



CH 684959 A5



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

① CH 684959 A5

⑤ Int. Cl.⁶: F 23 C 6/04

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ PATENTSCHRIFT A5

⑰ Gesuchsnummer: 3410/91

⑳ Anmeldungsdatum: 21.11.1991

㉔ Patent erteilt: 15.02.1995

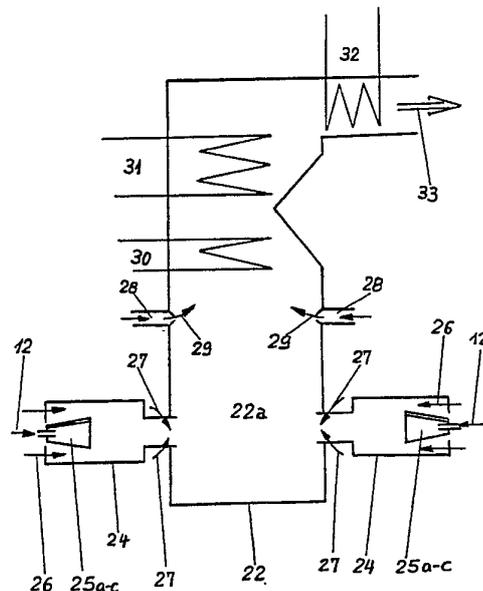
④⑤ Patentschrift veröffentlicht: 15.02.1995

⑦③ Inhaber:
Asea Brown Boveri AG, Baden

⑦② Erfinder:
Haumann, Jürgen, Dr., Klingnau
Sattelmayer, Thomas, Dr., Mandach

⑤④ Verfahren für eine schadstoffarme Verbrennung in einem Kraftwerkskessel.

⑤⑦ Bei einem Verfahren für eine schadstoffarme Verbrennung in einem Kraftwerkskessel (22) zur Erzeugung eines Dampfes wirkt am Kessel selbst mindestens eine Vorbrennkammer (24), welche mit mindestens einem Brenner (25a-c) betrieben wird. Mindestens ein Teil der Primärluft (26) durchströmt zunächst einen Wärmetauscher (24c), in welchem eine kalorische Aufbereitung dieser Luft zu Verbrennungsluft (26a) stattfindet. Anschliessend strömt diese Verbrennungsluft (26a) in den Brenner (25a-c), wo eine Vermischung, und anschliessend Verbrennung mit Brennstoff (12) oder mit einem anderen Gemisch stattfindet. Ein weiterer Luftstrom als Sekundärluft (27) wird direkt in die Vorbrennkammer (24) eingedüst, dies unmittelbar vor dem eigentlichen Anschluss der Vorbrennkammer (24) zum Kessel (22). Stromab der Vorbrennkammer (24) wird ein Tertiärluftstrom (29) in den Kessel (22) eingespeist. Mit dieser Konfiguration wird ein Verfahren mit doppelter Luftstufung vorgeschlagen, wobei der Kessel (22) mit Luftmangel betrieben wird. Durch diesen unterstöchiometrischen Betrieb des Kessels (22) lassen sich stickstoffhaltige Brennstoffverbindungen reduzieren.



CH 684959 A5

Beschreibung

Technisches Gebiet

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren gemäss Oberbegriff des Anspruchs 1. Sie betrifft auch einen Brenner zur Durchführung dieses Verfahrens.

Stand der Technik

Bei Kraftwerkskesseln, bei welchen mit einer Vormischung gefahren wird, muss stets mit sehr niedrigen Luftzahlen operiert werden. Dies führt regelmässig und zwangsläufig dazu, dass wegen der mit dieser Verbrennungsart entstehenden Atmosphäre eine nicht zu unterschätzende Korrosionsgefahr entsteht. An den kalten Kesselwänden kommt es potentiell zu Ablagerungen, welche die Gefahr einer Russ- bzw. Asphaltemission auslösen. Nach der jeweiligen Ausbrandstufe entstehen zu hohen Temperaturen, die einen höheren thermischen NO_x-Ausstoss auslösen.

Darstellung der Erfindung

Hier will die Erfindung Abhilfe schaffen. Der Erfindung, wie sie in den Ansprüchen gekennzeichnet ist, liegt die Aufgabe zugrunde, bei einem Verfahren der eingangs genannten Art Vorkehrungen vorzuschlagen, welche eine Minimierung der Schadstoff-Emissionen, insbesondere NO_x-Emissionen, bewirken.

Die vorgeschlagene Lösung ist ein Verfahren mit doppelter Luftstufung. Durch unterstöchiometrischen Betrieb eines Kessels lassen sich stickstoffhaltige Brennstoffverbindungen reduzieren. Reaktionskinetische Studien zeigen ein ausgeprägtes Optimum für die Luftzahl. Der Reduktionsmechanismus verstärkt sich mit steigender Luftvorheizung. Das Optimum verschiebt sich dabei zu fetteren Betriebsbedingungen. Wenn Brennstoff und Luft vorgemischt werden, ist ein Verbrennungsablauf im Optimalpunkt realisierbar.

Der wesentliche Vorteil der Erfindung ist darin zu sehen, dass als Folge dieser Erkenntnisse die Luft über das bisherige Niveau vorerwärmt wird, bevor in Brennern ein sehr fettes, aber homogenes Gemisch aus Brennstoff und Primärluft erzeugt wird, wobei das Gemisch dann in einer Vorbrennkammer teilweise verbrannt wird. Dabei wird die Aufenthaltszeit in dieser Vorbrennkammer so gewählt, dass der Abbau der Stickstoffverbindungen (TFN = total fixed nitrogen) weit fortgeschritten ist.

