



(12) Ausschließungspatent

(11) DD 296 744 A5

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1
Patentgesetz der DDR
vom 27.10.1983

5(51) F 23 G 5/16

in Übereinstimmung mit den entsprechenden
Festlegungen im Einigungsvertrag

DEUTSCHES PATENTAMT

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

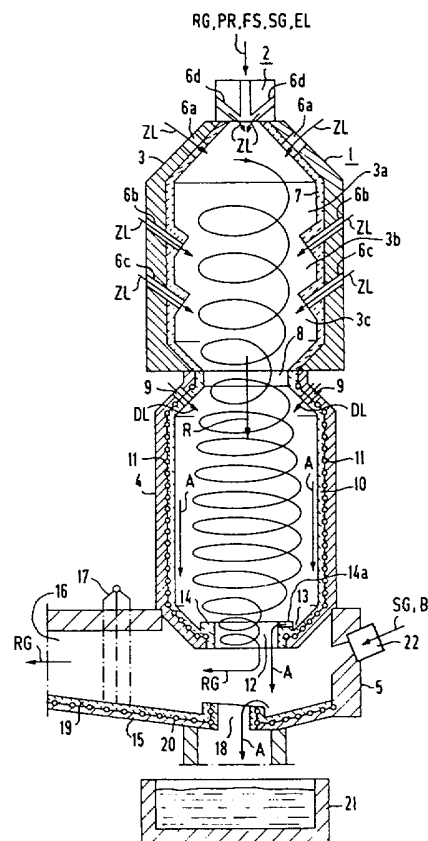
(21)	DD F 23 G / 342 853 3	(22)	17.07.90	(44)	12.12.91
(31)	89113285.4	(32)	19.07.89	(33)	DE

(71) siehe (73)
 (72) Tratz, Herbert, Dr.; Lösel, Georg, Dipl.-Ing., DE
 (73) SIEMENS AKTIENGESellschaft, W - 8000 München 2, DE
 (74) Siemens Aktiengesellschaft, Wittelsbacherplatz 2, W - 8000 München 2, DE

(54) Brennkammer und Verfahren zum Verbrennen zumindest teilweise brennbarer Stoffe

(55) Brennkammer; Schwelgas; Pyrolysereststoff; Primärkammer; Luftstrom; Primärluft; Sekundärluft; unterstöchiometrische Verbrennung; Sekundärkammer; Tertiärluft; vollständige Verbrennung; Schlackenfluß; Ascheaustragsraum; Ascheauslaufloch; Rauchgasabführöffnung

(57) Die Erfindung betrifft eine Brennkammer (1) zum Verbrennen eines Gutes (PR, SG, FS), die mit einem Brenner (2) ausgerüstet ist. Der Brennkammer (1) wird beispielsweise Schwelgas (SG) und aufbereiteter Pyrolysereststoff (PR) zugeleitet. Es ist vorgesehen, daß die Brennkammer (1) dreiteilig ist. Eine Primärkammer (3), eine Sekundärkammer (4) und ein Ascheaustragsraum (5) sind hintereinander angeordnet. In die Primärkammer (3) gelangen ein erster und ein zweiter Luftstrom (Primärluft und Sekundärluft) (EL und ZL). Dort erfolgt eine unterstöchiometrische Verbrennung bei einer Temperatur unterhalb des Ascheerweichungspunktes und ohne Schlackenfluß. Die Sekundärkammer (4) weist einen Einlaß (9, 9a-9c) für einen dritten Luftstrom (Tertiärluft) (DL) auf. In der Sekundärkammer (4) erfolgt eine kurzfristige, intensive, vollständige Verbrennung mit Schlackenfluß. Daher reicht es aus, daß nur die Wände der Sekundärkammer (4) mit einer gegen flüssige Asche (A) oder Schlacke beständigen Schicht (10) versehen sind. Außerdem können die Wände der Sekundärkammer (4) gekühlt sein. Der Ascheaustragsraum (5) hat einen gekühlten Boden (15), in dem sich ein Ascheauslaufloch (18) befindet. Außerdem weist der Ascheaustragsraum (5) eine Rauchgasabführöffnung (16) auf. Die Primärkammer (3) besteht beispielsweise aus drei Teilbrennkammern (3a, 3b und 3c), ebenso die Sekundärkammer (4) aus drei Teilbrennkammern (4a, 4b, 4c).
 Fig. 1



Patentansprüche:

