




 12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG


 Anmeldenummer: **84100243.9**


 Int. Cl.³: **F 23 D 1/00, F 23 C 7/00,**
F 23 C 9/00



 Anmeldetag: **11.01.84**



 Priorität: **18.01.83 DE 3301469**
18.03.83 DE 3309905
18.03.83 DE 3309906


 Anmelder: **K. KONSULT, Liljeholmstorget 7,**
S-117 80 Stockholm (SE)



 Veröffentlichungstag der Anmeldung: **25.07.84**
Patentblatt 84/30


 Erfinder: **Skoog, Kurt, Dipl.-Ing., Borensvägen 1,**
S-12 168 Johanneshov (SE)

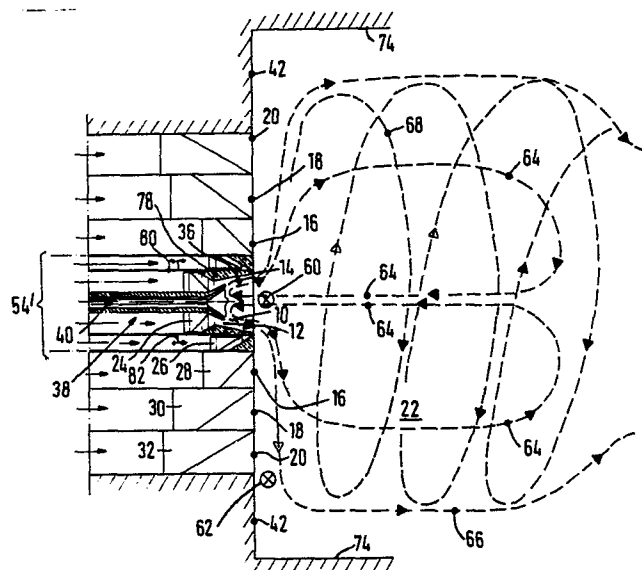

 Benannte Vertragsstaaten: **AT BE CH DE FR GB IT LI LU**
NL SE


 Vertreter: **Popp, Eugen, Dr. et al, Patentanwälte Popp,**
Sajda, v. Bülow, Hrabal & Partner
Widenmayerstrasse 48 Postfach 86 06 24,
D-8000 München 86 (DE)


Verfahren und Vorrichtung zum Verbrennen fester Brennstoffe, insbesondere Kohle, Torf oder dergleichen, in pulverisierter Form.


 Verfahren und Vorrichtung zum Verbrennen fester Brennstoffe, vorzugsweise Kohle, in pulverisierter Form, die unter Bildung einer Emulsion mit einer Trägerflüssigkeit wie Wasser und/oder Öl oder dergleichen vermischt sind, wobei zu diesem Zweck die Brennstoffemulsion durch eine etwa ringförmig ausgebildete Eintrittsöffnung (10) in einen Verbrennungsraum (22) eingespritzt wird, so dass ein etwa hohlkegelartiges Strömungsprofil entsteht. Innerhalb dieses Strömungsprofils wird unmittelbar hinter der in den Verbrennungsraum (22) mündenden Eintrittsöffnung (10) für die Brennstoffemulsion ein Unterdruck (Bereich 60) aufgebaut, so dass ein Teil heisser Verbrennungsgase und ein Rest unverbrannter Brennstoffpartikel zur Eintrittsöffnung rezirkuliert (64). Darüber hinaus sind in der Stirnseite (42) des Verbrennungsraumes (22) Gaseintrittsöffnungen (12, 12', 14, 16, 18, 20) vorgesehen, durch die Gas bzw. Luft ausströmt, deren Strömungsbahn konzentrisch und schraubenförmig zur Achse (40) der in den Verbrennungsraum (22) mündenden Eintrittsöffnung (10) für die Brennstoffemulsion verläuft. Dadurch erfährt die in den Verbrennungsraum (22) eingespritzte Brennstoffemulsion eine Rotationsbewegung, wodurch das hohlkegelartige Strömungsprofil eine starke Auffächung bzw. Aufweitung in ein glocken- bzw. apfelförmiges Profil (66) erfährt. Durch die genannten Massnahmen lässt sich ein extrem langer Partikelweg (68) auf kürzester Strecke längs der Mittelachse (40) des Verbrennungsraumes

(22) erzielen. Es ist eine praktisch vollständige Verbrennung innerhalb eines extrem kurzen Verbrennungsraumes (22) gewährleistet.



1

5

Verfahren und Vorrichtung zum Verbrennen fester Brennstoffe, vorzugsweise Kohle, Torf oder dergleichen, in pulverisierter Form

10

Beschreibung

15 Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Verbrennen fester Brennstoffe, insbesondere Kohle, Torf oder dergleichen, in pulverisierter Form, die unter Ausbildung eines rezirkulierenden Strömungsprofiles in einen Verbrennungsraum eingeleitet
20 werden, wobei dieses Strömungsprofil durch eine rotierende äußere Luftströmung begrenzt wird. Die äußere Luftströmung wird zu diesem Zweck über einen dem Brennstoff-Eintritt konzentrisch umgebenden Lufteintritt in den Verbrennungsraum eingeblasen, wobei der Lufteintritt die Luftströmung in Rotation versetzende Drallelemente umfaßt.
25

Ziel der vorliegenden Erfindung ist es insbesondere, eine möglichst vollständige und emissionsfreie Verbrennung der genannten festen Brennstoffe zu erhalten, wenn diese unter Bildung einer Emulsion mit einer Trägerflüssigkeit wie Wasser und/oder Öl oder dergleichen vermischt in den Verbrennungsraum eingespritzt werden. Gewöhnlich wird eine solche Brennstoff-
30 Emulsion durch eine düsenartige Öffnung in den Verbrennungsraum eingespritzt und zwar unter Ausbildung
35

1 eines sich nur unwesentlich öffnenden Vollkegels mit
der Folge, daß die Verbrennung in einer relativ langen
Stichflamme erfolgt und aufgrund der dadurch bedingten
relativ geringen freien Brennstoffoberfläche entspre-
5 chend unvollständig ist. Darüberhinaus sind sehr lange
Verbrennungsräume bzw. Brennkammern erforderlich.

Aus der DE-OS 2 806 363 ist ein Verfahren und eine
Vorrichtung zum Entzünden einer Kohlenstaubflamme nach
10 der eingangs genannten Art bekannt. Die Vorrichtung
umfaßt eine zentrale Kohlenstaubleitung, durch die
pneumatisch (mit Luft) Kohle in die Zündzone der Vor-
richtung gebracht wird. Am Austrittsende der Kohlen-
staubleitung ist ein hohlkonischer Diffusor angeordnet,
15 durch den der austretende Kohlenstaub ein hohlkegel-
artiges Strömungsprofil erhält. Die Kohlenstaubleitung
ist innerhalb einer Sekundärluftleitung angeordnet
und erstreckt sich co-axial zu dieser derart, daß ein
Sekundärluft-Ringkanal entsteht. Die Sekundärluftlei-
20 tung ist im Bereich des Kohlestaub-Difusors mit einem
divergierenden Mündungsabschnitt versehen, der die
äußere Begrenzung des Verbrennungsraumes darstellt.
In der Sekundär-Luftleitung sind Drallelemente angeord-
net, die der Sekundärluftströmung eine Rotation um
25 die zentrale Achse der Vorrichtung aufprägen. Durch
die äußere Sekundär-Luftströmung wird eine Rezirkulation
heißer Verbrennungsgase und unverbrannter Brennstoff-
partikel, d.h. eine Rückströmung derselben zum Brenn-
stoff-Eintritt zurückerzielt. Dadurch erhält man
30 eine stabilere Flamme.

Es hat sich gezeigt, daß die bekannten Maßnahmen bei
der Verbrennung einer Brennstoff-Emulsion nicht aus-
reichen und daß die Flammenstabilisierung bei ver-
35 schiedenen Lastzuständen ungenügend ist.

- 1 Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, das bekannte Verfahren bzw. die bekannte Vorrichtung so abzuändern, daß bei allen denkbaren Betriebszuständen (Zündung, Teillast, Vollast) eine
5 höchst stabile Flamme erhalten wird, die zugleich eine maximale Verbrennung auf kürzestem Weg, d.h. in extrem kurz gebauten Verbrennungsräumen ermöglicht.

- 10 Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß bei Verwendung einer Brennstoffemulsion durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruches 1 (verfahrensmäßig) bzw. des Patentanspruches 10 (vorrichtungsmäßig) gelöst.

- 15 Durch die Einleitung der Brennstoffemulsion in den Verbrennungsraum unter Ausbildung eines hohlkegelartigen Strömungsprofils wird auf einfache Weise eine erhebliche Vergrößerung der freien Brennstoffoberfläche erreicht mit einer entsprechend vollständigen Verbrennung. Durch die Aufteilung der äußeren Sekundär-
20 luft-Strömung in mehrere konzentrische Teilströmungen und die Möglichkeit, die Teilströmungen hinsichtlich Durchsatz zu variieren, läßt sich eine maximale zentrale Rezirkulation eines Teils der heißen Verbrennungsgase sowie kleine Reste unverbrannter Brennstoffpartikel
25 zum Brennstoff-Eintritt bei jedem Betriebs- bzw. Lastzustand und damit eine Minimierung der Flammenlänge bei gleichzeitig nahezu vollständiger bzw. rückstandsfreier Verbrennung erhalten. Es ist erfindungsgemäß möglich, einen Teil der heißen Verbrennungsgase sowie
30 kleine Reste unverbrannter Brennstoffpartikel bei jedem Betriebs- bzw. Lastzustand zentral bis unmittelbar zum Brennstoff-Eintritt zurückzuführen, wodurch eine frühe Entflammung der in den Verbrennungsraum eingespritzten Brennstoff-Emulsion erhalten wird.
35 Der Abstand der Flamme vom Brennstoff-Eintritt wird dadurch minimiert.

- 1 Der rezirkulierte Rest unverbrannter Brennstoffpartikel
wird gleichzeitig nachverbrannt. Beide Effekte führen
zu einer erhöhten Flammenstabilität sowie Verkürzung
der Flamme und zu einem höheren Verbrennungsgrad. Der
5 Flammenmantel bildet sich etwa apfelförmig aus. Vor-
zugsweise nehmen die Strömungsgeschwindigkeiten der
erwähnten Teilströmungen von innen nach außen ab. Die
radial inneren bzw. dem Brennstoffeintritt nächst ge-
legenen Teilströmungen haben primär die Aufgabe, den
10 Brennstoffkegel aufzubrechen, um eine Vergrößerung
der freien Brennstoffoberfläche zu erreichen. Die
radial etwas weiter außen liegenden Teilströmungen
haben dagegen primär die Aufgabe, das Brennstoff-
Strömungsprofil bzw. die Flamme zu begrenzen und in
15 Rotation zu versetzen, so daß unmittelbar hinter dem
Brennstoff-Eintritt ein ausreichend hoher Unterdruck
entsteht, der die erwähnte Rezirkulation eines Teiles
heißer Verbrennungsgase sowie kleine Reste unver-
brannter Brennstoffpartikel auslöst. Ferner haben die
20 radial etwas weiter außen liegenden Teilströmungen
die Aufgabe, im Bereich der dem Brennstoff-Eintritt
umfassenden Stirnwand des Verbrennungsraumes einen
Unterdruck aufzubauen, der eine spontane Auffächerung
der in den Verbrennungsraum eingespritzten Brennstoff-
25 Emulsion und damit eine zusätzliche Verkürzung der
Flamme zur Folge hat. Die Form des Brennstoff-Strö-
mungsprofils bzw. der Flamme wird bestimmt durch das
Gleichgewicht der auf die Brennstoff-Emulsion bzw.
Flamme einwirkenden Zentrifugalkräfte und äußeren
30 sowie zentralen "Unterdruck"-Kräfte. Die Ausbildung
eines äußeren Unterdrucks kann durch die Maßnahme nach
Patentanspruch 5 zusätzlich erhöht werden.