Ein weiterer Vorteil der Erfindung ist darin zu sehen, dass das Flammrohr der Vorbrennkammer gleichzeitig als Wärmeübertrager für die Verbrennungsluft dienen kann.

Ein weiterer Vorteil ist sodann darin zu sehen, dass am Ende der Vorbrennkammer ein Schwachgas von sehr hoher Temperatur vorliegt. Wenn nun eine schnelle Einmischung in das Schwachgas erreicht werden kann, ist es möglich, eine gewisse Menge Luft zum Schwachgas zuzugeben, ohne dass die TFN-Verbindungen ansteigen. Der Grund

hierfür ist darin zu suchen, dass diese Verbindungen in der Vorbrennkammer weitgehend abgebaut worden sind, dass der erreichte Zustand aber höher ist, als es das thermodynamische Gleichgewicht für die Mischung aus Primärluft und Sekundärluft angibt.

Daraus ergibt sich ein weiterer Vorteil, als eine weitere Reduktion im Verdampfer des Kessels nach einem leichten TFN-Anstieg durch nicht hinreichend schnelle Einmischvorgänge.

Ein weiterer wesentlicher Vorteil der Erfindung ist darin zu sehen, dass sich die vorgeschlagene Lösung bestens eignet für Retrofit-Ausrüstungen bestehender Kessel, denn mit der Lösung entspricht der Wärmeinhalt der Abgase dem Wert, der sich beim vorgängigen gestuften Betrieb des Kessels eingestellt hat. Damit wird die Leistung im unteren Bereich des Verdampfers aufrecht erhalten. Die obere Ebene dient, wie in bisherigen Kesseln mit gestuftem Betrieb der Fall ist, der Zumischung der Restluft. Aufgrund der Wärmeabfuhr zum Verdampfer sind die Temperaturen relativ niedrig, und eine starke thermische NO_x-Bildung beim Einmischen der Luft kann verhindert werden.

Ein weiterer Vorteil der Erfindung ist ferner darin zu sehen, dass mit der Luftzugabe am Ende der Vorbrennkammer verhindert werden kann, dass aggressive, stark unterstöchiometrische Abgase mit dem Verdampfer in Berührung kommen, womit ein chemischer Angriff der Röhrenwände, Ablagerungen aus brennstoffreichen Zonen an kalten Wänden unterbunden wird.

Vorteilhafte und zweckmässige Weiterbildungen der erfindungsgemässen Aufgabenlösung sind in den weiteren Ansprüchen gekennzeichnet.

Im folgenden wird anhand der Zeichnung ein Ausführungsbeispiel der Erfindung näher erläutert. Alle für das unmittelbare Verständnis der Erfindung nicht erforderlichen Elemente sind fortgelassen. In den verschiedenen Figuren sind gleiche Elemente mit den gleichen Bezugszeichen versehen. Die Strömungsrichtung der Medien ist mit Pfeilen angegeben.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Es zeigt:

Fig. 1 eine schematische Ansicht eines Kraftwerkskessels,

Fig. 2 eine Vorbrennkammer, wobei die Brennleistung durch auf drei Ebenen verteilte Brenner erfolgt,

Fig. 3 einen Brenner von der Form eines Kegelbrenners, in perspektivischer Darstellung, entsprechend aufgeschnitten und

Fig. 4-6 entsprechende Schnitte durch die Ebenen IV-IV (= Fig. 4), V-V (= Fig. 5) und VI-VI (= Fig. 6), wobei diese Schnitte nur eine schematische, vereinfachte Darstellung des Kegelbrenners gemäss Fig. 3 wiedergeben.