1. Brennkammer (1) zum Verbrennen eines Gutes, die mit einem Brenner (2) ausgerüstet ist, insbesondere Brennkammer (1) einer Anlage zur thermischen Abfallentsorgung mit einem Pyrolysereaktor, der den Abfall in Schwelgas (SG) und im wesentlichen nichtflüchtigen Pyrolysereststoff (PR) umformt, wobei am Pyrolysereaktor eine Austragsvorrichtung für den nichtflüchtigen Pyrolysereststoff (PR) angeschlossen ist, die einen Schwelgasabzugstutzen zum Abführen von Schwelgas (SG) aufweist, und wobei das Schwelgas (SG) und aufbereiteter Pyrolysereststoff (PR) der Brennkammer (1) zugeleitet sind, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Brennkammer (1) zumindest dreiteilig ist, wobei eine Primärkammer (3), eine Sekundärkammer (4) und ein Ascheaustragsraum (5) hintereinander angeordnet sind, daß der Brenner (2) der Primärkammer (3) zugeordnet ist, wobei über den Brenner (2) ein erster Luftstrom (Primärluft) (EL) in die Primärkammer (3) gelangt, daß die Primärkammer (3) einen Einlaß (6a, 6b, 6c, 6d) für einen zweiten Luftstrom (Sekundärluft) (ZL) zur understöchiometrischen Verbrennung des Gutes bei einer Temperatur unterhalb des Ascheerweichungspunktes und ohne Schlackenfluß aufweist, und daß die Sekundärkammer (4) einen Einlaß (9) für einen dritten Luftstrom (Tertiärluft) (DL) zur kurzfristigen, intensiven, vollständigen Verbrennung des Austrages aus der Primärkammer (3) mit Schlackenfluß aufweist, wobei die Wände der Sekundärkammer (4) mit einem gegen flüssige Schlacke beständigen Material beschichtet sind.
2. Brennkammer nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Ascheaustragsraum (5) einen Boden (15) hat, in dem sich ein Ascheauslaufloch (18) befindet.
3. Brennkammer nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Ascheaustragsraum (5) eine Rauchgasabfuhröffnung (16) aufweist.
4. Brennkammer nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Wände der Sekundärkammer (4) gekühlt sind.
5. Brennkammer (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Einlaß (6d) für den zweiten Luftstrom (Sekundärluft) (ZL) sich im Brenner (2) befindet.
6. Brennkammer (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Einlaß (6a) für den zweiten Luftstrom (Sekundärluft) (ZL) sich am oberen Abschnitt der Primärkammer (3) seitlich vom Brenner (2) befindet.
7. Brennkammer (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß mehrere Einlässe (6a–6d) für den zweiten Luftstrom (Sekundärluft) (ZL) sich in der Primärkammer (3) über deren Höhe verteilt befinden.
8. Brennkammer (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein Einlaß (6a) oder mehrere Einlässe (6a–6d) für den zweiten Luftstrom (ZL) in der Primärkammer (3) schräg zur Wand der Primärkammer (3) ausgerichtet angeordnet ist/sind.
9. Brennkammer (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß mehrere Einlässe (6a–6d) für den zweiten Luftstrom (ZL) in der Primärkammer (3) und/oder mehrere Einlässe (9, 9a–9c) für den dritten Luftstrom (DL) in der Sekundärkammer (4) in parallelen Ebenen untereinander angeordnet sind.
10. Brennkammer (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein Einlaß (6b, 6c, 6, 9) in einer in der Wand der Primärkammer (3) und/oder der Sekundärkammer (4) angeordneten Einbuchtung (23) mündet.
11. Brennkammer (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß oberhalb des Einlasses (6b, 6c, 6, 9) im Inneren der Kammer (3, 4) ein dachförmiger Vorsprung (24) angeordnet ist.
12. Brennkammer (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Primärkammer (3) in hintereinandergeschaltete Teilbrennkammern (3a, 3b, 3c) unterteilt ist.
13. Brennkammer (1) nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Einlässe (6a–6c) für den zweiten Luftstrom (Sekundärluft) (ZL) sich im oberen Abschnitt jeder Teilbrennkammer (3a, 3b, 3c) befinden.
14. Brennkammer (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein Einlaß (9) oder mehrere Einlässe (9a–9c) für den dritten Luftstrom (DL) (Tertiärluft) in der Sekundärkammer (4) schräg zur Wand der Sekundärkammer (4) ausgerichtet angeordnet ist/sind.
15. Brennkammer (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Sekundärkammer (4) in hintereinandergeschaltete Teilbrennkammern (4a, 4b, 4c) unterteilt ist.