- 35 Weitere Detailverbesserungen des erfindungsgemäßen
Verfahrens sowie der erfindungsgemäßen Vorrichtung
sind in den Unteransprüchen beschrieben. Auf diese

1 wird ausdrücklich hingewiesen. Besonders erwähnenswert
sei jedoch noch die Maßnahme nach den Patentansprüchen
7 bis 9 bzw. 16, wodurch eine äußerst starke Ein-
wirkung der äußeren Luftströmung auf das Strömungs-
5 profil der Brennstoffemulsion und eine entsprechende
Vergrößerung der freien bzw. wirksamen Brennstoff-
Oberfläche auf kürzestem axialen Wege erreicht wird.

Wird als Trägerflüssigkeit für die festen pulverisierten
10 Brennstoffe Wasser verwendet, hat die erfindungsgemäß
angestrebte Rezirkulation eines Teils heißer Verbren-
nungsgase zusätzlich den ganz großen Vorteil, daß
dabei auch ein Teil dissoziierten Wassers und damit
freigewordener Sauerstoff zentral zum Brennstoff-
15 Eintritt zurückströmt, wodurch die Verbrennung zusätz-
lich vom Innern des hohlen Brennstoff-Sprühkegels
initiiert wird.

Die Bedeutung der Erfindung wird augenscheinlich,
20 wenn man bedenkt, wie lange die Brennzeit von z.B.
Kohle im Vergleich zur Brennzeit von Öl oder Holz
ist. Entsprechend lang muß der Partikelweg sein, um
eine relativ vollständige Verbrennung zu erhalten.
Dies bedingt normalerweise die eingangs erwähnten
25 langen Brennräume. Durch die erfindungsgemäßen Maßnahmen
wird der erforderlichlich lange Partikelweg durch spontane
Auffächerung des hohlen Brennstoff-Sprühkegels,
Beförderung der Brennstoffpartikel längs einer schrau-
benförmigen Strömungsbahn und teilweise Rezirkulation
30 bis unmittelbar zum Brennstoff-Eintritt zurück bei
sämtlichen Laststufen auf kürzester Strecke in Rich-
tung der Mittelachse des Brennstoffeintritts bzw. des
Verbrennungsraumes erreicht.

35 Es sei auch noch erwähnt, daß zum Start der Verbren-
nung durch die Eintrittsöffnung zuerst reines Öl einge-

1 spritzt wird, das dann zunehmend mit pulverisierten
festen Brennstoffen, z.B. pulverisierter Kohle, und
gegebenenfalls Wasser vermischt wird. Das Öl kann
dann schließlich ganz durch Wasser ersetzt werden.
5 Dies hängt zum Teil auch von der Konsistenz der zu
verbrennenden Kohle oder dergleichen ab. Die Ölein-
spritzung beim Start erleichtert die Zündung. Umgekehrt
verhält es sich beim Abschalten der Verbrennung. Es
wird zunehmend der pulverisierte Brennstoff weggenommen,
10 bis schließlich nur noch Öl als Brennstoff übrig bleibt.
Dadurch wird beim Abschalten eine Verklumpung oder
Verstopfung der Brennstoff-Eintrittsöffnung bzw.
Ringdüse vermieden. Als fester Brennstoff kommt vornehm-
liche Kohle in Frage z.B. Steinkohle, bitumenhaltige
15 Kohle, gasreiche Kohle oder ein Gemisch davon.

Es gibt zwar schon seit langem Untersuchungen zum
verbrennungstechnischen Verhalten von Kohle/Wasser/Öl-
Gemischen (siehe verfahrenstechnische Berichte, 1967,
20 S. 648). Es hat sich jedoch gezeigt, daß die Be-
herrschaft eines derartigen Brennstoffes äußerst diffizil
ist. Die Erfindung zeigt einen erfolgreichen Weg dazu.

Aus der US-PS 4 023 921 ist es für einen Ölbrenner
25 bekannt, zwei zur Eintrittsdüse konzentrische Sekundär-
Luftteilströmungen vorzusehen. Es sind jedoch keine
Maßnahmen für eine Rotation sowie Durchsatz-Änderung
dieser Teilströmungen vorgeschlagen, die eine maximale
Rezirkulation eines Teiles heißer Verbrennungsgase
30 sowie kleine Reste unverbrannten Brennstoffs bei ver-
schiedenen Betriebszuständen ermöglichen. Die Sekundär-
Luftteilströmungen nach der US-PS 4 023 921 sollen
dazu dienen, die Brennstoff-Düse zu kühlen, sowie ge-
nügen Luft für eine Nachverbrennungⁱⁿ einer sekundären
35 Brennzone in den Verbrennungsraum einzublasen.

1 Nachstehend werden bevorzugte Ausführungsformen der
erfindungsgemäßen Vorrichtung und anhand dieser das
erfindungsgemäße Verfahren näher beschrieben.

5

10

15

Es zeigen

20

Fig. 1 eine graphische Darstellung der Brennzeit sowie
freien Brennstofffläche von Öl, Holz und Kohle
in Abhängigkeit von der Partikel- bzw. Tröpfchen-
größe,

25

Fig. 2 Teil einer erfindungsgemäßen Vorrichtung (Bren-
nerteil) im schematischen Längsschnitt,

30

Fig. 3 Brennstoff-Ringdüse und Gas-Register des Bren-
ners nach Fig. 2 in vergrößertem Maßstab,

Fig. 4 abgewandelter Brennerteil im schematischen Längs-
schnitt,

35

Fig. 5 den zentralen Brennerteil nach Fig. 4 in ver-
größertem Maßstab,

1

Fig. 6 den Brennerteil nach Fig. 5 im Schnitt längs Linie IV-IV in Fig. 5 und in verkleinertem Maßstab.

5

10 Figur 1 läßt erkennen, daß die Brennzeit von Kohlepartikel wesentlich größer ist als die Brennzeit von Holzpartikel oder Öltröpfchen, wobei die Brennzeit-Charakteristik von Kohle, Holz und Öl in Abhängigkeit von der Partikelgröße bzw. Tröpfchengröße und damit in Abhängigkeit von der
15 freien Oberfläche pro Volumeneinheit jeweils gleich ist. Dies bedeutet, daß zur vollständigen Verbrennung von pulverisierter Kohle ein wesentlich längerer Partikelweg erforderlich ist als bei der Verbrennung von z.B. Öl. Aus diesem Grunde sind die Verbrennungsräume herkömmlicher
20 Kohlebrenner sehr lang gebaut, um die entsprechend lange Stichflamme aufnehmen zu können. Durch die erfindungsgemäßen Maßnahmen, wie sie oben angegeben sind und wie sie nachstehend nochmals eingehend anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispieles erläutert werden, läßt sich eine
25 vollständige Verbrennung von pulverisierter Kohle auch auf kürzester Strecke, d.h. bei extrem kurzer Baulänge des Verbrennungsraumes, erreichen.

Der in Figur 2 im schematischen Längsschnitt dargestellte
30 Kohlebrenner weist ein Ring-Düsenmundstück 38 mit einer in den Verbrennungsraum 22 mündenden etwa ringförmigen Eintrittsöffnung 10 auf, deren Spaltweite durch Veränderung der Relativlage der die ringförmige Eintrittsöffnung 10 begrenzenden Seitenwandungen 46, 48 variierbar ist. Die
35 Seitenwandungen 46, 48 sind bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel kegelförmig ausgebildet, so daß die Brennstoffemulsion beim Austritt aus der ringförmigen Eintritts-

- 1 Öffnung 10 ein hohlkegelartiges Strömungsprofil erhält,
das im weiteren Verlauf eine starke Auffächerung bzw. Auf-
weitung zu einem glocken- bzw. apfelartigen Profil erfährt.
- 5 Das Düsenmundstück 38 ist von einem ersten Gaskanal 50
(siehe Fig. 3) konzentrisch umgeben, deren in den Verbren-
nungsraum 22 mündende Eintrittsöffnung 12 der Eintritts-
öffnung 10 für die Brennstoffemulsion benachbart ist.
Durch den Gaskanal 50 strömt eine sogenannte "primäre Pri-
10 märe Luft", die mit Verbrennungsgasen höherer Temperatur an-
gereichert sein kann, wobei das aus der Öffnung 12 austre-
tende Gas eine Strömungsgeschwindigkeit von 100 bis 200 m/s, vor-
zugsweise etwa 130 m/s, besitzt. Die die Öffnung 12 be-
grenzenden Seitenwandungen 46' und 48' (siehe Fig. 3) sind
15 ebenfalls kegelförmig ausgebildet ähnlich wie die die ring-
förmige Eintrittsöffnung 10 für die Brennstoffemulsion be-
grenzenden Seitenwandungen 46, 48. Unmittelbar vor dem
Austritt des "primären Primärgases" wird dieses durch
Leitschaufeln 24 um etwa 70° umgelenkt und damit in Ro-
20 tation um die Längsachse 40 der Eintrittsöffnung 10 bzw.
des Verbrennungsraumes 22 versetzt. Das primäre Primärgas
wird in den Gaskanal 50 mit einem Druck von etwa 1000 bis
1200 mm Wassersäule eingeblasen.
- 25 Der Gaskanal 50 wird von einem weiteren Gaskanal 52 kon-
zentrisch umgeben (siehe Fig. 3), dessen ringförmige in
den Verbrennungsraum 22 mündende Eintrittsöffnung 14 eben-
falls durch kegelförmige Seitenwandungen 46" und 48" be-
grenzt ist (siehe Fig. 3). Die Seitenwandungen 46", 48"
30 sind jedoch so gerichtet, daß sie der aus der Ringöffnung
14 austretenden Gasströmung ein kegelartiges Strömungspro-
fil aufprägen, das das kegelartige Strömungsprofil der
aus der Ringöffnung 10 austretenden Brennstoffemulsion
bzw. aus der Ringöffnung 12 austretenden Gasströmung durch-
35 dringt. Dadurch und durch die Zurückversetzung der Ring-
öffnungen 10 und 12 gegenüber der Ringöffnung 14 wird
durch die aus der Ringöffnung 14 austretende Gasströmung



- 1 ein Aufbrechen des geschlossenen hohlkegelartigen Strömungsprofils der dann sich bereits in Rotation befindenden Brennstoffemulsion erreicht, also eine zusätzliche Vergrößerung der freien Oberfläche des Brennstoffs kurz nach
5 Austritt aus dem Düsenmundstück bzw. kurz nach Eintritt in den Verbrennungsraum 22 erzielt.