Wege zur Ausführung der Erfindung, gewerbliche Verwertbarkeit

Fig. 1 zeigt eine schematische Ansicht eines üblichen Kraftwerkskessels 22 zur Dampferzeugung. Grundsätzlich kann es sich um ein Mehrdruckkessel handeln, wie die verschiedenen stromab der Feuerung ersichtlichen Hochdruck-, Mitteldruck- und Niederdruck-Wärmeaustauscher 30, 31, 32 zeigen. Kern des Kessels 22 ist indessen die eigentliche Befehung, welche sich am Kopf des Kessels 22 befindet. Sie ist durch eine Reihe von Vorbrennkammern 24, welche auf den Umfang des Kessels 22 verteilt sind, und welche je mit mindestens einem Brenner 25a-c bestückt sind. Das Verbrennungsverfahren dieses Kessels wird mit einer doppelten Luftstufung betrieben. Zunächst wird der Brenner 25a-c mit einem primären Luftstrom betrieben, wobei diese Luft aus mindestens einem Teil Frischluft 26 besteht, welche, wie noch unter Fig. 2 detailliert zur Ausführung gelangen wird, einer kalorischen Behandlung zu Primärluft unterzogen wird. Als Brennstoff zum Betreiben dieser Brenner 25a-c ist vorzugsweise ein flüssiger Brennstoff 12 vorgesehen. Selbstverständlich können auch andere Brennstoffe zum Einsatz kommen. Über die Betriebsart des hier vorzugsweise eingesetzten Brenners 25a-c wird auf die Fig. 3-6 verwiesen. Ein sekundärer Luftstrom 27, dessen Luft ein Teil der Frischluft 26 ist, wird, vorzugsweise unbehandelt, wobei eine kalorische Behandlung nicht ausgeschlossen zu werden braucht, direkt am Übergangsstück der Vorbrennkammer 24 in den Kessel 22 eingedüst. Diese Luftzugabe am Ende der Vorbrennkammer 24 ermöglicht, dass aggressive, stark unterstöchiometrische Abgase mit dem Verdampfer 22a in Berührung kommen, so dass ein chemischer Angriff auf die Röhrenwände, oder Ablagerungen aus brennstoffreichen Zonen an kalten Wänden nicht entstehen können. Eine konstruktive Lösung einer solchen Vorbrennkammer ist in Fig. 2 ersichtlich. Stromab der Vorbrennkammern 24 sind auf dem Umfang des Kessels 22 eine Anzahl Düsen 28 plaziert, über welche ein tertiärer Luftstrom 29, als Restlufterindüngung, in den Kessel 22 eingebracht wird. Diese obere Ebene, als Zumischungsort der Restluft 29, sorgt für eine Wärmeabfuhr zum Verdampfer 22a, wobei mithin die Temperaturen relativ niedrig sind, so dass eine starke thermische NOx-Bildung beim Einmischen dieser Luft verhindert werden kann. Von der Stöchiometrie her betrachtet, ist zu vermerken, dass in der Vorbrennkammer mit einer Verbrennungsluftverhältniszahl ($=\lambda$) von 0,6-0,65 gefahren wird. Im Kessel 22 selbst herrscht dann ein λ von 0,75. Erst nach der Eindüngung der Restluft 29 steigt λ auf 1,05. Durch den unterstöchiometrischen Betrieb dieses Kessels 22 lassen sich stickstoffhaltige Brennstoffverbindungen reduzieren. Der Reduktionsmechanismus verstärkt sich dabei mit steigender Luftvorheizung, womit bereits angedeutet wird, wie die kalorische Aufbereitung vonstatten gehen wird.

Grundsätzlich muss die Aufenthaltszeit des fetten aber homogenen Gemisches in der Vorbrennkammer 24, das aus Brennstoff 12 und Primärluft er-

zeugt wird, und das in der Vorbrennkammer 24 teilweise verbrannt wird, so gewählt werden, dass der Abbau der Stickstoffverbindungen weit fortgeschritten ist. Am Ende der Vorbrennkammer 24 liegt in jedem Fall ein Schwachgas von sehr hoher Temperatur vor. Mit dieser Kesselkonfiguration wird erreicht, dass eine schnelle Einmischung in das Schwachgas erreicht wird, so dass es möglich ist, eine gewisse Menge Luft 27 zum Schwachgas zu geben, ohne dass die Stickstoffverbindungen ansteigen. Der Grund hierfür ist, dass diese Stickstoffverbindungen in der Vorbrennkammer 24 weitgehend abgebaut worden sind, dass der erreichte Zustand aber höher ist als es das thermodynamische Gleichgewicht für die Mischung aus Primärluft (Fig. 2, Pos. 26a) und Sekundärluft 27 angibt. Infolgedessen erfolgt eine weitere Reduktion im Verdampfer 22a des Kessels 22 nach einem leichten Anstieg der Stickstoffverbindungen durch nicht hinreichend schnelle Einmischvorgänge. Die Abgase zum Kamin sind mit der Pos. 33 gekennzeichnet. Wie schon in der Einleitung der Beschreibung erwähnt eignet sich diese Technik vorzüglich, bestehende Kessel in einfachster und billiger Weise umzurüsten und sie mit dem am geeignetsten Ort angestrebten Luftmangel zu betreiben. Regelmässig wird man bei bestehenden Kesseln das vorhandene Frischluftgebläse verwenden können, allenfalls durch leichte Modifikationen zu ergänzen. Ebenso verhält es sich betreffend die Luftvorwärmung, die Luftverteiler, die Tertiärluftzugabe, den Kessel selbst sowie das Abgasgebläse. Was die Vorbrennkammer 24 betrifft, als Herzstück der vorgeschlagenen Technik, wird auf Fig. 2 verwiesen.

Fig. 2 zeigt eine Vorbrennkammer 24. Die Primärluft 26 gelangt vom Luftverteiler in den Kopf der Vorbrennkammer 24 und verteilt sich gleichmässig über den Umfang. In einem Ringspalt 24b wird die Primärluft 26 zum kesselseitigen Ende der Vorbrennkammer 24 geführt und kühlt dabei sowohl das Flammrohr als auch das Gehäuse 24a. Am kesselseitigen Ende wird die Luft 26 um 180° umgelenkt und strömt dann durch das Flammrohr 24c zur Brennerseite zurück. Das Flammrohr 24c selbst besteht aus einem äusseren Zylinder, in welchen längs Profile eingeschweisst sind. Durch geeignete Wahl der Profile ist eine starke Verrippung erreichbar. Dies ist speziell in der Nähe des Brenners notwendig, wo die höchsten Wärmebelastungen auftreten. Die Luft 26 wird beim Durchströmen des Flammrohres 24c zu Verbrennungsluft 26a aufgeheizt. Als Brenner gelangen sogenannte Doppelkegelbrenner 25a, 25b, 25c zum Einsatz. Der vorgewärmte Brennstoff 12 wird mit Dampf als Hilfsmedium im Kopf der Brenner 25a, 25b, 25c zerstäubt. Die Stirnseite des Brennraumes, in welchen die Brenner eingebaut sind, ist mit einer nicht dargestellten Wärmeschicht versehen. Die Düse am Ende der Vorbrennkammer 24 ist wassergekühlt 35. Der Wasserkreislauf wird dem Verdampfer im Kessel 22 vor- oder parallelgeschaltet. Das Ende der Vorbrennkammer 24 ist vorzugsweise durch eine Verjüngung 36 charakterisiert, so dass etwaige schon vorhandene Brennöffnungen im Verdampfer des Kessels 22 nicht vergrössert werden müssen.