16. Brennkammer (1) nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Einlässe (9 a–9 c) für den dritten Luftstrom (Tertiärluft) (DL) sich im oberen Abschnitt jeder Teilbrennkammer (4 a, 4 b, 4 c) befinden.
17. Brennkammer (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 16, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Innenwände der Sekundärkammer (4) mit Steinen abgedeckt sind.
18. Brennkammer (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 17, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Wände der Sekundärkammer (4) innen mit einer Schicht (10) aus Stampfmasse versehen sind.
19. Brennkammer (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 18, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Wände der Sekundärkammer (4) Kühlkanäle (11) enthalten zur Aufnahme eines Kühlmittels, insbesondere von Wasser oder Luft.
20. Brennkammer (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 19, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Primärkammer (3) oder der Sekundärkammer (4) oder dem Ascheaustragsraum (5) Flugstaub (FS) zuführbar ist.
21. Brennkammer (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 20, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Ascheaustragsraum (5) breiter ist als der Ausgang (12) der Sekundärkammer (4), und daß nur der Boden (15) und nicht die Seitenwände des Ascheaustragsraumes (5) beschichtet und/oder gekühlt sind.
22. Brennkammer (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 21, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Boden (15) des Ascheaustragsraumes (5) mit einer Schicht (19) aus Steinen oder Stampfmasse versehen ist.
23. Brennkammer (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 22, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Boden (15) des Ascheaustragsraumes (5) Kühlkanäle (20) enthält, zur Aufnahme eines Kühlmittels, insbesondere von Wasser oder Luft.
24. Brennkammer (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 23, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Ascheaustragsraum (5) einen waagerecht verlaufenden Boden (15) aufweist.
25. Brennkammer (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 24, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Ausgang (12) der Sekundärkammer (4) in der Sekundärkammer (4) von einem ringförmigen Wulst (14) umgeben ist, der eine Ablaufstelle (14 a) an einer von der Rauchgasabfuhröffnung (16) abgewandten Seite aufweist.
26. Brennkammer (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 25, **dadurch gekennzeichnet**, daß im Rauchgasabfuhrstutzen (16) des Ascheaustragsraumes (5) ein Aschefangrost (17) angeordnet ist.
27. Brennkammer (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 26, **dadurch gekennzeichnet**, daß im Ascheaustragsraum (5) ein Aufheizbrenner (22) angeordnet ist.
28. Brennkammer (1) nach Anspruch 27, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Aufheizbrenner (22) mit Schwelgas (SG) gespeist ist.
29. Verfahren zum Verbrennen eines Gutes (PR, SG, FS) aus zumindest teilweise brennbaren Stoffen, insbesondere von aufbereitetem Pyrolysereststoff (PR) und von Schwelgas (SG), die durch Verschwelen von Abfall gebildet sind, **dadurch gekennzeichnet**, daß dem Gut (PR, SG, FS) ein Luftstrom (Primärluft und Sekundärluft) (EL und ZL) zugeleitet wird, so daß es unterstöchiometrisch bei einer Temperatur unterhalb des Ascheerweichungspunktes ohne Schlackenfluß verbrannt wird, daß dann ein weiterer Luftstrom (Tertiärluft) (DL) dem Rückstand (R) der unterstöchiometrischen Verbrennung zugemischt wird, so daß der Rückstand (R) vollständig verbrannt wird, wobei Rauchgas (RG) und fließende Asche (A) gebildet werden.
30. Verfahren nach Anspruch 29, **dadurch gekennzeichnet**, daß in dem Gut (PR, SG, FS) und/oder im Rückstand (R) ein Wirbel erzeugt wird.
31. Verfahren nach einem der Ansprüche 29 oder 30, **dadurch gekennzeichnet**, daß dem Gut oder dem Rückstand (R) oder der fließenden Asche (A) Flugstaub (FS) beigemischt wird.
32. Verfahren nach einem der Ansprüche 29 bis 31, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Asche (A) nach ihrer Bildung aufgeheizt wird.
33. Verfahren nach einem der Ansprüche 29 bis 32, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Rauchgas (RG) in das Gut und/oder in den Rückstand (R) der unterstöchiometrischen Verbrennung zurückgespeist wird.