Vor Austritt der den Gaskanal 52 durchströmenden sogenannten "sekundären Primärluft" wird diese ebenfalls durch im
10 Bereich der Ringöffnung 14 angeordnete Leitschaufeln 26 umgelenkt, und zwar um etwa 40 bis 45° zur Längsachse 40 des Düsenmundstücks 38, also in Rotation um die Längsachse 40 versetzt. Die Austrittsgeschwindigkeit der "sekundären Primärluft" beträgt etwa 120 bis 180 m pro Sekunde, vorzugsweise 140 m pro Sekunde. Die Ringspaltweite der Öffnung 14 ist wiederum durch Veränderung der Relativlage der sie begrenzenden Seitenwandungen 46", 48" veränderbar. In entsprechender Weise ist natürlich die Austrittsgeschwindigkeit der "sekundären Primärluft" variabel. Auch
20 die "sekundäre Primärluft" wird mit einem Druck von etwa 1000 bis 1200 mm Wassersäule in den Ringkanal 52 eingeblasen. Die Ablenkung der "sekundären Primärluft" durch die Leitschaufeln bzw. Leitbleche 26 erfolgt in der gleichen Richtung wie die Ablenkung der "primären Primärluft" durch die im Bereich der Öffnung 12 angeordneten Leitschaufeln bzw. Leitbleche 24.
25

Die "sekundäre Primärluft" ist vorzugsweise nicht mit heißen Verbrennungsgasen angereichert, da sie weniger als
30 Trägermedium für die in den Verbrennungsraum 22 eingespritzte Brennstoffemulsion dient als vielmehr der Vergrößerung der freien Oberfläche derselben und der Anreicherung bzw. Versorgung der Brennstoffpartikel mit Sauerstoff.
35

Der das Düsenmundstück 38, den diesen unmittelbar umgebenden Ringkanal 50 und den von der "sekundären Primärluft"

1 durchströmten Ringkanal 52 umfassende Bauteil 54 ist als
2 Ganzes in die Stirnwand 42 des Verbrennungsraumes 22 bzw.
3 in das noch zu beschreibende Gas-Register 54, 56, 58 (siehe
4 Fig. 3) einsetzbar und somit auch leicht durch ein ent-
5 sprechendes, etwas modifiziertes Bauteil austauschbar.

Der Gaskanal 52 für die "sekundäre Primärluft" ist wieder-
um von einem konzentrischen Gaskanal 54, dieser von ei-
nem weiteren Gaskanal 56 und dieser schließlich noch von
10 einem Gaskanal 58 jeweils konzentrisch umgeben. Die ent-
sprechenden in den Verbrennungsraum 22 mündenden Ringöff-
nungen sind in den Figuren 2 und 3 mit den Bezugsziffern
16, 18 und 20 gekennzeichnet. Die Ringkanäle 54, 56, 58
werden selektiv, vorzugsweise von Luft, durchströmt, wobei
15 die Einblasung unter einem Druck von etwa 200 bis 300 mm
Wassersäule erfolgt. Vor dem Austritt der Luft aus den
ringförmigen Gas- bzw. Luft-Eintrittsöffnungen 16, 18, 20
wird diese durch im Bereich der Öffnungen 16, 18, 20 an-
geordnete Leitschaufeln bzw. Leitbleche 28, 30, 32 umge-
20 lenkt und somit um die Längsachse 40 in Rotation versetzt,
und zwar in derselben Richtung wie die "primäre Primär-
luft" bzw. "sekundäre Primärluft" durch die Leitschau-
feln bzw. Leitbleche 24, 26.

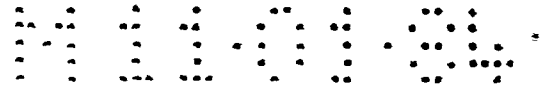
25 Durch die Leitschaufeln bzw. Leitbleche 28 erfolgt eine Um-
lenkung der Gasströmung um etwa 70° . Die Leitschaufeln
bzw. Leitbleche 30 und 32 bewirken eine Umlenkung der Gas-
strömung um etwa 40 bis 50° bzw. 0 bis 40° . Sämtliche
Leitschaufeln bzw. Leitbleche, insbesondere die äußersten
30 Leitschaufeln bzw. Leitbleche 32 sind hinsichtlich ihrer
Winkelstellung veränderbar und damit an den zu verbrennen-
den Brennstoff anpaßbar.

35 Die Strömungsgeschwindigkeit der aus der Ringöffnung 16
austretenden Luft beträgt beim Start der Verbrennung etwa
 40 m pro Sekunde, bei Vollast etwa 70 m pro Sekunde. Die
Strömungsgeschwindigkeit der aus den Ringöffnungen 18 und



- 1 20 austretende Luft variiert zwischen 0 m pro Sekunde
beim Start der Verbrennung bis 70 m pro Sekunde bei
Vollast.
- 5 Die Austrittsgeschwindigkeiten der "primären Primärluft"
aus der Ringöffnung 12 und der "sekundären Primärluft"
aus der Ringöffnung 14 bleiben in allen Betriebszuständen
zwischen Start und Vollast etwa gleich. Nur die Austritts-
menge bzw. der Durchsatz werden verändert durch entspre-
10 chende Vergrößerung oder Verkleinerung der Spaltweiten
der Ringöffnungen bzw. Ringspalte 12 und 14. Dabei erfolgt
die Veränderung der Spaltweiten der Ringöffnungen bzw.
-spalte 12 und 14 gleichermaßen. Zu diesem Zweck ist ein
zwischen den beiden Ringöffnungen bzw. -spalten 12 und 14
15 angeordnetes Ringmundstück 78, das die beiden benachbarten
bzw. einander zugewandten Seitenwandungen 48' und 46" der
beiden Ringöffnungen bzw. -spalte 12 und 14 umfaßt, in
axialer Richtung bzw. in Richtung der Längsachse 40 hin-
und herverschiebbar (Doppelpfeil 82 in Figur 3). Das Ring-
mundstück 78 ist bei der Ausführungsform nach den Figuren
20 2 und 3 mit dem die beiden Primärluft-Kanäle 50, 52 vonein-
ander trennenden Rohrmantel 80 verbunden, so daß die axia-
le Verschiebung des Ringmundstückes 78 durch entsprechende
Einwirkung auf den Rohrmantel 80 erfolgt. Beim Start wird
25 das Ringmundstück 78 in Figur 3 nach rechts verschoben,
so daß die Spaltweiten der Ringöffnungen bzw. -spalte 12
und 14 und damit die Menge der austretenden Primärluft ein
Minimum sind. Bei Vollast sind die Verhältnisse umgekehrt,
d.h. das Ringmundstück ist in Figur 3 nach links verscho-
30 ben, so daß die Ringöffnungen bzw. -spalte 12 und 14 maxi-
mal geöffnet sind. Entsprechend maximal ist die Austritts-
menge der "primären" und "sekundären" Primärluft.
- 35 Dank der beschriebenen Anordnung und Konfiguration der in
den Verbrennungsraum 22 mündenden Eintrittsöffnung 10 für
die Brennstoffemulsion bzw. Eintrittsöffnungen 12, 14, 16,
18, 20 für die eine Rotation der eingespritzten Brennstoff-

- 1 emulsion bewirkenden Gasströmung bzw. Einzel-Gasströmungen
wird im Bereich der Längsachse 40 unmittelbar hinter der
Eintrittsöffnung 10 für die Brennstoffemulsion ein Unter-
druck von etwa 400 bis 500 mm Wassersäule im Verhältnis
5 zum Atmosphärendruck sowie im Bereich des stirnseitigen
Gas-Registers 16, 18, 20 ein Unterdruck von etwa 40 bis
50 mm Wassersäule im Verhältnis zum Atmosphärendruck auf-
gebaut. Die genannten Unterdruck-Bereiche sind in Fig. 2
mit den Bezugswerten 60 und 62 gekennzeichnet. Aufgrund
10 des sich im Zentralbereich der ringförmigen Eintrittsöff-
nung 10 aufbauenden Unterdrucks wird ein Rezirkulation
64 eines Teils heißer Verbrennungsgase sowie eines Restes
unverbrannter Brennstoffpartikel zur Eintrittsöffnung 10
ausgelöst. Die Rezirkulation 64 erfolgt über den gesamten
15 Umfang des glocken- bzw. apfelförmigen Strömungsprofils 66
(Flammenteil). Die zentral rezirkulierenden etwa 1500 bis
1700°C heißen Verbrennungsgase erfahren an der zentralen
Stirnfläche innerhalb der Ringöffnung 10 eine Umlenkung
und werden von der eingespritzten Brennstoffemulsion wie-
20 der zurück in den Verbrennungsraum 22 mitgerissen. Die
heißen Verbrennungsgase bewirken dabei unmittelbar nach
dem Austritt der relativ kalten Brennstoffemulsion eine
Entflammung derselben, so daß der Verbrennungsvorgang re-
lativ nahe hinter dem Brennstoffeintritt 10 in Gang ge-
25 setzt wird. Das äußere Strömungsprofil 66 (Flammenmantel)
wird bestimmt durch das Gleichgewicht zwischen den durch
die Rotation 68 bedingten Zentrifugalkräften sowie den
durch den außerhalb des Strömungsprofils 66 im Bereich 62
der Stirnwand 42 herrschenden Unterdruck bedingten Kräften
30 einerseits und den durch den zentralen Unterdruck im Be-
reich 60 innerhalb des Strömungsprofils 66 bedingten Ge-
genkräften andererseits.
- 35 Beim Starten der Verbrennung werden die beiden äußeren
Gas- bzw. Luftkanäle 56, 58 geschlossen. Die Ringöffnung
16 wird so eingestellt, daß die Geschwindigkeit der austre-
tenden Luft etwa 40 m pro Sekunde beträgt. Das Ringmund-



1 stück 78 wird - wie dargelegt - in Richtung zum Verbren-
nungsraum 22 hin verschoben, so daß die Ringspalte zwi-
schen den Seitenwandungen 46', 48' sowie 46", 48" verklei-
nert werden, wodurch die Austrittsmenge der "primären" und
5 "sekundären" Primärluft bei etwas erhöhter Austrittsge-
schwindigkeit reduziert wird. Durch die etwas erhöhte Aus-
trittsgeschwindigkeit insbesondere der "sekundären Primär-
luft" aus der Ringöffnung 14 wird ein hoher Aufbrech-Ef-
fekt erhalten. Die Primärluft wird beim Start so aufge-
10 teilt, daß etwa 60 bis 70%, vorzugsweise 90%, derselben
aus der dem Brennstoffeintritt 10 am nächsten gelegenen
Ringöffnung 12 und nur etwa 30 bis 40%, vorzugsweise 10%,
derselben aus der zweitnächsten Ringöffnung 14 ausströmen.