Im Bereich der 180°-Umlenkung wird ein Teil der Primärluft 26 abgezweigt, und nach einer Beschleunigung ihrer Strömung als Sekundärluft 27 in Form von Einzelstrahlen über entsprechende Durchtrittsöffnungen 34 in den Innenraum 24d der Vorbrennkammer 24 eingeführt. Diese Zumischung geschieht im Bereich der Verjüngung 36 der Vorbrennkammer 24. Diese Zumischung muss möglichst homogen und schnell erfolgen. Im Bereich der Brenner sind Supporte 37 vorgesehen, welche die Verbindung zwischen Gehäuse 24a und Flammrohr 24c erstellen. Die Brenner 25a, 25b, 25c sind pro Vorbrennkammer auf drei übereinander angeordnete Ebenen verteilt. Bei beispielsweise 4 auf den Umfang des Kessels 22 verteilte Vorbrennkammern 24 wird die Anlage demnach mit 12 Brennern betrieben. Die Konfiguration ist besonders bei einer Retrofit-Ausrüstung vorteilhaft, denn die Leistung des Kraftwerkskessels 22 kann dadurch ohne zusätzliche Platzbeanspruchung beliebig variiert oder den jeweiligen Verhältnissen angepasst werden. Selbstverständlich kann auch eine grössere Anzahl Brenner pro Vorbrennkammer 24 vorgesehen werden; die Vorbrennkammer 22 kann auch bloss mit einem Brenner betrieben werden. Die Luft für Primärluft 26 und Sekundärluft 27 kann zusammen oder getrennt (+ 1 Freiheitsgrad) bereitgestellt werden.

Um den Aufbau des Brenners 25a-c besser verstehen zu können, ist es von Vorteil, wenn gleichzeitig zu Fig. 3 die einzelnen darin ersichtlichen Schnitte, entsprechend Fig. 4-6, herangezogen werden. Des weiteren, um die Übersichtlichkeit der Fig. 3 hoch zu halten, sind in ihr die nach Fig. 4-6 schematisch gezeigten Leitbleche 21a, 21b nur andeutungsweise aufgenommen worden. Im folgenden wird fortlaufend nach Bedarf bei der Beschreibung von Fig. 3 auf die anderen Figuren hingewiesen.

Der Brenner 25a-c gemäss Fig. 3 besteht aus zwei halben hohlen kegeligen Teilkörpern 1, 2, die bezüglich ihrer Längssymmetrieachse radial versetzt zueinander, aufeinander stehen. Die Versetzung der jeweiligen Längssymmetrieachse 1b, 2b zueinander schafft auf beiden Seiten der Teilkörper 1, 2 in entgegengesetzter Einströmungsanordnung jeweils einen tangentialen Lufteintrittsschlitz 19, 20 frei (Vgl. hierzu Fig. 4-6), durch welche die in den vorgehenden Figuren bereits erwähnte Verbrennungsluft 26a in den von den kegeligen Teilkörper 1, 2 gebildeten Innenraum 14 von kegeliger Form strömt. Die Kegelform der gezeigten Teilkörper 1, 2 in Strömungsrichtung weist einen bestimmten festen Winkel auf. Selbstverständlich, je nach Einsatz, können die Teilkörper 1, 2 in Strömungsrichtung eine progressive oder degressive Kegelneigung aufweisen. Die beiden letztgenannten Formen sind zeichnerisch nicht erfasst, da sie ohne weiteres nachempföndbar sind. Die beiden kegeligen Teilkörper 1, 2 weisen je einen zylindrischen Anfangsteil 1a, 2a auf, welche, analog zu den Teilkörper 1, 2, versetzt zueinander verlaufen, so dass die tangentialen Lufteintrittsschlitze durchgehend über die ganze Länge des Brenner 25a-c vorhanden sind. Diese Anfangsteile können auch eine andere geometrische Form einnehmen, sie können bisweilen auch ganz weggelassen werden. In diesem zylindrischen