Hierzu 2 Seiten Zeichnungen

Die Erfindung betrifft eine Brennkammer zum Verbrennen eines Gutes, die mit einem Brenner ausgerüstet ist, insbesondere eine Brennkammer einer Anlage zur thermischen Abfallentsorgung mit einem Pyrolysereaktor, der Abfall in Schwelgas und im wesentlichen nicht flüchtigen Pyrolysereststoff umformt, wobei am Pyrolysereaktor eine Austragsvorrichtung für den nichtflüchtigen Pyrolysereststoff angeschlossen ist, die einen Schwelgasabzugsstutzen zum Abführen von Schwelgas aufweist, und wobei das Schwelgas und aufbereiteter Pyrolysereststoff der Brennkammer zugeleitet sind. Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren zum Verbrennen zumindest teilweise brennbarer Stoffe.

Bisher bekannte ungekühlte Brennkammern weisen über ihre gesamte Innenoberfläche eine feuerfeste Beschichtung auf. Üblich ist eine Ausmauerung mit feuerfesten Schamottsteinen. Auch eine Beschichtung mit einer feuerfesten sogenannten Stampfmasse ist üblich. In einer solchen Brennkammer wird bei Verbrennung von aschehaltigem Brennstoff während des Betriebes flüssige Asche gebildet, die die Oberflächen der Steine oder der Stampfmasse angreifen kann. Es ist daher nach einer bestimmten Betriebszeit eine Erneuerung oder Ausbesserung der Schamottsteine oder der Stampfmasse notwendig. Diese Betriebsintervalle zwischen zwei Instandsetzungen einer Brennkammer können durch die Verwendung besonders widerstandsfähiger Schamottsteine verlängert werden. Solche gegen flüssige Asche weitgehend resistenten Schamottsteine sind aber sehr teuer.

Aus der EP0302310A1 ist eine Anlage zur thermischen Abfallentsorgung bekannt. Mit dieser Anlage wird Abfall in einem Pyrolysereaktor in Schwelgas und im wesentlichen nichtflüchtigen Pyrolysereststoff umgeformt. Am Pyrolysereaktor ist eine Austragsvorrichtung für den nichtflüchtigen Pyrolysereststoff angeschlossen, die einen Schwelgasabzugsstutzen zum Abführen von Schwelgas aufweist. Das Schwelgas und aufbereiteter, beispielsweise gemahlener Pyrolysereststoff gelangen in eine Brennkammer. Dort erfolgt eine Verbrennung, wobei schmelzflüssige Schlacke entsteht. Außerdem entsteht Rauchgas, das aus der Brennkammer über eine Rauchgasleitung abgeleitet wird. Auch die schmelzflüssige Schlacke wird aus der Brennkammer abgelassen. Nach Abkühlung liegt sie dann in verglasten Form vor.

Die Brennkammer dieser Anlage ist wie andere bekannte Brennkammern mit Schamottsteinen oder Stampfmasse ausgekleidet. Wie bei anderen Brennkammern ist eine teure Auskleidung vorhanden, damit das Betriebsintervall zwischen zwei notwendigen Wartungen der Brennkammer möglichst groß ist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Brennkammer anzugeben, die kostengünstig zu erstellen ist und trotzdem nur selten gewartet werden muß. Insbesondere die innere Verkleidung der Brennkammer soll kostengünstig zu erstellen sein und eine lange, ungestörte Betriebszeit gewährleisten. Es soll auch ein Verfahren zum Verbrennen zumindest teilweise brennbarer Stoffe angegeben werden, das mit einer kostengünstigen Innenauskleidung einer Brennkammer auskommt.

Die erste Aufgabe wird gemäß der Erfindung dadurch gelöst, daß die Brennkammer zumindest dreiteilig ist, wobei eine Primärkammer, eine Sekundärkammer und ein Ascheaustragsraum hintereinander angeordnet sind, daß der Brenner der Primärkammer zugeordnet ist, wobei über den Brenner ein erster Luftstrom (Primärluft) in die Primärkammer gelangt, daß die Primärkammer einen Einlaß für einen zweiten Luftstrom (Sekundärluft) zur unterstöchiometrischen Verbrennung des Gutes bei einer Temperatur unterhalb des Ascheerweichungspunktes und ohne Schlackenfluß aufweist, und daß die Sekundärkammer einen Einlaß für einen dritten Luftstrom (Tertiärluft) zur kurzfristigen, intensiven, vollständigen Verbrennung des Austrages aus der Primärkammer mit Schlackenfluß aufweist, wobei die Wände der Sekundärkammer mit einem gegen flüssige Schlacke beständigen Material beschichtet sind.