15 Bei Vollast beträgt bei erhöhter Gesamtmenge der Primär-
luft das Mengenverhältnis zwischen "primärer Primärluft"
und "sekundärer Primärluft" etwa 3 : 7. Diese Ausführungen
zeigen, daß beim Start eine konzentrierte starke Gasströ-
mung in unmittelbarer Umgebung der Brennstoffemulsion be-
20 nötigt wird, um diese aufzubrechen und damit die Verbren-
nung aufgrund der vergrößerten Oberfläche des Brennstoffs
bzw. der Brennstoffemulsion leichter in Gang bringen zu
können. Die beschriebene Änderung des Mengenverhältnisses
zwischen "primärer" und "sekundärer" Primärluft bei gleich-
25 zeitiger Änderung der Kapazität bzw. Austrittsmenge insge-
samt erhält man in einfacher Weise durch entsprechende
Konfiguration des axial beweglichen Ringmundstücks 78,
z.B. wie in Figur 2 oder 3 dargestellt (mit etwa trapez-
förmigem Querschnitt).

30

Wie die Figuren 2 und 3 erkennen lassen, ist die zentrale
Stirnfläche innerhalb der Ringöffnung 10 mit einer umlau-
fenden bzw. ringförmigen Umlenkrinne 44 versehen zur Un-
terstützung der Rezirkulation und Beimischung der heißen
35 Verbrennungsgase zu der eingespritzten Brennstoffemulsion.

- 1 Die zentrale Stirnfläche innerhalb der Ringöffnung 10 kann
mit einem hitzebeständigen Material beschichtet sein, z.B.
Keramik. Vorzugsweise besteht der gesamte Innenkegel 70
des Düsenmundstücks 38 im Bereich der ringförmigen Ein-
5 trittsöffnung 10 aus hitzebeständigem Material, z.B. Kera-
mik.

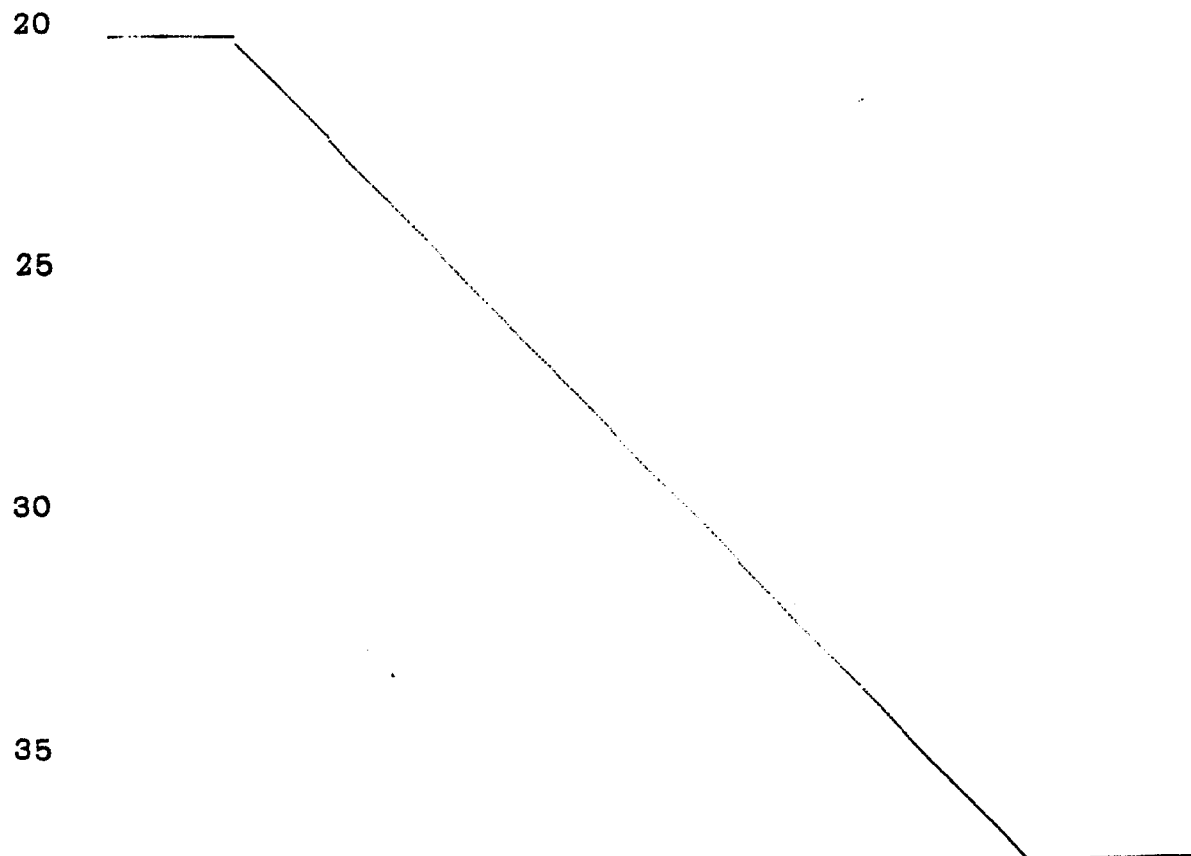
- Um ein Aufprallen rezirkulierender Verbrennungsgase und
insbesondere noch unverbrannter Partikel auf der zentralen
10 Stirnfläche innerhalb der Ringöffnung 10 und damit die Ge-
fahr von Ablagerungen oder Verkrustungen auf derselben zu
verhindern, kann durch entsprechende Öffnungen in dieser
Stirnfläche zusätzliche Luft in den Verbrennungsraum ein-
geblasen werden, und zwar so, daß die eingeblasene Luft
15 etwa spiralförmig über die zentrale Stirnfläche strömt.
Auf diese Weise kann zum einen der Unterdruck vor der zen-
tralen Stirnfläche eingestellt und variiert werden. Zum
anderen hält die zusätzlich zentral eingeblasene Luft
(Gas) die rezirkulierenden Verbrennungsgase und Partikel
20 von der genannten Stirnfläche ab. Die Verkrustung dersel-
ben wird dadurch sicher vermieden.

- Der in Fig. 4 im schematischen Längsschnitt dargestellte,
gegenüber der Ausführungsform nach den Fig. 2 und 3 abge-
25 wandelte Kohlebrenner weist ein Ring-Düsenmundstück 38
mit einer in den Verbrennungsraum 22 mündenden etwa ring-
förmigen Eintrittsöffnung 10 auf, deren Spaltweite durch
Veränderung der die Relativlage der die ringförmige Ein-
trittsöffnung 10 begrenzenden Seitenwandungen 46, 48 vari-
30 ierbar ist. Die Seitenwandungen 46, 48 sind bei dem dar-
gestellten Ausführungsbeispiel ebenfalls kegelförmig aus-
gebildet, so daß die Brennstoffemulsion beim Austritt aus
der ringförmigen Eintrittsöffnung 10 ein hohlkegelartiges
Strömungsprofil erhält, das im weiteren Verlauf eine star-
35 ke Auffächerung bzw. Aufweitung zu einem glocken- bzw.
apfelartigen Profil erfährt.



1 Das Düsenmundstück 38 ist von einem ersten Gaskanal 50
konzentrisch umgeben, deren in den Verbrennungsraum 22
mündende Eintrittsöffnung 12' so gerichtet ist, daß die
entsprechende Gasströmung ("primäre Primärluft") in einer
5 sich senkrecht zur Achse 40 der in den Verbrennungsraum 22
mündenden Eintrittsöffnung 10 für die Brennstoffemulsion
erstreckenden Ebene eingeleitet wird. (Siehe insbesondere
Fig. 5 in der die durch die Eintrittsöffnung 12' in den
Verbrennungsraum 22 eingeleitete "primäre Primärluft" durch
10 den Strömungspfeil 84 gekennzeichnet ist, wobei durch die-
se Strömung das Brennstoff-Strömungsprofil 36 eine lokale
Einschnürung bzw. Eindellung 36' erfährt.) Wie bereits dar-
gelegt, strömt durch den Gaskanal 50 eine sogenannte "pri-
märe Primärluft", die mit Verbrennungsgasen höherer Tempe-
15 ratur angereichert sein kann. Das aus der Öffnung 12' aus-
tretende Gas (Luft) besitzt eine Strömungsgeschwindigkeit von
etwa 100 bis 200 m/sec, vorzugsweise etwa 130 m/sec. Wie
Fig. 5 erkennen läßt, umfaßt die Eintrittsöffnung 12' für
die "primäre Primärluft" mehrere, z.B. zwölf gleichmäßig
20 über den Umfang verteilt angeordnete Einlaßöffnungen 47,
die jeweils um denselben Winkel α zur Radialen gerichtet
sind. Der Winkel α beträgt etwa 10 bis 25°, vorzugsweise
15°. Dadurch wird der in den Verbrennungsraum 22 einge-
leiteten "primären Primärluft" eine Rotation um die Längs-
25 achse 40 aufgeprägt, die dann auf die in den Verbrennungs-
raum 22 eingespritzte Brennstoffemulsion übertragen wird.
Die "primäre Primärluft" wird in den Gaskanal 50 gewöhn-
lich mit einem Druck von etwa 1000 bis 1200 mm Wassersäu-
le eingeblasen. Bei Verbrennung von etwas zäheren Brenn-
30 stoffemulsionen beträgt dieser Druck vorzugsweise etwa
2000 bis 4000 mm Wassersäule.

1 Der Gaskanal 50 wird von einem weiteren Gaskanal 52 kon-
zentrisch umgeben (siehe Figuren 2 und 3), dessen ring-
förmige in den Verbrennungsraum 22 mündende Eintrittsöff-
nung 14 durch kegelförmige Seitenwandungen 46" und 48" be-
5 grenzt ist. Die Seitenwandungen 46", 48" sind so gerich-
tet, daß sie der aus der Ringöffnung 14 austretenden Gas-
strömung ein kegelartiges Strömungsprofil aufprägen, das
das sich in Richtung des Verbrennungsraums 22 öffnende
hohlkegelartige Strömungsprofil 36 der aus der Ringöffnung
10 10 austretenden Brennstoffemulsion zu durchdringen ver-
sucht. Dadurch und durch die Zurückversetzung der Ring-
öffnung 10 sowie Einlaßöffnung 12' gegenüber der Ringöff-
nung 14 wird ein Aufbrechen des geschlossenen hohlkegel-
artigen Strömungsprofils 36 der sich dann bereits in Ro-
15 tation befindenden Brennstoffemulsion erreicht, also ei-
ne zusätzliche Vergrößerung der freien bzw. wirksamen
Oberfläche des Brennstoffs kurz nach dem Austritt aus dem
Düsenmundstück 38 bzw. kurz nach Eintritt in den Verbren-
nungsraum 22 erzielt.





