefäßes 22 befestigt ist.

Der erfindungsgemäße Brenner weist den Vorteil auf, daß er universell einsetzbar ist, u.zw. sowohl als Gasbrenner, als Ölbrenner oder als Brenner für pneumatisch förderbare feste Brennstoffe. Es ist auch möglich, eine Mischung dieser Brennstoffe zu verarbeiten. Weiters läßt sich der Brenner auch für eine Nachverbrennung einsetzen sowie für einen kombinierten Brenner/Nachverbrennungsbetrieb. Der Brenner ist weiters leicht demontierbar, einfach und übersichtlich im Aufbau und kostengünstig herstellbar.

Der Einsatz des Brenners ist nachfolgend in mehreren Varianten angegeben:

- a) Verhältnis Sauerstoff-Erdgas größer als 2:1 (Molverhältnis)
- b) Verhältnis Sauerstoff-Erdgas + Öl größer als 2:1 (Molverhältnis)
- c) Verhältnis Sauerstoff-Öl größer als 2:1 (Molverhältnis)
- d) ausschließlich Sauerstoff; kein Erdgas und kein Öl

Die Punkte a) b) c) erlauben den Einsatz des Brenners als Brenner mit gleichzeitiger Funktion als Nachverbrennungslanze (Überangebot an Sauerstoff). Gemäß Punkt d) kann der Brenner als reine Nachverbrennungslanze betrieben werden.

Nachfolgend ist der Einsatz als Gasbrenner näher erläutert:

Durch das Zentralrohr 18 wird CH_4 zugeführt. Das erste Rohr 1 dient zur Zuführung von reinem Sauerstoff, wobei der Mündungsteil 7 als Lavalldüse ausgebildet ist. Durch die Ausströmkanäle 9 zwischen dem ersten Rohr 1 und dem zweiten Rohr 3 wird ebenfalls CH_4 zugeführt. Die Abmessungen des Brenners sind folgende: Der Innendurchmesser des Zentralrohrs 18 beträgt 8 mm, die Wandstärke des Zentralrohres 1 mm. Der kritische Durchmesser des als Lavalldüse ausgebildeten Mündungsteils 7 des ersten Rohres 1 beträgt 19 mm. Der Innendurchmesser der als zylindrische Bohrungen ausgebildeten Ausströmkanäle 9 beträgt 6 mm, wobei sechs Bohrungen um den Umfang des ersten Rohres 1 gleichmäßig verteilt angeordnet sind. In nachstehender Tabelle sind die Drücke und Mengen des zugeführten Sauerstoffs und des CH_4 wiedergegeben:

Austrittskanäle		Lavalldüse		Zentralrohr	
$p_{\text{CH}_4}^{1)}$	Q_{CH_4}	$p_{\text{O}_2}^{1)}$	Q_{O_2}	$p_{\text{CH}_4}^{2)}$	Q_{CH_4}
[bar]	[Nm ³ /h]	[bar]	[Nm ³ /h]	[bar]	[Nm ³ /h]
3	50	10	150	2,1	30
3	120	10	300	2,1	30
3	220	10	470	2,1	31