Anfangsteil 1a, 2a ist eine Düse 3 untergebracht, über welche ein Brennstoff 12, vorzugsweise Öl, oder Brennstoffgemisch, in den Innenraum 14 des Brenners 25a-c eingedüst wird. Diese Brennstoffeindüsung 4 fällt in etwa mit dem engsten Querschnitt des Innenraumes 14 zusammen. Eine weitere Brennstoffzufuhr 13, hier vorzugsweise Gas, wird über je eine an die Teilkörper 1, 2 integrierte Leitung 8, 9 herangeführt, und über eine Anzahl von Düsen 17 der Verbrennungsluft 26a zugemischt 16. Die Zumischung findet im Bereich des Eintrittes in den Innenraum 14 statt, dies um eine optimale geschwindigkeitsbedingte Zumischung 16 zu erreichen. Selbstverständlich ist ein Mischbetrieb mit beiden Brennstoffen 12, 13 über die jeweilige Eindüsung möglich. Vorbrennkammerseitig 24 geht die Ausgangsöffnung des Brenners 25a-c in eine Frontwand 10 über, in welcher eine Anzahl Bohrungen 10a vorgesehen sind, dies um bei Bedarf eine bestimmte Menge Verdünnungsluft oder Kühlluft in den Innenraum 24d der Vorbrennkammer 24 einzudüsen. Der durch die Düse 3 herangeführte flüssige Brennstoff 12 wird in einem spitzen Winkel in den Innenraum 14 eingedüst, dergestalt, dass sich auf der Länge des Brenners 25a-c bis zur Brenneraustrittsebene ein möglichst homogenes kegeliges Sprühbild einstellt, was nur möglich ist, wenn die Innenwände der Teilkörper 1, 2 durch die Brennstoffeindüsung 4, bei welcher es sich beispielsweise um eine luftunterstützte Düse oder um eine Druckzerstäubung handeln kann, nicht benetzt werden. Zu diesem Zweck wird das kegelige Flüssigbrennstoffprofil 5 von der tangential einströmenden Verbrennungsluft 26a und, nach Bedarf, von einem weiteren axial herangeführten Verbrennungsluftstrom 15 umschlossen. In axialer Richtung wird die Konzentration des eingedüsten flüssigen Brennstoffes oder Gemisches 12 fortlaufend durch die durch die tangentialen Lufteintrittsschlitze 19, 20 in den Innenraum 14 des Brenners 25a-c einströmenden Verbrennungsluft 26a, die auch ein Brennstoff/Luft-Gemisch sein kann, und allenfalls unter Mithilfe des anderen Verbrennungsluftstromes 15, fortlaufend abgebaut. In Zusammenhang mit der Eindüsung des flüssigen Brennstoffes 12 wird im Bereich des Wirbelaufplatzens, also im Bereich der Rückströmzone 6, die optimale homogene Brennstoffkonzentration über den Querschnitt erreicht. Die Zündung erfolgt an der Spitze der Rückströmzone 6. Erst an dieser Stelle kann eine stabile Flammenfront 7 entstehen. Ein Rückschlag der Flamme ins Innere des Brenners 25a-c, wie dies bei bekannten Vormischstrecken potentiell immer der Fall sein kann, wogegen dort über komplizierte Flammenhalter Abhilfe gesucht wird, ist hier nicht zu befürchten. Ist die Verbrennungsluft 26a, 15 vorgewärmt, so stellt sich eine beschleunigte ganzheitliche Verdampfung des Brennstoffes ein, bevor der Punkt am Ausgang des Brenners 25a-c erreicht ist, an welchem die Zündung des Gemisches stattfindet. Die Aufbereitung der Verbrennungsluftströme 26a, 15 kann durch die Zumischung von rezirkuliertem Abgas erweitert werden. Bei der Gestaltung der kegeligen Teilkörper 1, 2 hinsichtlich Kegelwinkel und Breite der tangentialen Lufteintrittsschlitze 19, 20 sind

enge Grenzen einzuhalten, damit sich das gewünschte Strömungsfeld der Verbrennungsluftströme mit ihrer Rückströmzone 6 im Bereich der Brennermündung zu einer Flammenstabilisierung einstellt. Allgemein ist zu sagen, dass eine Veränderung der Breite der Lufteintrittsschlitze 19, 20 zu einer Verschiebung der Rückströmzone 6 führt: die Verschiebung ist stromabwärts bei einer Verkleinerung der Lufteintrittsschlitze. Es ist indessen festzuhalten, dass die einmal fixierte Rückströmzone 6 an sich positionsstabil ist, denn die Drallzahl nimmt in Strömungsrichtung im Bereich des Brenners 25a-c zu. Wie bereits angedeutet, lässt sich die Axialgeschwindigkeit durch eine entsprechende Zuführung des axialen Verbrennungsluftstromes 15 verändern. Die Konstruktion des Brenners eignet sich vorzüglich, die tangentialen Lufteintrittsschlitze 19, 20, den Bedürfnissen entsprechend, zu verändern, womit ohne Veränderung der Baulänge des Brenners 25a-c eine relativ grosse betriebliche Bandbreite erfasst werden kann.

Aus Fig. 4-6 geht nunmehr die geometrische Konfiguration der Leitbleche 21a, 21b hervor. Sie haben Strömungseinleitungsfunktion, wobei sie, entsprechend ihrer Länge, das jeweilige Ende der kegelförmigen Teilkörper 1, 2 in Anströmungsrichtung der Verbrennungsluft 26a verlängern. Die Kanalisierung der Verbrennungsluft 26a in den Innenraum 14 des Brenners 25a-c kann durch Öffnen bzw. Schliessen der Leitbleche 21a, 21b um einen im Bereich des Eintrittes in den Innenraum 14 plazierten Drehpunkt 23 optimiert werden, insbesondere ist dies vonnöten, wenn die ursprüngliche Spaltgrösse der tangentialen Lufteintrittsschlitze 19, 20 verändert wird. Selbstverständlich kann der Brenner 25a-c auch ohne Leitbleche 21a, 21b betrieben werden, oder es können andere Hilfsmittel hierfür vorgesehen werden.