1 Vor Austritt der den Gaskanal 52 durchströmenden sogenann-
 2 ten "sekundären Primärluft" wird diese durch im Bereich
 3 der Ringöffnung 14 angeordnete Leitschaufeln 26 umgelenkt,
 4 und zwar um etwa 40 bis 45° zur Längsachse 40 des Düsen-
 5 mundstücks 38, also in Rotation um die Längsachse 40 ver-
 6 setzt. Die Austrittsgeschwindigkeit der "sekundären Pri-
 7 märluft" beträgt etwa 120 bis 180 m/sec, vorzugsweise 140
 8 m/sec. Die Ringspaltweite der Öffnung 14 ist durch Verän-
 9 derung der Relativlage der sie begrenzenden Seitenwandun-
 10 gen 46", 48" veränderbar. In entsprechender Weise ist na-
 11 türlich die Austrittsmenge (Kapazität) der "sekundären
 12 Primärluft" variabel bei etwa gleichbleibender Gasaus-
 13 trittsgeschwindigkeit. Auch die "sekundäre Primärluft"
 14 wird mit einem Druck von etwa 1000 bis 1200 mm Wassersäule
 15 in den Ringkanal 52 eingeblasen. Bei etwas zäheren Brenn-
 16 stoffemulsionen kann dieser Druck höher liegen, z.B. eben-
 17 falls etwa 2000 bis 4000 mm Wassersäule. Die Ablenkung der
 18 "sekundären Primärluft" durch die Leitschaufeln bzw. Leit-
 19 bleche 26 erfolgt in der gleichen Richtung wie die Ablen-
 20 kung der "primären Primärluft" durch die zur Radialen ge-
 21 neigten Öffnungen 47 des Primärluft-Eintritts 12'.

Die "sekundäre Primärluft" ist vorzugsweise nicht mit
 heißen Verbrennungsgasen angereichert, da sie weniger als
 25 Trägermedium für die in den Verbrennungsraum 22 einge-
 26 spritzte Brennstoffemulsion dient als vielmehr der Ver-
 27 größerung der freien bzw. wirksamen Oberfläche derselben
 28 und der Anreicherung bzw. Versorgung der Brennstoffparti-
 29 kel mit Sauerstoff.

30 Der das Düsenmundstück 38, den diesen unmittelbar umgeben-
 31 den Ringkanal 50 und den von der "sekundären Primärluft"
 32 durchströmten Ringkanal 52 umfassende Bauteil 54' ist als
 33 Ganzes in die Stirnwand 42 des Verbrennungsraums 22 bzw.
 34 in das noch zu beschreibende Gas-Register 54, 56, 58 (siehe
 35 Fig. 2) einsetzbar und somit auch leicht durch ein ent-
 36 sprechendes, etwas modifiziertes Bauteil austauschbar.

1 Der Gaskanal 52 für die "sekundäre Primärluft" ist wieder-
rum von einem konzentrischen Gaskanal 54, dieser von einem
weiteren Gaskanal 56 und dieser schließlich noch von ei-
nem Gaskanal 58 jeweils konzentrisch umgeben. Die entspre-
5 chenden in den Verbrennungsraum 22 mündenden Ringöffnun-
gen sind in Fig. 2 mit den Bezugsziffern 16, 18 und 20
gekennzeichnet. Die Ringkanäle 54, 56, 58 werden selektiv,
vorzugsweise von Luft, durchströmt, wobei die Einblasung
unter einem Druck von etwa 200 bis 300 mm Wassersäule er-
10 folgt. Vor dem Austritt der Luft aus den ringförmigen
Gas- bzw. Luft-Eintrittsöffnungen 16, 18, 20 wird diese
durch im Bereich der Öffnungen 16, 18, 20 angeordnete Leit-
schaufeln bzw. Leitbleche 28, 30, 32 umgelenkt und somit
um die Längsachse 40 in Rotation versetzt, und zwar in
15 derselben Richtung wie die "primäre Primärluft" bzw. "se-
kundäre Primärluft".

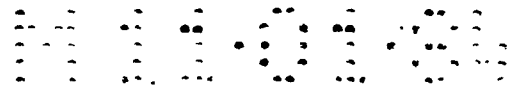
Durch die Leitschaufeln bzw. Leitbleche 28 erfolgt eine
Umlenkung der Gasströmung um etwa 70°. Die Leitschaufeln
20 bzw. Leitbleche 30 und 32 bewirken eine Umlenkung der Gas-
strömung um etwa 40 bis 50° bzw. 0 bis 40°. Sämtliche
Leitschaufeln bzw. Leitbleche, insbesondere die äußersten
Leitschaufeln bzw. Leitbleche 32 sind hinsichtlich ihrer
Winkelstellung veränderbar und damit an den zu verbrennen-
25 den Brennstoff anpaßbar.

Die Strömungsgeschwindigkeit der aus der Ringöffnung 16
austretenden Luft beträgt beim Start der Verbrennung etwa
40 m/sec, bei Vollast etwa 70 m/sec. Die Strömungsgeschwin-
30 digkeit der aus den Ringöffnungen 18 und 20 austretenden
Luft variiert zwischen 0 m/sec beim Start der Verbrennung
bis 70 m/sec bei Vollast.

Die Austrittsgeschwindigkeiten der "primären Primärluft"
35 aus den schräg gerichteten Öffnungen 47 und der "sekundä-
ren Primärluft" aus der Ringöffnung 14 bleiben in allen
Betriebszuständen zwischen Start und Vollast etwa gleich.



- 1 Nur die Austrittsmenge bzw. der Durchsatz werden verklei-
nert durch entsprechende Vergrößerung oder Verkleinerung
der freien Querschnitte der Öffnungen 47 bzw. der Ring-
Öffnung 14. Die Veränderung der freien Querschnitte der
5 Öffnungen 47 und 14 erfolgt gleichermaßen. Zu diesem Zweck
ist ein zwischen den beiden Öffnungen 12' und 14 ange-
ordnetes Ringmundstück 78 in axialer Richtung bzw. in
Richtung der Längsachse 40 hin- und herschiebbar (Dop-
pelpfeil 82 in Fig. 3). Das Ringmundstück 78 ist bei der
10 Ausführungsform nach den Figuren 4 und 5 mit dem die bei-
den Primärluft-Kanäle 50, 52 voneinander trennenden Rohr-
mantel 80 verbunden, so daß die axiale Verschiebung des
Ringmundstückes 78 in Richtung des Doppelpfeiles 82 durch
entsprechende Einwirkung auf den Rohrmantel 80 erfolgt.
- 15 Das Ringmundstück 78 umfaßt die radial innen gelegene
Seitenwandung 46" der Ringöffnung 14 für den Austritt der
"sekundären Primärluft" sowie sich in einer Ebene etwa
senkrecht zur Längsachse 40 des Verbrennungsraumes 22 er-
streckende Primärluft-Eintrittsöffnungen 45, deren
20 freier Querschnitt jeweils etwa elliptisch ist. Das Ring-
mundstück 78 ist in axialer Richtung, d.h. in Richtung
der Längsachse 40 bzw. in Richtung des Doppelpfeiles 82
auf einem topfförmigen Fortsatz 86 des Düsenmundstücks 38
hin- und herschiebbar gelagert, wobei der topfförmige
25 Fortsatz 86 Öffnungen 51 entsprechend den Radialöffnungen
45 im Düsenmundstück 78 aufweist. Durch entsprechende
Verschiebung des Ringmundstücks 78 relativ zum Düsenmund-
stück 38 können die beiden Radialöffnungen 45 und 51
zur Deckung gebracht werden, in Fig. 5 bei Verschiebung
30 des Ringmundstücks 78 nach links. Beim Start wird das Ring-
mundstück 78 nach rechts verschoben (Stellung in Fig. 5),
so daß die Spaltweite der Ringöffnung 14 für die "sekundä-
re Primärluft" sowie der freie Querschnitt der Einlaßöff-
nung 12' für die "primäre Primärluft" jeweils ein Minimum
35 sind. Bei Vollast sind die Verhältnisse umgekehrt, d.h.
das Ringmundstück ist in Fig. 3 nach links verschoben, so
daß die Ringöffnung 14 für die "sekundäre Primärluft" so-



- 1 wie die Einlaßöffnung 12' für die "primäre Primärluft"
jeweils maximal geöffnet sind. In letztgenannter Stellung
decken sich die Radialöffnungen 45 und 51. Entsprechend
maximal ist bei letztgenannter Stellung die Austrittsmenge
5 der "primären" und "sekundären" Primärluft.

- Dank der beschriebenen Anordnung und Konfiguration der in
den Verbrennungsraum 22 mündenden Eintrittsöffnung 10 für
die Brennstoffemulsion bzw. Eintrittsöffnungen 12', 14,
10 16, 18, 20 für die eine Rotation der eingespritzten Brenn-
stoffemulsion bewirkenden Gasströmung bzw. Einzel-Gasströ-
mungen wird im Bereich der Längsachse 40 unmittelbar hin-
ter der Eintrittsöffnung 10 für die Brennstoffemulsion ein
Unterdruck von etwa 400 bis 500 mm Wassersäule im Verhält-
15 nis zum Atmosphärendruck sowie im Bereich des stirnseiti-
gen Gas-Registers 16, 18, 20 ein Unterdruck von etwa 40
bis 50 mm Wassersäule im Verhältnis zum Atmosphärendruck
aufgebaut. Die genannten Unterdruck-Bereiche sind in Fi-
gur 4 mit den Bezugsziffern 60 und 62 gekennzeichnet. Auf-
20 grund des sich im Zentralbereich der ringförmigen Ein-
trittsöffnung 10 aufbauenden Unterdrucks wird eine Rezir-
kulation eines Teils heißer Verbrennungsgase sowie eines
Restes unverbrannter Brennstoffpartikel längs der zentra-
len Längsachse 40 bis unmittelbar zur Eintrittsöffnung 10 für die
25 Brennstoffemulsion ausgelöst. Die Rezirkulation erfolgt über
den gesamten Umfang des glocken- bzw. apfelförmigen Strö-
mungsprofils 66 (Flammenteil), das in Fig. 4 nur angede-
tet ist.