Der Ascheaustragsraum hat beispielsweise einen Boden, in dem sich ein Ascheauslaufloch befindet. Außerdem weist der Ascheaustragsraum beispielsweise eine Rauchgasabfuhröffnung auf.

Die Primärkammer ist für eine unterstöchiometrische Verbrennung ausgelegt. Daß die Verbrennung stets unterstöchiometrisch bleibt, muß in der Primärkammer stets ein Luftunterschuß vorhanden sein. Durch Einlässe für zwei getrennte Luftströme, die Primärluft und die Sekundärluft, in der Primärkammer kann an jeder Stelle der Primärkammer stets der benötigte Luftstrom zur Verfügung stehen, ohne daß in einem Teil der Primärkammer, beispielsweise im oberen Bereich, zu viel Luft vorhanden wäre.

Bedingt durch die unterstöchiometrische Verbrennung überschreitet die Temperatur in der Primärkammer den Ascheerweichungspunkt nicht. Der Ascheerweichungspunkt einer bestimmten Asche ist eine Temperatur, bei der sich definitionsgemäß eine bestimmte Verformung und Klebefähigkeit einstellt. Da der Ascheerweichungspunkt in der Primärkammer nicht überschritten wird, kann auch keine flüssige Asche oder Schlacke an die Innenauskleidung der Primärkammer gelangen. Dadurch ist eine Auskleidung der Primärkammer mit teurer flüssiger Asche oder Schlacke widerstehenden Schamottsteinen oder mit entsprechend geeigneter Stampfmasse nicht erforderlich.

Die sich an die Primärkammer anschließende Sekundärkammer weist gemäß der Erfindung einen Einlaß für Tertiärluft auf. Durch diese Tertiärluft wird in der Sekundärkammer ein Luftüberschuß eingestellt, der eine kurzfristige, intensive und vollständige Verbrennung gewährleistet. Dabei überschreitet die Temperatur den Ascheerweichungspunkt, und es kommt zu einem Schlackenfluß auf der Innenoberfläche der Sekundärkammer. Der Ascheerweichungspunkt einer bestimmten Asche ist eine Temperatur, bei der die Zähigkeit so niedrig ist, daß die Asche fließt. Die Sekundärkammer ist gemäß der Erfindung daher mit hitzebeständigem und gegen flüssige Schlacke beständigem Material beschichtet. Dieses Material ist teurer als das für die Beschichtung der Primärkammer verwendete Material. Die Anlage nach der Erfindung benötigt das teure Material aber nur zur Beschichtung eines Teiles der Brennkammer, nämlich der Sekundärkammer. Man kommt daher mit wenig teurem Material aus. An die Sekundärkammer schließt sich der Ascheaustragsraum an. In dessen Boden befindet sich ein Ascheauslaufloch. Nur der Boden des Ascheaustragsraumes, der mit flüssiger Asche oder Schlacke in Kontakt kommt, ist mit gegen flüssige Schlacke beständigem Material beschichtet. Der Ascheaustragsraum weist eine Rauchgasabfuhröffnung auf, an die ein Rauchgaskanal, der zu einem Kamin führt, angeschlossen sein kann.

Beim Einsatz der Brennkammer nach der Erfindung in einer Anlage zur thermischen Abfallentsorgung, einer sogenannten Schwel-Brenn-Anlage, wird in der Brennkammer aufbereiteter Pyrolysereststoff zusammen mit Schwelgas verbrannt. Es verbleiben Rauchgas und flüssige Asche oder Schlacke, die in einem Wasserbad zu Schmelzgranulat weiterverarbeitet werden kann.

Mit der Brennkammer nach der Erfindung wird der Vorteil erzielt, daß ein großer Teil der Brennkammer, die Primärkammer, ohne eine teure Auskleidung auskommt. Nur ein kleiner Teil der Brennkammer, die Sekundärkammer benötigt eine gegen flüssige Schlacke beständige Auskleidung. Die Brennkammer nach der Erfindung ist kostengünstig auszuführen und gewährleistet eine lange, ungestörte Betriebszeit.

Beispielsweise sind die Wände der Sekundärkammer gekühlt. Dadurch kann auch auf eine teure Beschichtung des Inneren der Sekundärkammer zum Schutz gegen flüssige Asche und Schlacke verzichtet werden. Mit einer kostengünstigen Beschichtung ist eine lange, ungestörte Betriebszeit gewährleistet.