¹⁾ Druck in der Versorgungsleitung

²⁾ Druck im Zentralrohr vor der Mündung

Der Einsatz des Brenners in Kombifunktion Brenner/Nachverbrennungslanze bzw. als reine Nachverbrennungslanze ist problemlos möglich. Der Brenner brennt in einem relativ großen Druck-Bereich (abhängig vom kritischen Durchmesser und vom Medienvordruck) sehr stabil und mit einer gleichmäßig langen konstanten Flamme. Die Flammstärke ändert sich im gesamten Druck-Bereich nur unwesentlich.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Verbrennen von Brennstoff (5), der von freien Kohlenwasserstoffen und/oder feinkörnigen bis staubförmigen festen Brennstoffen gebildet ist, insbesondere in einem metallurgischen Gefäß (22), **dadurch gekennzeichnet**, daß in einen etwa zylinderförmigen oder sich schwach kegelförmig in Strahlrichtung erweiternden Hauptstrahl (14) aus Sauerstoff bzw. aus einem sauerstoffhaltigen Gas mehrere windschief zur zentralen Längsachse (2) dieses Hauptstrahles (14) gerichtete Brennstoffstrahlen (13) geblasen werden, die den Hauptstrahl (14) peripher umgebend gebildet werden, in den Hauptstrahl (14) eindringen und in den Hauptstrahl (14) eingesogen werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß zentral im Inneren des Hauptstrahles (14) ein weiterer Brennstoffstrahl aus freien Kohlenwasserstoffen und/oder feinkörnigen bis staubförmigen festen Brennstoffen (5) gebildet wird, der vom Hauptstrahl (14) ringförmig umgeben wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Hauptstrahl (14) vor dem Eindringen der Brennstoffstrahlen (13) auf Überschallgeschwindigkeit beschleunigt wird.
4. Verfahren zum Verbrennen von Brennstoff, der von freien Kohlenwasserstoffen und/oder feinkörnigen bis staubförmigen festen Brennstoffen gebildet ist, insbesondere in einem metallurgischen Gefäß, **dadurch gekennzeichnet**, daß in einen etwa zylinderförmigen oder sich schwach kegelförmig in Strahlrichtung erweiternden Hauptstrahl aus Brennstoff mehrere windschief zur zentralen Längsachse dieses Hauptstrahles gerichtete Strahlen gebildet aus Sauerstoff oder einem sauerstoffhaltigen Gas geblasen werden, die den Hauptstrahl peripher umgebend gebildet werden, in den Hauptstrahl eindringen und in den Hauptstrahl eingesogen werden, wobei vorzugsweise zentral im Inneren des Hauptstrahles ein weiterer Strahl aus Sauerstoff oder einem sauerstoffhaltigen Gas gebildet wird, der vom Hauptstrahl ringförmig umgeben wird.
5. Brenner zur Durchführung des Verfahrens nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, zur Verbrennung von freien Kohlenwasserstoffen und/oder feinkörnigen bis staubförmigen festen Brennstoffen (5), insbesondere zum Einsatz in einem metallurgischen Gefäß (22) zur Herstellung von flüssigem Roheisen, Stahlvorprodukten oder Stahl, gekennzeichnet durch die Kombination folgender Merkmale:
 - ein erstes Rohr (1) zur Bildung eines Zufuhrkanales für Sauerstoff bzw. ein sauerstoffhaltiges Gas und eines Hauptstrahles (14) aus diesen Gasen,
 - ein das erste Rohr (1) unter Bildung eines Ringspalt (4) zur Zufuhr eines Brennstoffes (5) umgebendes zweites Rohr (3),
 - wobei der Ringspalt (4) mündungsseitig unter Bildung einzelner Brennstoffstrahlen (13) mit einer Vielzahl das erste Rohr (1) peripher umgebender, vorzugsweise als Lavaldüsen ausgebildete, Ausströmkanäle (9) endet und
 - die Ausströmkanäle (9) mündungsseitig windschief zur zentralen Längsachse (2) des ersten Rohres (1) und gegen diese gerichtet sind derart,
 - daß die Brennstoffstrahlen (13) in den Hauptstrahl (14) eindringen.
6. Brenner nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß das erste Rohr (1) innenseitig als Düse, vorzugsweise als Lavaldüse, ausgebildet ist.
7. Brenner nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß zentral im ersten Rohr (1) ein an eine Brennstoffzufuhrleitung angeschlossenes Zentralrohr (18) vorgesehen ist, durch das der Zufuhrkanal für den Sauerstoff bzw. das sauerstoffhaltige Gas als Ringspalt gestaltet ist.
8. Brenner nach Anspruch 6 und 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Zentralrohr (18) außenseitig von der Engstelle der Düsenausbildung des ersten Rohres (1) bis zur Mündung des Zentralrohres (18) eine sich zur Mündung hin verjüngende Kegeloberfläche aufweist.
9. Brenner nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Zentralrohr (18) innenseitig etwa ab der Engstelle der Düsenausbildung des ersten Rohres (1) eine sich zur Mündung hin verjüngende Kegelinnenfläche aufweist.