- Die zentral re-
zirkulierenden etwa 1500 bis 1700° C heißen Verbrennungs-
30 gase erfahren an der zentralen Stirnfläche innerhalb der
Ringöffnung 10 eine Umlenkung und werden von der einge-
spritzten Brennstoffemulsion wieder zurück in den Ver-
brennungsraum 22 mitgerissen. Die heißen Verbrennungsgase
bewirken dabei unmittelbar nach dem Austritt der relativ
35 kalten Brennstoffemulsion eine Entflammung derselben, so
daß der Verbrennungsvorgang relativ nahe hinter dem Brenn-



- 1 stoffeintritt 10 in Gang gesetzt wird. Das äußere Strömungsprofil 66 (Flammenmantel) wird bestimmt durch das Gleichgewicht zwischen den durch die Rotation bedingten Zentrifugalkräften sowie den durch den außerhalb des Strömungsprofils 66 im Bereich 62 der Stirnwand 42 herrschenden Unterdruck bedingten Kräften einerseits und den durch den zentralen Unterdruck im Bereich 60 innerhalb des Strömungsprofils 66 bedingten Gegenkräften andererseits.
- 5
- 10 Beim Starten der Verbrennung werden die beiden äußeren Gas- bzw. Luftkanäle 56, 58 geschlossen. Die Ringöffnung 16 wird so eingestellt, daß die Geschwindigkeit der aus tretenden Luft etwa 40 m/sec beträgt. Das Ringmundstück 78 wird - wie dargelegt - in Richtung zum Verbrennungsraum
- 15 22 hin verschoben, so daß der Ringspalt zwischen den Seitenwandungen 46", 48" und der freie Querschnitt des Primärluft-Einlasses 12' verkleinert werden (siehe Stellung in Fig. 5 wodurch die Austrittsmenge der "primären" und "sekundären" Primärluft bei etwas erhöhter Austrittsge-
- 20 schwindigkeit reduziert wird. Durch die etwas erhöhte Austrittsgeschwindigkeit insbesondere der "sekundären Primärluft" aus der Ringöffnung 14 wird ein hoher Aufbrech-Effekt erhalten. Die Primärluft wird beim Start so aufgeteilt, daß etwa 60 bis 70%, vorzugsweise 90%, derselben
- 25 aus dem dem Brennstoffeintritt 10 am nächsten gelegenen Einlaß 12' und nur etwa 30 bis 40%, vorzugsweise 10%, derselben aus der Ringöffnung 14 ausströmen.

- Bei Vollast beträgt - wie bei der Ausführungsform nach
- 30 Fig. 2 und 3 - bei erhöhter Gesamtmenge der Primärluft das Mengenverhältnis zwischen "primärer Primärluft" und "sekundärer Primärluft" etwa 3 : 7. Beim Start wird also eine konzentrierte starke Gasströmung in unmittelbarer Umgebung der Brennstoffemulsion benötigt, um diese aufzubrechen und
- 35 damit die Verbrennung aufgrund der vergrößerten Oberfläche des Brennstoffs bzw. der Brennstoffemulsion leichter in Gang bringen zu können. Die beschriebene Änderung des Men-

1 genverhältnisses zwischen "primärer" und sekundärer" Pri-
 märluft bei gleichzeitiger Änderung der Kapazität bzw.
 Austrittsmenge insgesamt erhält man in einfacher Weise
 durch die in Fig. 4 oder 5 dargestellte Konfiguration
 5 des axial beweglichen Ringmudstücks 78. Wie die Figuren
 4 und 5 erkennen lassen, ist die zentrale Stirnfläche
 innerhalb der Ringöffnung 10 eben ausgebildet. Sie kann
 jedoch auch - wie bei dem Beispiel nach Fig. 2 und 3 -
 mit einer etwa ringförmigen Umlenkrinne versehen sein zur
 10 Unterstützung der Rezirkulation und Beimischung der hei-
 ßen Verbrennungsgase zu der eingespritzten Brennstoff-
 emulsion. Die zentrale Stirnfläche innerhalb der Ring-
 öffnung 10 kann mit einem hitzebeständigen Material be-
 schichtet sein, z.B. Keramik. Vorzugsweise besteht der
 15 gesamte Innenkegel 70 des Düsenmundstücks 38 im Bereich
 der ringförmigen Eintrittsöffnung 10 aus hitzebeständigem
 Material, z.B. Keramik.

Um ein Aufprallen rezirkulierender Verbrennungsgase und
 20 insbesondere noch unverbrannter Partikel auf der zentralen
 Stirnfläche (in Fig. 5 mit der Bezugsziffer 44' gekenn-
 zeichnet) innerhalb der Ringöffnung 10 und damit die Ge-
 fahr von Ablagerungen oder Verkrustungen auf derselben zu
 verhindern, kann durch entsprechende Öffnungen in dieser
 25 Stirnfläche zusätzliche Luft in den Verbrennungsraum ein-
 geblasen werden, und zwar vorzugsweise so, daß die eingeblasene Luft
 etwa spiralförmig über die zentrale Stirnfläche 44'
 strömt. Auf diese Weise kann zum einen der Unterdruck vor
 der zentralen Stirnfläche eingestellt und variiert werden.
 30 Zum anderen hält die zusätzlich zentral eingeblasene Luft
 (Gas) die rezirkulierenden Verbrennungsgase und Partikel
 von der genannten Stirnfläche ab. Die Verkrustung desselben
 wird dadurch sicher vermieden.



1 Wie weiter oben bereits dargelegt worden ist, ist die Ab-
lenkung der radial äußersten Einzel-Gasströmung um die
Achse 40 durch die Leitschaufeln bzw. Leitbleche 32 ge-
2 ringer und kann sogar null betragen. Dadurch wird ganz
5 erheblich die radiale Ausdehnung des Strömungsprofils
bzw. des Flammenmantels 66 beeinflußt. Insbesondere wird
dadurch ganz sicher vermieden, daß Brennstoffpartikel sich
an der Seitenwandung 74 des Verbrennungsraumes 22 ablagern.

10

Bei einer Brennleistung von etwa 5 to Kohle pro Stunde be-
trägt der Außendurchmesser des einsetzbaren Bauteiles 54'
15 etwa 244 mm und der Außendurchmesser des äußersten Ringka-
nales 58 800 bis 900 mm.

Die oben erwähnte Beimischung von Verbrennungsgasen zu der
"primären Primärluft" hat zwei Vorteile. Zum einen läßt
20 sich die Brennstoffemulsion längs ihres Weges durch den
Kanal 50 vorwärmen. Zum anderen kann eine gewisse Nachver-
brennung und damit ein höherer Wirkungsgrad erzielt werden.
Diese beiden Vorteile wiegen den Nachteil eines geringe-
ren Sauerstoffanteils auf. Dieser Nachteil kann durch
25 Sauerstoffanreicherung der übrigen Einzel-Gasströmungen
("Sekundärluft") problemlos kompensiert werden.

Bei einem Kohle-Wasser-Gemisch als Brennstoff werden vor-
zugsweise Benetzungsmittel zugesetzt, die eine gleichmä-
30 sige Verteilung der Kohlepartikel im Wasser und damit
Emulsion gewährleisten.

Sämtliche in den Unterlagen offenbarten Merkmale werden
als erfindungswesentlich beansprucht, soweit sie einzeln
35 oder in Kombination gegenüber dem Stand der Technik neu
sind.

1

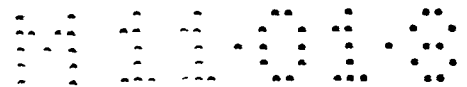
5

Verfahren und Vorrichtung zum Verbrennen fester
Brennstoffe, insbesondere Kohle, Torf oder dergleichen,
in pulverisierter Form

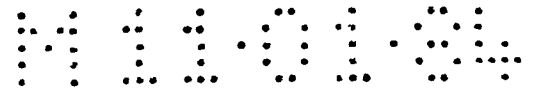
10

Patentansprüche

- 15 1. Verfahren zum Verbrennen fester Brennstoffe, insbe-
sondere Kohle, Torf oder dergleichen, in pulverisierter
Form, die unter Ausbildung eines rezirkulierenden
Strömungsprofiles in einen Verbrennungsraum eingeleitet
werden, wobei dieses Strömungsprofil durch eine ro-
20 tierende äußere Luftströmung begrenzt wird,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Brennstoffe mit einer Trägerflüssigkeit, wie
Wasser und/oder Öl, vermischt als Emulsion in den
Verbrennungsraum eingeleitet werden, und daß die
25 äußere Luftströmung in mehreren konzentrischen Teil-
strömungen in den Verbrennungsraum eingeblasen wird,
wobei die Teilströmungen hinsichtlich Durchsatz jeweils
variierbar sind und ihre Strömungsgeschwindigkeiten
von innen nach außen abnehmen.
- 30 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
daß mindestens der dem Brennstoffeintritt am nächsten
gelegenen Luftströmung Verbrennungsgase zugemischt
werden.
- 35 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeich-

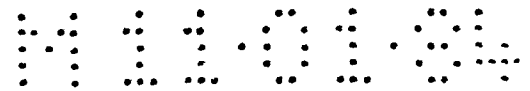


- 1 net, daß beim Start der Verbrennung der Luftdurchsatz etwa 20 bis 40 % des Durchsatzes bei Vollast beträgt.
- 5 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden dem Brennstoffeintritt nächst gelegenen Luftströmungen eine etwa gleichbleibende Strömungsgeschwindigkeit bei allen Betriebszuständen aufweisen.
- 10 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß ein Teil der rotierenden Teilströmungen, zumindest die radial äußerste Teilströmung, zusätzlich radial nach außen abgelenkt wird, so daß eine dicht über die den Brennstoffeintritt umfassende Wand (Stirnwand) des Verbrennungsraumes strömende Sekundärluft-Strömung erhalten wird.
- 15 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß im Innern des Strömungsprofils unmittelbar hinter dem Eintritt der Brennstoffemulsion in den Verbrennungsraum ein Unterdruck von etwa 400 bis 600 mm Wassersäule im Verhältnis zum Atmosphärendruck aufgebaut wird, so daß etwa 10 bis 30 % vorzugsweise etwa 20 %, der heißen Verbrennungsgase zum Brennstoffeintritt zurückströmen und daß im Bereich der Eintrittsebene außerhalb des Brennstoff-Strömungsprofils ein Unterdruck von etwa 40 bis 50 mm Wassersäule im Verhältnis zum Atmosphärendruck aufgebaut wird.
- 20 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die dem Brennstoff-Eintritt (Eintrittsöffnung 10) benachbarte bzw. nächstliegende Luftströmung ("primäre Primärluft") in einer sich etwa senkrecht zur Achse des Brennstoff-Eintritts
- 25 30 35



- 1 (Eintrittsöffnung 10) erstreckenden Ebene in den
Verbrennungsraum eingeleitet bzw. eingeblasen wird.
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet,
5 daß die Einleitung der dem Brennstoff-Eintritt
(Brennstoff-Eintrittsöffnungen 10) benachbarten Luft-
strömung ("primäre Primärluft") in einem Winkel
von etwa 10 bis 30 Grad, vorzugsweise 15 Grad, zur
Radialen erfolgt.
- 10 9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeich-
net, daß die radial weiter außen liegende Gasströmung
("sekundäre Primärluft") so gerichtet wird, daß
ein auf das Brennstoff-Strömungsprofil, das hohlkegel-
15 förmig ausgebildet ist, hingerichtetes hohlkegelför-
miges Luft-Strömungsprofil entsteht, das das Brenn-
stoff-Strömungsventil zu durchdringen versucht und
aufbricht.
- 20 10. Vorrichtung zum Verbrennen fester Brennstoffe, ins-
besondere Kohle, Torf oder dergleichen, in pulveri-
sierter Form, mit einem Verbrennungsraum, in den
eine Eintrittsöffnung zum Einleiten des Brennstoffs
mündet, und mit einem den Brennstoff-Eintritt konzen-
25 trisch umgebenden Lufteintritt, der die Luftströmung
in Rotation versetzende Drallelemente umfaßt, insbe-
sondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem
der Ansprüche 1 bis 9,
dadurch gekennzeichnet, daß
30 der Lufteintritt als Register mit mehreren konzentri-
schen Lufteintrittsöffnungen (12, 14, 16, 18, 20)
ausgebildet ist, wobei jeder Lufteintrittsöffnung
Drallelemente (Leitschaukeln bzw. Leitbleche 24,
26, 28, 30, 32) zugeordnet und die Ringspaltweite
35 der beiden dem Brennstoff-Eintritt (Eintrittsöffnung
10) nächst gelegenen Lufteintrittsöffnungen (12,