Es kann eine Beschichtung gewählt werden, die kostengünstiger ist als eine Beschichtung, die in einer ungekühlten Kammer notwendig wäre, in der flüssige Asche oder Schlacke fließt.

Der Einlaß für den zweiten Luftstrom (Sekundärluft) befindet sich beispielsweise im Brenner. Nach einem anderen Beispiel befindet sich der Einlaß für die Sekundärluft am oberen Abschnitt der Primärkammer seitlich neben dem Anschluß für den Brenner. Ein anderes Beispiel sieht vor, daß mehrere Einlässe für Sekundärluft an der Primärkammer über deren gesamte Länge verteilt angeordnet sind. Insbesondere damit wird der Vorteil erzielt, daß in der gesamten Primärkammer überall genau diejenige Luftkonzentration einzustellen ist, die eine unterstöchiometrische Verbrennung bei einer Temperatur unterhalb des Ascheerweichungspunktes sicherstellt. Die Luftzufuhr in die Primärkammer ist so zu wählen, daß einerseits die Temperatur des Ascheerweichungspunktes nicht überschritten wird und andererseits die unterstöchiometrische Verbrennung in der gesamten Primärkammer stets aufrechtzuerhalten ist. Das ist dadurch gewährleistet, daß neben der Primärluft Sekundärluft, insbesondere an den besonders ausgewählten Stellen, in die Primärkammer hineingelangen kann. Der Luftstrom ist so an jedem Punkt in der Primärkammer optimal einzustellen.

Beispielsweise sind ein Einlaß oder mehrere Einlässe für die Sekundärluft in der Primärkammer schräg, das heißt mit tangentialer Komponente, zur Wand der Primärkammer ausgerichtet. Damit wird im Medium, das sich in der Primärkammer befindet, ein Wirbel erzeugt, der sich von der Primärkammer aus in die Sekundärkammer hinein fortsetzt.

In der Primärkammer wird durch diese Zuführung von Sekundärluft das Medium vermischt. Der entstehende schwache Drall am Eingang der Sekundärkammer begünstigt die Bildung eines Dralls in der Sekundärkammer.

Beispielsweise sind Einlässe für die Sekundärluft in der Primärkammer in parallelen Ebenen untereinander angeordnet. Entsprechend können auch zwei oder mehrere Einlässe für die Tertiärluft in der Sekundärkammer in parallelen Ebenen untereinander angeordnet sein. Durch diese Zuführung von Luft in mehreren Ebenen kann die Verbrennung in der Primärkammer aber auch in der Sekundärkammer gesteuert werden.

Die Einlässe für Luft können in Einbuchtungen hinein münden, die in der Innenwand der Primärkammer und/oder der Sekundärkammer angeordnet sind. Dadurch sind die Einmündungen vor dem in der Brennkammer befindlichen Gut geschützt. Dem Schutz einer Einmündung kann auch ein dachförmiger Vorsprung dienen, der beispielsweise oberhalb eines Einlasses an der Innenwand der Brennkammer angeordnet ist.

Beispielsweise ist die Primärkammer in hintereinander geschaltete Teilbrennkammern unterteilt. Einlässe für den zweiten Luftstrom befinden sich beispielsweise in jeder Teilbrennkammer, in deren oberem Abschnitt, also in Strömungsrichtung am Eingang der Teilbrennkammer. Mit der Unterteilung der Primärkammer in Teilbrennkammern und mit der Luftzuführung in jede dieser Teilbrennkammern wird eine optimale Luftzuführung in die Primärkammer und eine optimale Durchmischung des Mediums in der Primärkammer erzielt.

Beispielsweise ist der Einlaß für Tertiärluft in die Sekundärkammer schräg, das heißt mit tangentialer Komponente zur Wand der Sekundärkammer ausgerichtet. Dadurch wird direkt in der Sekundärkammer ein Drall erzeugt, der die schweren Teile des Mediums in der Sekundärkammer zur Wand hin drückt. Dort wird flüssige Asche an der Wand abgeschieden und fließt entlang der Wand zur Austrittsöffnung der Sekundärkammer. Von dort gelangt die flüssige Asche in den Ascheaustragsraum. Die Wirkung des in der Sekundärkammer erzeugten Dralls ist deutlich verbessert, falls bereits in der Primärkammer ein Drall erzeugt worden ist. Durch die Erzeugung eines Dralls im Medium, das sich in der Brennkammer befindet, wird der Vorteil erzielt, daß flüssige Asche und Schlacke vom Rauchgas und auch von anderen Stoffen schnell und zuverlässig abzutrennen ist.