Patentansprüche

1. Verfahren für eine schadstoffarme Verbrennung in einem Kraftwerkskessel zur Erzeugung eines Dampfes, dadurch gekennzeichnet, dass am Kessel (22) mindestens eine Vorbrennkammer (24) wirkt, dass die Brennleistung in der Vorbrennkammer (24) mit mindestens einem Brenner (25a, 25b, 25c) erzeugt wird, dass mindestens ein Teil eines Primärluftstromes (26) in einem Wärmetauscher (24c) eine kalorische Aufbereitung erfährt, um anschliessend den Brennern (25a, 25b, 25c) als Verbrennungsluft (26a) zugeführt zu werden, dass ein Sekundärluftstrom (27) in den Innenraum (24d) der Vorbrennkammer (24) eingeführt wird, dass stromab der Vorbrennkammer (24) ein Tertiärluftstrom (29) in den Kessel (22) eingespeist wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass in der Vorbrennkammer (24) ein λ von 0,60-0,65 vorherrscht, dass stromab der Vorbrennkammer (24) und stromauf der Eindüsung des Tertiärluftstromes (29) ein λ von 0,75 vorherrscht, dass stromab der Eindüsung des Tertiärluftstromes (29) ein λ von 1,05 vorherrscht.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorbrennkammer (24) mit auf

drei übereinander gelagerten Ebenen verteilte Brenner (25a, 25b, 25c) betrieben wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Sekundärluft (27) über eine Anzahl Öffnungen (34) im Bereich der Verjüngung (36) in die Vorbrennkammer (24) eingedüst wird.

5. Brenner zur Durchführung eines Verfahrens nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Brenner (25a, 25b, 25c) in Strömungsrichtung aus mindestens zwei aufeinander positionierten hohlen, kegelförmigen Teilkörpern (1, 2) besteht, deren Längssymmetrieachse (1b, 2b) zueinander radial versetzt verlaufen, dass die versetzt verlaufenden Längssymmetrieachsen (1b, 2b) strömungsmässig entgegengesetzte tangentiale Eintrittsschlitze (19, 20) für einen Verbrennungsluftstrom (26a) schaffen, dass im von den kegelförmigen Teilkörpern (1, 2) gebildeten Kegelhohlraum (14) mindestens eine Düse plaziert ist, deren Eindüsung (4) des Brennstoffes (12) mittig der zueinander versetzt verlaufenden Längssymmetrieachsen (1b, 2b) der kegelförmigen Teilkörper (1, 2) liegt.

6. Brenner nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass im Bereich der tangentialen Eintrittsschlitze (19, 20) weitere Düsen (17) zur Eindüsung eines weiteren Brennstoffes (13) vorhanden sind.

7. Brenner nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Teilkörper (1, 2) in Strömungsrichtung unter einem festen Winkel kegelig erweitern.