- 1 14) regelbar sind, während die übrigen, vom Brennstoff-
Eintritt (Eintrittsöffnung 10) radial etwas weiter
entfernt liegenden Lufteintrittsöffnungen (16, 18,
20) individuell verschließbar bzw. offenbar sind.
- 5 11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet,
daß der Brennstoff-Eintritt (Eintrittsöffnung 10)
ein Ringdüsen-Mundstück (38) umfaßt, das längs der
Achse (40) der Eintrittsöffnung verschiebbar ist,
10 insbesondere sich jedoch in einer Lage befindet,
in der die Eintrittsöffnung gegenüber der zugeordne-
ten Stirnwand (42) des Verbrennungsraumes (22) zurück-
versetzt bzw. vertieft angeordnet ist.
- 15 12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet,
daß innerhalb der etwa ringförmigen Brennstoff-Ein-
trittsöffnung ein Anschluß an eine einstellbare Ein-
richtung zur Absaugung von Luft (Unterdruckquelle)
vorgesehen ist.
- 20 13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 12,
dadurch gekennzeichnet, daß die Stirnfläche innerhalb
der etwa ringförmigen Brennstoff-Eintrittsöffnung
entweder eben ausgebildet oder mit einer etwa ring-
25 förmigen Rinne (44) zur Unterstützung der Umlenkung
der rezirkulierenden Verbrennungsgase und unverbrann-
ter Brennstoffpartikel versehen ist.
- 30 14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 13,
dadurch gekennzeichnet, daß die Ringspaltweite der
Brennstoff-Eintrittsöffnung (10) ebenso wie die
Ringspaltweite der beiden der Brennstoff-Eintritts-
öffnung (10) nächst gelegenen Lufteintrittsöffnungen
35 (12, 14) jeweils durch Veränderung der Relativlage
der die Eintrittsöffnungen begrenzenden Seitenwandungen
(46, 48 bzw. 46'', 48'' bzw. 46''', 48''') veränderbar ist.



- 1 15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 14,
dadurch gekennzeichnet, daß die Ringspaltweite der
beiden dem Brennstoff-Eintritt (Eintrittsöffnung
10) nächst gelegenen Lufteintrittsöffnungen (12,
5 14) in gleicher Weise veränderbar sind, nämlich durch
Verschiebung eines die beiden benachbarten Seitenwan-
dungen (48', 46'') der beiden Lufteintrittsöffnungen
(12, 14) umfassenden Ringmundstücks (78) in Richtung
der Achse (40) der Brennstoff-Eintrittsöffnung, wobei
10 das Ringmundstück (78) vorzugsweise Teil des die
beiden der Brennstoff-Eintrittsöffnung nächst ge-
legenen Teil-Luftströmungen voneinander trennenden
Rohr- oder dergleichen -Mantels (80) ist.
- 15 16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 15,
dadurch gekennzeichnet, daß die dem Brennstoff-Ein-
tritt (Eintrittsöffnung 10) nächst gelegene bzw.
unmittelbar benachbarte Lufteintrittsöffnung (12')
in einer sich etwa senkrecht zur Achse (40) des
20 Brennstoff-Eintritts (Eintrittsöffnung 10) er-
streckenden Ebene (49) liegt.
17. Vorrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet,
daß die dem Brennstoff-Eintritt (Eintrittsöffnung
25 10) nächst gelegene Lufteintrittsöffnung (12') mehrere,
mindestens drei, vorzugsweise 12, gleichmäßig über
den Umfang verteilt angeordnete Eintrittsbohrungen
(47) umfaßt, deren Mittelachsen mit der Radialen
jeweils einen Winkel von etwa 10 bis 30 Grad, vorzugs-
30 weise 15 Grad, einschließen.
18. Vorrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet,
daß die dem Brennstoff-Eintritt (Eintrittsöffnung
10) nächst gelegene Lufteintrittsöffnung (12') eine
35 Ringöffnung aufweist, die mehrere gleichmäßig über
den Umfang verteilt angeordnete Leitschaufeln bzw.
Leitbleche umfaßt, die mit der Radialen jeweils einen

- 1 Winkel von etwa 10 bis 30 Grad, vorzugsweise 15 Grad,
einschließen.
19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 18, da-
5 durch gekennzeichnet, daß die dem Brennstoff-Ein-
tritt (Eintrittsöffnung 10) unmittelbar benachbarte
bzw. nächst gelegene Lufteintrittsöffnung (12 bzw.
12') versenkt in der Stirnwand (42) des Verbrennungs-
raumes (22) angeordnet ist, vorzugsweise jedoch we-
10 niger weit versenkt als der zentrale Brennstoff-Ein-
tritt (Eintrittsöffnung 10).
20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 19,
dadurch gekennzeichnet, daß die gegenüber dem zentralen
15 Brennstoff-Eintritt (Eintrittsöffnung 10) zweit-
nächste Lufteintrittsöffnung (14) so gerichtet ist,
daß die entsprechende Luftströmung (34) ein zum
vorzugsweise hohlkegelförmigen Strömungsprofil
(36) der Brennstoff-Emulsion hingerichtetes eben-
20 falls etwa hohlkegelförmiges Strömungsprofil annimmt.
21. Vorrichtung nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet,
daß der Kegelwinkel des hohlkegelförmigen Luft-Strö-
mungsprofils (34) etwa 40 bis 100 Grad, vorzugsweise
25 etwa 80 Grad, beträgt.
22. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 21,
dadurch gekennzeichnet, daß der freie Querschnitt
der Lufteintrittsöffnungen (12', 14) veränderbar
30 ist, vorzugsweise synchron vergrößerbar oder reduzier-
bar ist.