Wie die Primärkammer kann auch die Sekundärkammer in hintereinander geschaltete Teilbrennkammern unterteilt sein. Entsprechend befinden sich Einlässe für den dritten Luftstrom beispielsweise in jeder Teilbrennkammer der Sekundärkammer in deren oberem Abschnitt, also in Strömungsrichtung am Eingang der Teilbrennkammer. Mit der Unterteilung auch der Sekundärkammer in Teilbrennkammern und mit der Luftzuführung in jede dieser Teilbrennkammern ist eine genaue Steuerung der Verbrennung in der Sekundärkammer möglich. Es wird außerdem eine verbesserte Durchmischung des Mediums in der Sekundärkammer erzielt.

Die Wände der Sekundärkammer sind von innen beispielsweise mit Steinen abgedeckt. Diese Steine bestehen aus einem Material, das widerstandsfähig ist und durch Schlacke und Asche nicht angegriffen wird. Nach einem weiteren Beispiel sind die Wände der Sekundärkammer von innen mit einer Stampfmasse beschichtet, die entsprechende Eigenschaften hat. Da nur die Sekundärkammer mit hochwertigen Steinen oder Stampfmassen auszustatten ist, ergibt das einen Kostenvorteil gegenüber einer Brennkammer, die ganz mit hochwertigen Steinen oder Stampfmassen ausgekleidet werden muß.

Um die Wände der Sekundärkammer noch preisgünstiger zu machen, sind diese Wände gekühlt. Dazu enthalten die Wände der Sekundärkammer beispielsweise Kühlkanäle, die ein Kühlmittel, insbesondere Wasser oder Luft, aufnehmen. Durch diese ständige Kühlung der Sekundärkammerwände von außen her wird eine starke Überhitzung der mit der flüssigen Asche oder Schlacke benetzten Innenoberflächen der Wände verhindert. Folglich können selbst in der Sekundärkammer, wie schon in der Primärkammer, preisgünstige Auskleidungen verwendet werden. Durch die Kühlung bildet sich auf der Oberfläche der Auskleidung eine dünne, feste Schlackenschicht, auf der sich nach innen ein flüssiger Schlackefilm bildet. Die feste Schlackenschicht schützt das darunterliegende Material der Auskleidung vor einem Angriff durch die flüssige Schlacke. Man benötigt also für die Auskleidung der Sekundärkammer kein teures gegen Schlackenfluß resistentes Material.

Der Primärkammer oder der Sekundärkammer oder dem Ascheaustragsraum ist beispielsweise Flugstaub zuführbar. Die Zufuhr kann über besondere Zuführöffnungen, aber auch durch den Brenner oder zusammen mit Sekundärluft oder Tertiärluft erfolgen. Läßt sich der Flugstaub aufgrund seiner Eigenschaften leicht in ein Schlackebad einbinden, dann ist es besonders vorteilhaft, den Flugstaub direkt dem Ascheaustragsraum zuzuführen. Der Flugstaub wird auf diese Weise in die Schlacke eingebunden. Der Ascheaustragsraum ist beispielsweise breiter als der Ausgang der Sekundärkammer. Dadurch gelangt die aus der Sekundärkammer ausgetragene Schlacke oder flüssige Asche nicht an die Seitenwände des Ascheaustragsraumes. Deshalb muß nur der Boden des Ascheaustragsraumes mit gegen flüssige Schlacke resistentem Material belegt sein. Das können teure Steine oder Stampfmassen sein, oder auch kostengünstige Steine oder Stampfmassen, falls eine Kühlvorrichtung im Boden des Ascheaustragsraumes vorhanden ist. Die Kühlvorrichtung kann derart aufgebaut sein, daß der Boden des Ascheaustragsraumes Kühlkanäle enthält, zur Aufnahme eines Kühlmittels, insbesondere von Wasser oder Luft.

Der Boden des Ascheaustragsraumes verläuft z. B. waagrecht, wodurch sich bei Kühlung um das Ascheauslaufloch herum eine Schlackenschicht ausbilden kann, die den Boden vor Erosion schützt.