FIG.1

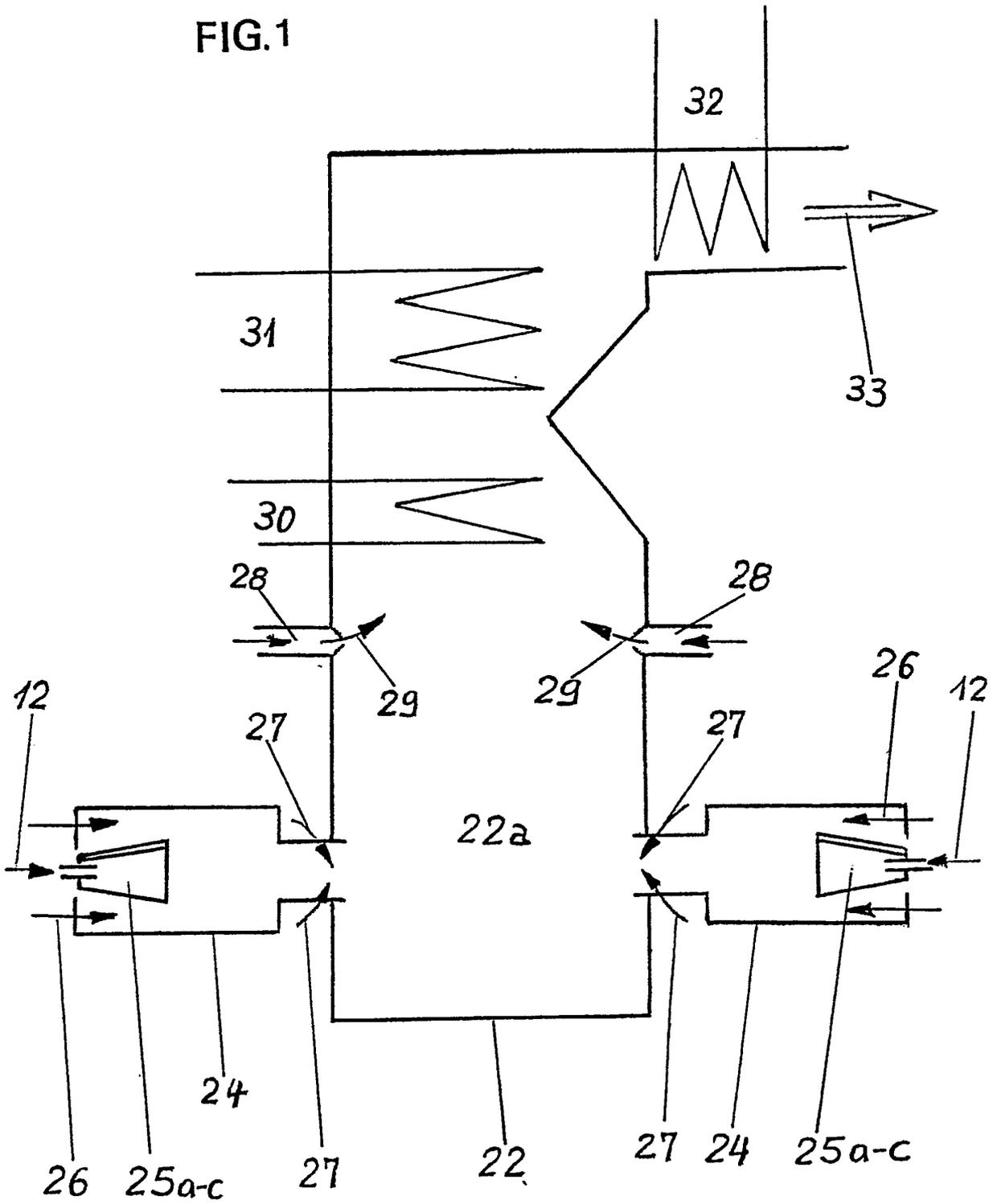


FIG.2

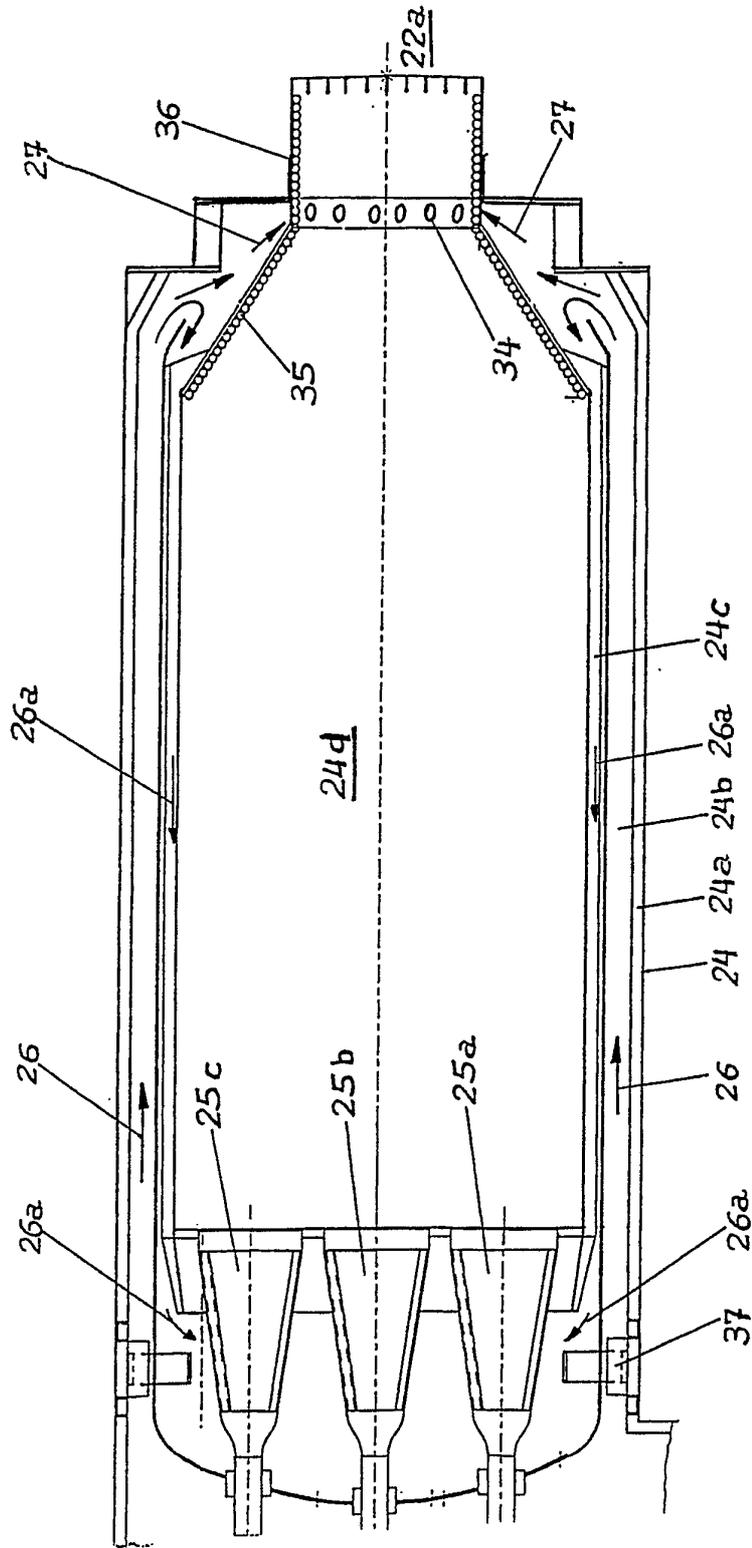


FIG. 3

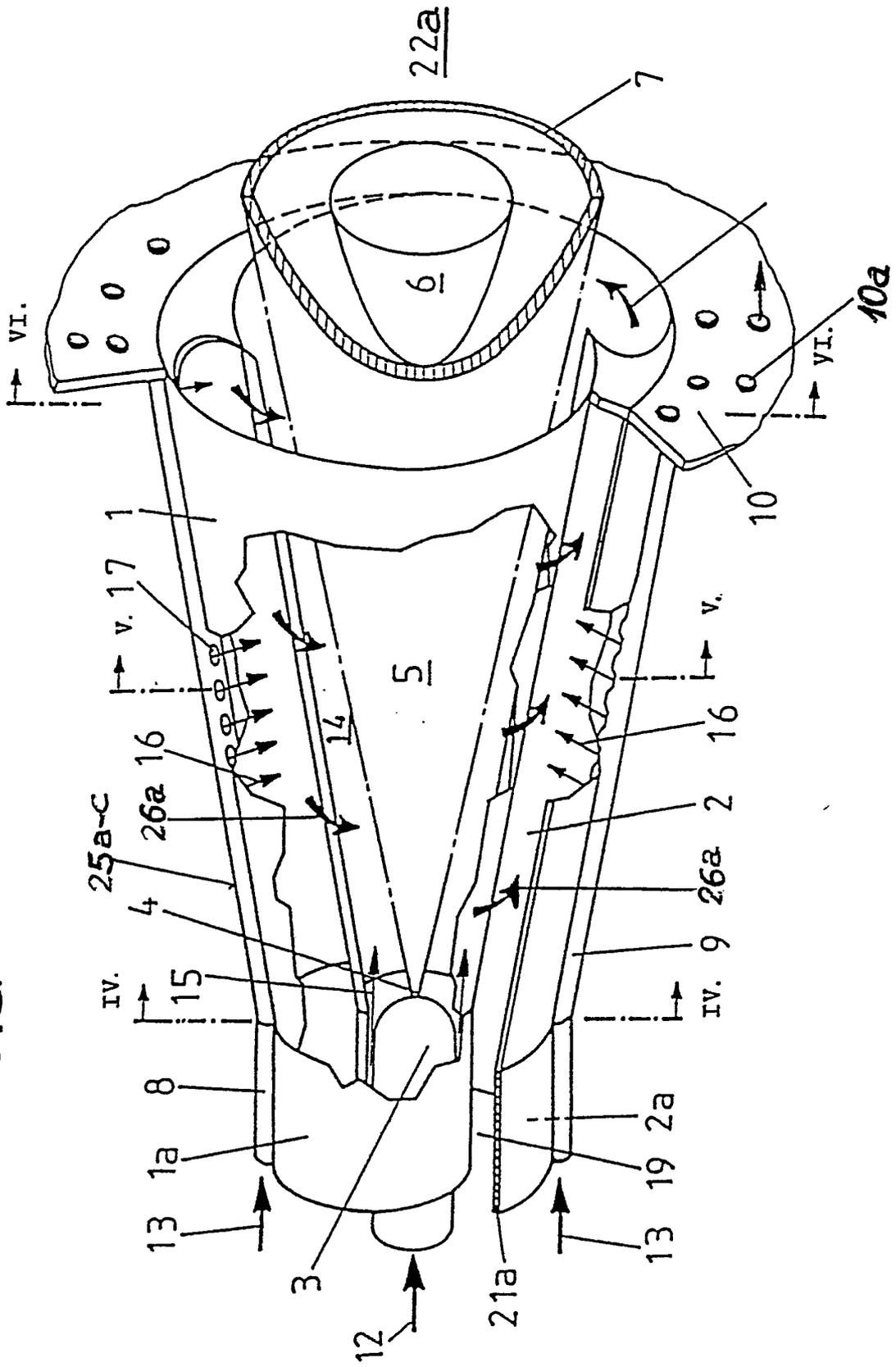