FIG. 1

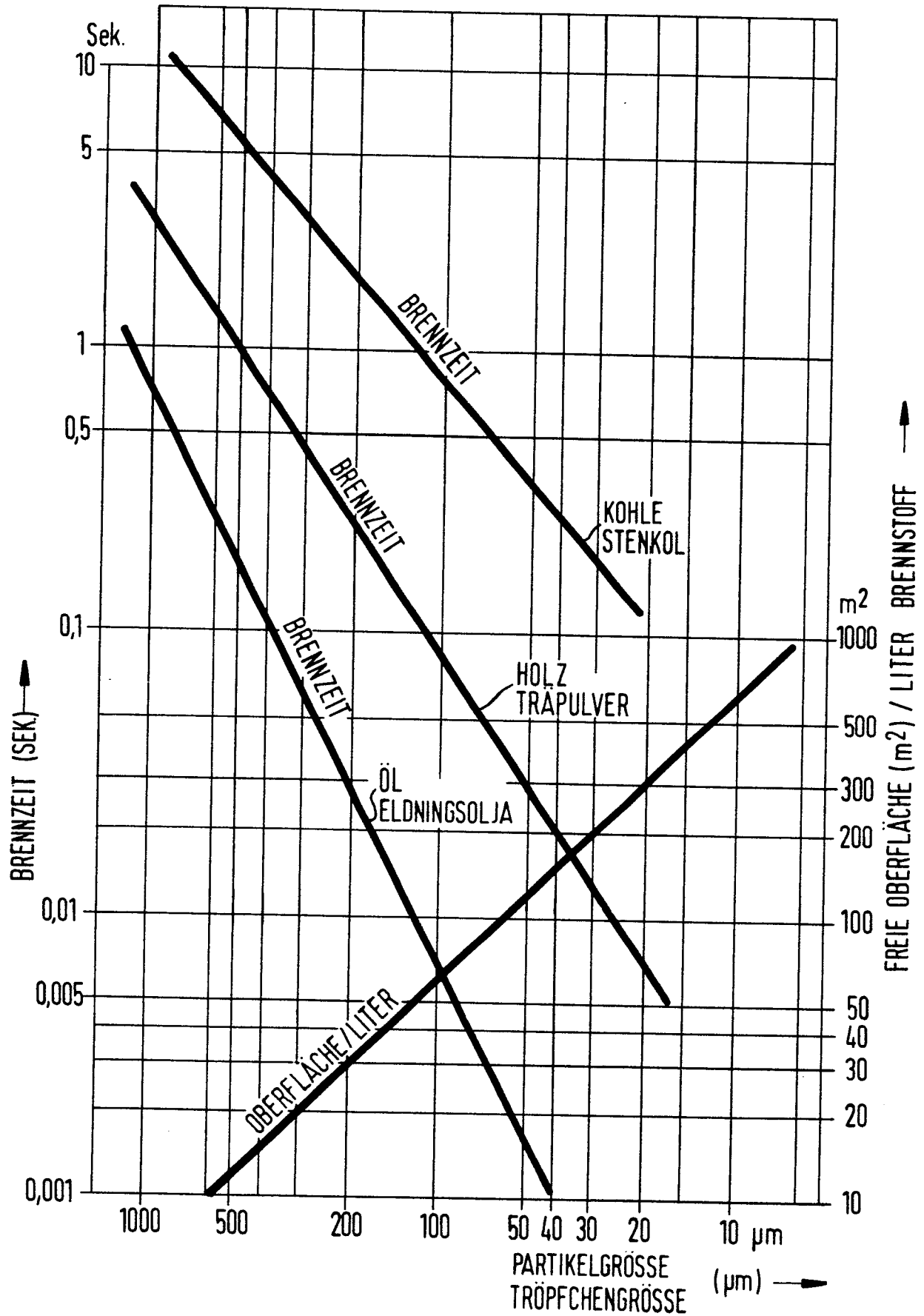


FIG. 2

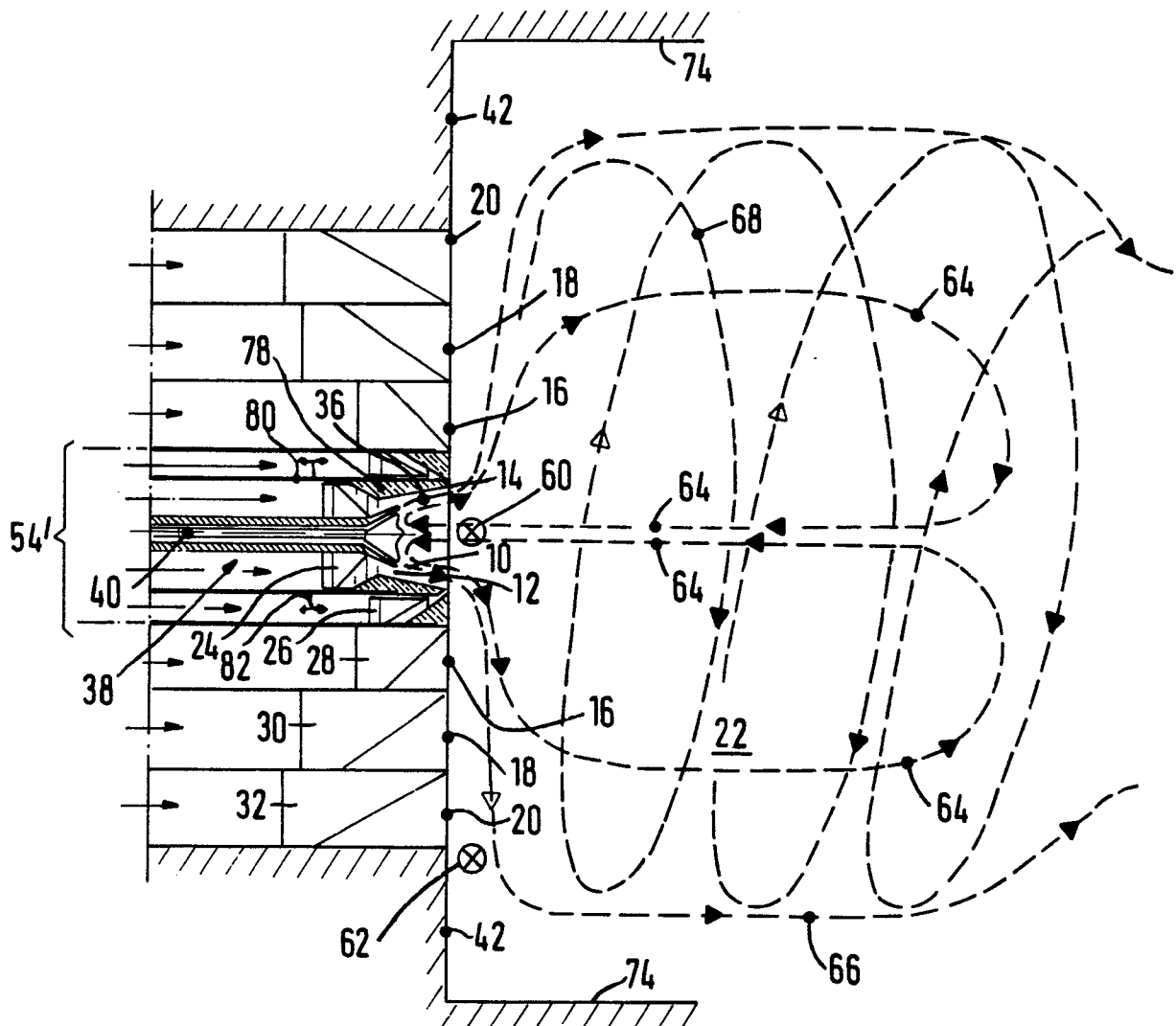


FIG. 3

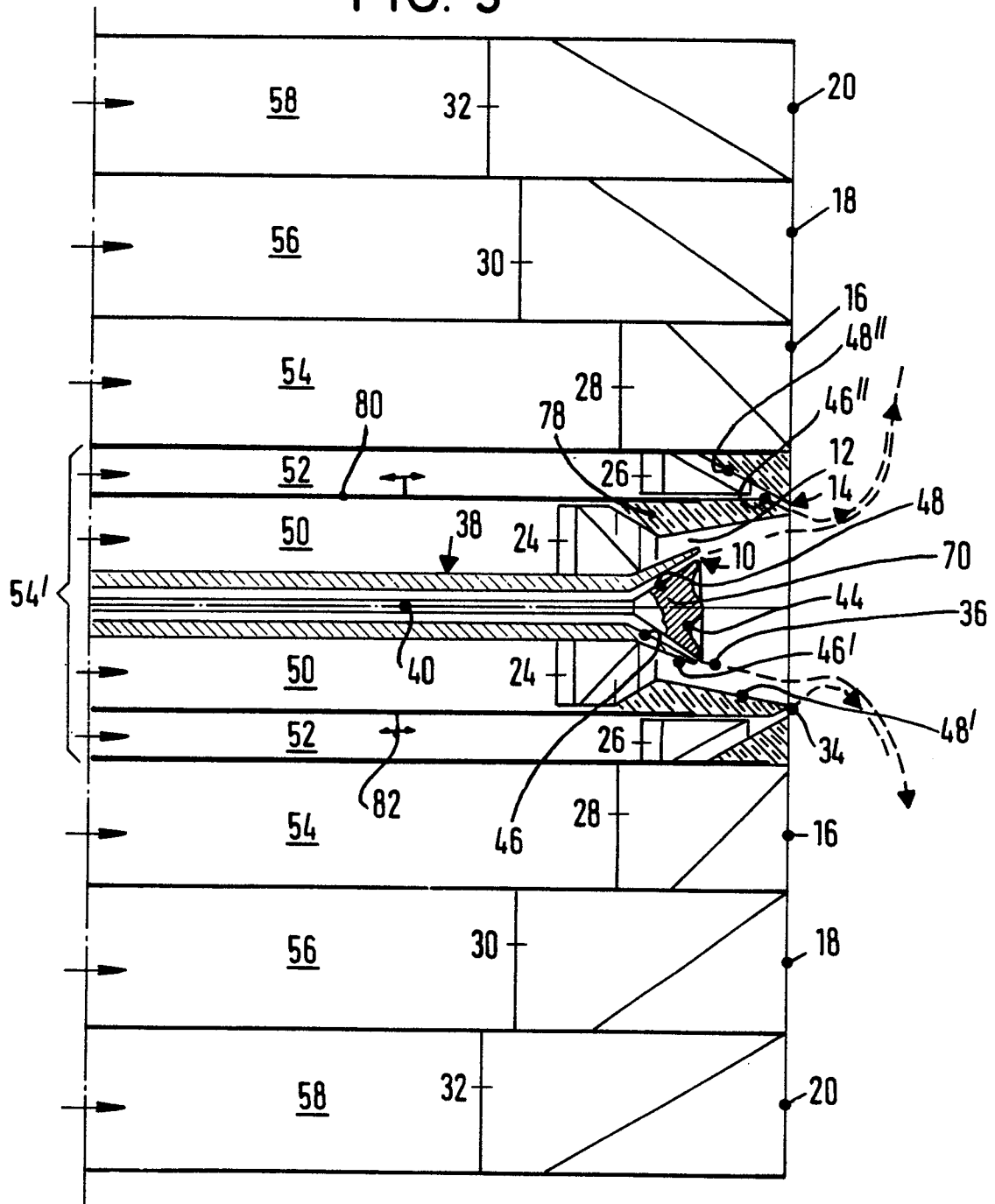


Fig. 5

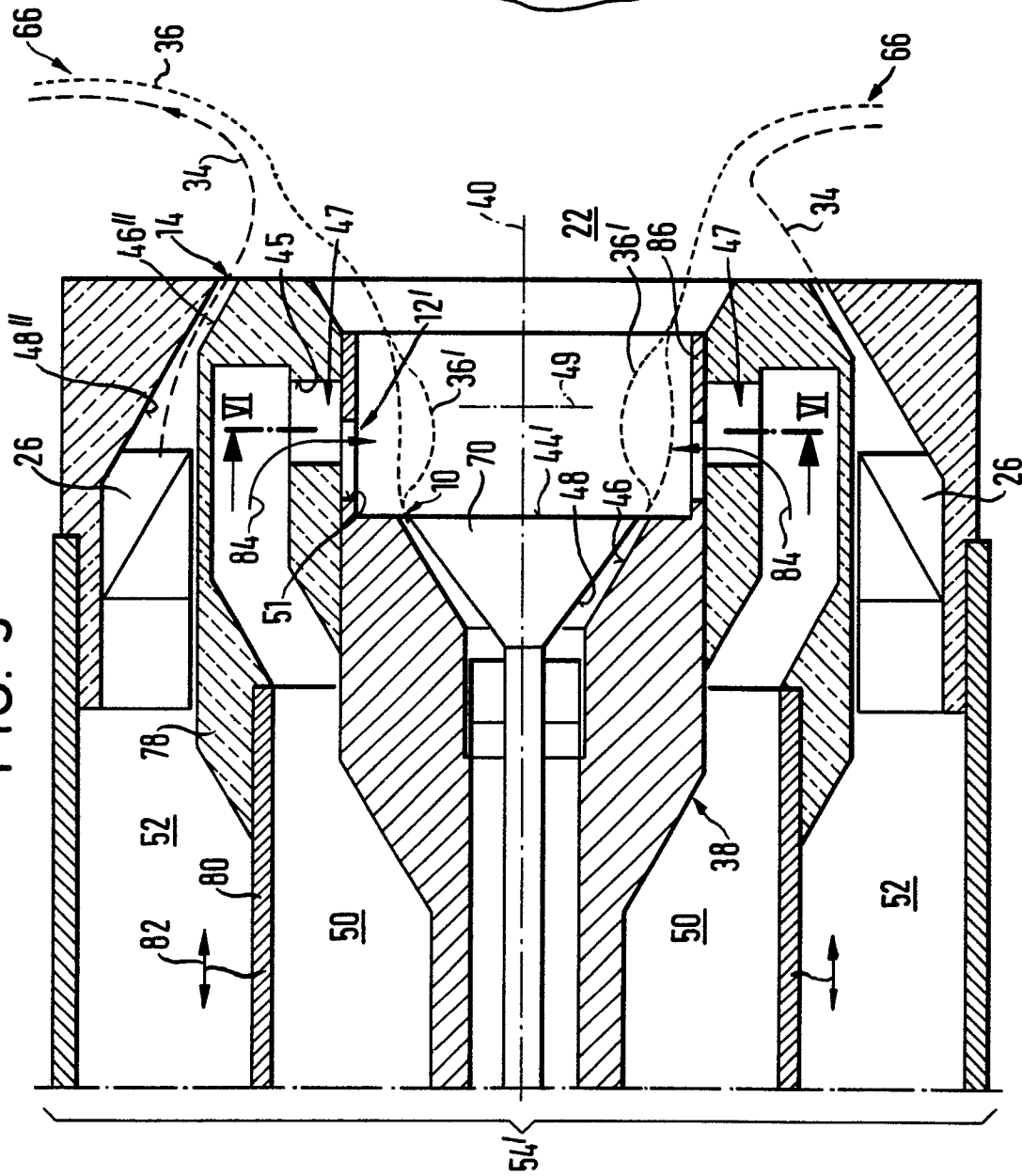


FIG. 6