10. Brenner nach einem oder mehreren der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Zentralrohr (18) in Richtung der zentralen Längsachse (2) des ersten Rohres (1) im ersten Rohr (1) - wie an sich bekannt - verschiebbar geführt ist.
- 5 11. Brenner nach einem oder mehreren der Ansprüche 5 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Mündungsende (6) des ersten Rohres (1), insbesondere dessen gesamte düsenartige Ausbildung von einem eigenen, mit dem ersten Rohr (1) lösbar verbindbaren, vorzugsweise durch eine an sich bekannte Schraubenverbindung verbindbaren, Mündungsteil (7) gebildet ist.
- 10 12. Brenner nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß der lösbare Mündungsteil (7) des ersten Rohrs (1) mündungsseitig mit einem sich radial nach außen erstreckenden Flansch (8) versehen ist und dieser Flansch (8) die Ausströmkanäle (9) aufweist.
13. Brenner nach einem oder mehreren der Ansprüche 5 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, daß das
15 zweite Rohr (3) von einem dritten Rohr (15) unter Bildung eines weiteren Ringspaltes (16) zur Zufuhr von Luft (17) und/oder eines Inertgases umgeben ist.
14. Brenner nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, daß das dritte Rohr (15) mit einer Innenkühlung, vorzugsweise einer Wasserinnenkühlung, versehen ist.
20
15. Brenner nach einem oder mehreren der Ansprüche 5 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Normal-Projektion der Mittelachse (10) jedes Ausströmkanals (9) auf eine durch die zentrale Längsachse (2) des ersten Rohres (1) und durch die Mündung (11) des Ausströmkanals (9) gelegte Ebene mit der zentralen Längsachse (2) einen Winkel α zwischen 2 und 8° einschließt.
25
16. Brenner nach einem oder mehreren der Ansprüche 5 bis 15, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Achsen (10) der Ausströmkanäle (9) gegenüber einer senkrecht zur zentralen Längsachse des ersten Rohres (1) gerichteten Ebene (12) einen Winkel β zwischen 85 und 60° einnehmen.
- 30 17. Brenner nach einem oder mehreren der Ansprüche 8 bis 16, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Öffnungswinkel γ des kegelförmigen Teiles (21) des Zentralrohres (18) zwischen 0,1 und 4° liegt.
18. Brenner nach einem oder mehreren der Ansprüche 7 bis 17, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Zentralrohr (18) einen lösbar befestigten Mündungsteil (21), der vorzugsweise als Ölzerstäuberdüse
35 ausgebildet ist, aufweist.
19. Brenner zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 4, zur Verbrennung von freien Kohlenwasserstoffen und/oder feinkörnigen bis staubförmigen festen Brennstoffen, insbesondere zum Einsatz in einem metallurgischen Gefäß zur Herstellung von flüssigem Roheisen, Stahlvorprodukten oder Stahl,
40 gekennzeichnet durch die Kombination folgender Merkmale:
 - ein erstes Rohr zur Bildung eines Zufuhrkanales für Brennstoff und eines Hauptstrahles aus diesem,
 - ein das erste Rohr unter Bildung eines Ringspaltes zur Zufuhr von Sauerstoff oder eines sauerstoffhaltigen Gases umgebendes zweites Rohr,
 - 45 - wobei der Ringspalt unter Bildung einzelner Sauerstoffstrahlen mit einer Vielzahl das erste Rohr peripher umgebender, vorzugsweise als Lavaldüsen ausgebildete, Ausströmkanäle nach außen mündet und
 - die Ausströmkanäle mündungsseitig windschief zur zentralen Längsachse des ersten Rohres und gegen diese gerichtet sind derart,
 - 50 - daß die Sauerstoffstrahlen in den Hauptstrahl eindringen.
20. Brenner nach Anspruch 19, **dadurch gekennzeichnet**, daß das erste Rohr (1) innenseitig als Düse, vorzugsweise als Lavaldüse, ausgebildet ist.
- 55 21. Brenner nach Anspruch 20, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Zentralrohr (18) außenseitig von der Engstelle der Düsenausbildung des ersten Rohres (1) bis zur Mündung des Zentralrohres (18) eine sich zur Mündung hin verjüngende Kegeloberfläche aufweist.