FIG. 4

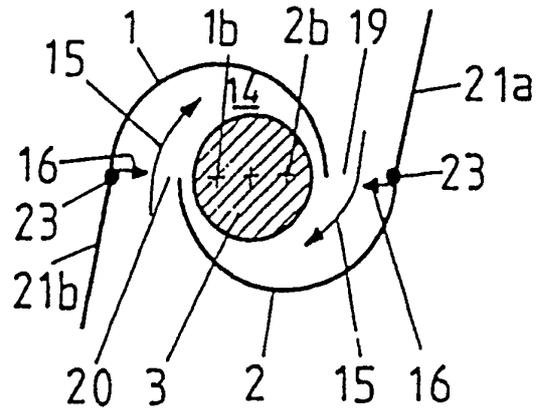


FIG. 5

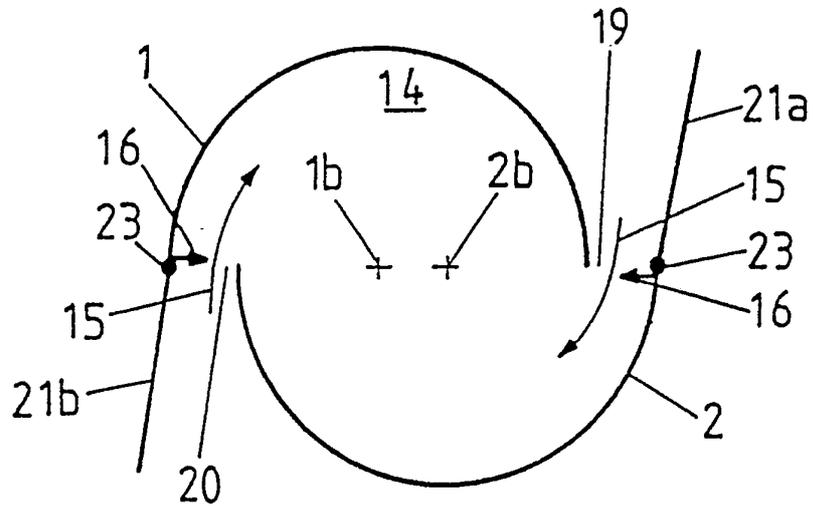


FIG. 6