22. Brenner nach Anspruch 20 oder 21, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Zentralrohr (18) innenseitig etwa ab der Engstelle der Düsenausbildung des ersten Rohres (1) eine sich zur Mündung hin verjüngende Kegelfinnenfläche aufweist.
- 5 23. Brenner nach einem oder mehreren der Ansprüche 20 bis 22, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Zentralrohr (18) in Richtung der zentralen Längsachse (2) des ersten Rohres (1) im ersten Rohr (1) verschiebbar geführt ist.
- 10 24. Brenner nach einem oder mehreren der Ansprüche 19 bis 23, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Mündungsende (6) des ersten Rohres (1), insbesondere dessen gesamte düsenartige Ausbildung von einem eigenen, mit dem ersten Rohr (1) lösbar verbindbaren, vorzugsweise durch eine Schraubenverbindung verbindbaren, Mündungsteil (7) gebildet ist.
- 15 25. Brenner nach Anspruch 24, **dadurch gekennzeichnet**, daß der lösbare Mündungsteil (7) des ersten Rohrs (1) mündungsseitig mit einem sich radial nach außen erstreckenden Flansch (8) versehen ist und dieser Flansch (8) die Ausströmkanäle (9) aufweist.
- 20 26. Brenner nach einem oder mehreren der Ansprüche 19 bis 25, **dadurch gekennzeichnet**, daß das zweite Rohr (3) von einem dritten Rohr (15) unter Bildung eines weiteren Ringspaltes (16) zur Zufuhr von Luft (17) und/oder eines Inertgases umgeben ist.
27. Brenner nach Anspruch 26, **dadurch gekennzeichnet**, daß das dritte Rohr (15) mit einer Innenkühlung, vorzugsweise einer Wasserinnenkühlung, versehen ist.
- 25 28. Brenner nach einem oder mehreren der Ansprüche 19 bis 27, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Normal-Projektion der Mittelachse (10) jedes Ausströmkanals (9) auf eine durch die zentrale Längsachse (2) des ersten Rohres (1) und durch die Mündung (11) des Ausströmkanals (9) gelegte Ebene mit der zentralen Längsachse (2) einen Winkel α zwischen 2 und 8° einschließt.
- 30 29. Brenner nach einem oder mehreren der Ansprüche 19 bis 28, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Achsen (10) der Ausströmkanäle (9) gegenüber einer senkrecht zur zentralen Längsachse des ersten Rohres (1) gerichteten Ebene (12) einen Winkel β zwischen 85 und 90° einnehmen.
- 35 30. Brenner nach einem oder mehreren der Ansprüche 21 bis 29, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Öffnungswinkel γ des kegelförmigen Teiles (21) des Zentralrohres (18) zwischen 0,1 und 4° liegt.
- 40 31. Brenner nach einem oder mehreren der Ansprüche 19 bis 30, **dadurch gekennzeichnet**, daß zentral im ersten Rohr ein an eine Sauerstoffzufuhrleitung angeschlossenes Zentralrohr vorgesehen ist, durch das der Zufuhrkanal für den Brennstoff als Ringspalt gestaltet ist.
- 45 32. Brenner nach Anspruch 31, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Zentralrohr einen lösbar befestigten Mündungsteil aufweist.
33. Verwendung eines Brenners nach einem oder mehreren der Ansprüche 5 bis 32 für ein metallurgisches Gefäß (22), **dadurch gekennzeichnet**, daß der Brenner an einer am metallurgischen Gefäß (22) angeordneten Stützkonsole (25) schwenkbar befestigt ist und durch eine Öffnung (26) des metallurgischen Gefäßes nach innen zwecks Zuleitung des Brennstoffes und des Sauerstoffes bzw. sauerstoffhaltigen Gases ragt.
- 50 34. Verwendung nach Anspruch 33, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Brenner mit einer Abdeckplatte (27) zum Abdecken der Öffnung (26), die einen größeren Durchmesser aufweist als der Brenner, versehen ist.
- 55 35. Verwendung nach Anspruch 33 oder 34, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine Mehrzahl von einer Schwenkbewegung des Brenners zulassender ineinander gleitenden Dämmblechen (28) vorgesehen ist.

AT 402 963 B

36. Verwendung nach einem oder mehreren der Ansprüche 33 bis 36, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Brenner mittels eines Schutzbleches (29) nach oben hin abgedeckt ist.

Hiezu 2 Blatt Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