Der Ausgang der Sekundärkammer ist in der Sekundärkammer beispielsweise von einem Ring umgeben, der eine Ablaufstelle an einer von der Rauchgasabfuhröffnung abgewandten Seite aufweist. Dazu ist, von einer fiktiven horizontalen Ebene aus gemessen, die Höhe dieses Ringes an einer vom Rauchgasabfuhrstutzen des Ascheaustragsraumes abgewandten Stelle kleiner als sonst. Dadurch ergibt sich eine Rinne, die um den Ausgang der Sekundärkammer herum verläuft. Beim Betrieb der Brennkammer füllt sich diese Rinne mit flüssiger Asche oder Schlacke an. Dort wo der Ring gegenüber einer horizontalen Ebene am niedrigsten ist, fließt die Schlacke sowie die Rinne gefüllt ist, in einem Strahl aus der Sekundärkammer in den Ascheaustragsraum. Da die niedrigste Stelle des Ringes sich an einer vom Rauchgasabfuhrstutzen des Ascheaustragsraumes abgewandten Stelle befindet, fließt dort die gesamte flüssige Schlacke mit nur einem Strahl in den Ascheaustragsraum hinein. Mit dem Ring wird folglich der Vorteil erzielt, daß sich nur ein Aschestrahl von der Sekundärkammer in den Ascheaustragsraum ergibt, der durch ausströmendes Rauchgas nicht gekreuzt wird. Somit wird der Ascheausfluß nicht durch die Rauchgasströmung gestört. Falls flüssige Asche und Rauchgas beide unkontrolliert aus dem breiten Ausgang der Sekundärkammer herausfließen würden, würde eine Vermischung von Rauchgas und Schlacke im Ascheaustragsraum erfolgen können. Statt zum Ascheauslaufloch zu gelangen, würden kleine Schlackenteile mit dem Rauchgas weggetragen werden. Das wird durch den Ring in der Sekundärkammer verhindert.

Im Rauchgasabfuhrstutzen des Ascheaustragsraumes ist beispielsweise ein Aschefangrost angeordnet. Damit wird der Vorteil erzielt, daß weniger Ascheteilchen in den Rauchgaskanal gelangen. Solche Teilchen würden in der Rauchgasleitung vorhandene Wärmetauscherheizflächen verschmutzen.

Beispielsweise ist im Ascheaustragsraum ein Aufheizbrenner angeordnet. Es wird eingesetzt, falls die aus der Sekundärkammer kommende flüssige Schlacke oder Asche schlechte Fließeigenschaften haben sollte. Dann wird die Schlacke im Ascheaustragsraum nochmals erwärmt, so daß sie zum Ascheauslaufloch gelangt und dort austritt. Bei ausreichender Fließfähigkeit der Schlacke oder Asche bleibt der Aufheizbrenner ausgeschaltet. Der Aufheizbrenner wird mit einem externen Brennmaterial gespeist. Er kann aber auch mit Schwelgas gespeist sein, das einem Pyrolysereaktor entstammt. Dadurch wird externes Brennmaterial eingespart.

Mit der Brennkammer nach der Erfindung wird insbesondere der Vorteil erzielt, daß bei kostengünstiger Ausführung der Brennkammer lange Betriebsintervalle ohne Wartungsarbeiten oder Reparaturarbeiten an der Brennkammer durchführbar sind. Die zweite gestellte Aufgabe, ein Verfahren zum Verbrennen eines Gutes aus zumindest teilweise brennbaren Stoffen anzugeben, wird gemäß der Erfindung dadurch gelöst, daß dem Gut, das beispielsweise eine Mischung aus aufbereitetem Pyrolysereststoff und Schwelgas ist, ein Luftstrom (Primärluft und Sekundärluft) zugeleitet wird und die Mischung unterstöchiometrisch bei einer Temperatur unterhalb des Ascheerweichungspunktes ohne Schlackenfluß verbrannt wird, daß dann ein weiterer Luftstrom (Tertiärluft) dem Rückstand der unterstöchiometrischen Verbrennung zugemischt wird und der Rückstand dann vollständig verbrannt wird, wobei Rauchgas und fließende Asche gebildet werden.

Für die Durchführung dieses Verfahrens genügt vorteilhaft eine kostengünstig zu erstellende und gleichzeitig widerstandsfähige Brennkammer, die wenig Wartung benötigt. Insbesondere ist die zuvor beschriebene Brennkammer geeignet.

In dem zu behandelnden Gut, besonders aber im Rückstand der unterstöchiometrischen Verbrennung wird beispielsweise ein Drall erzeugt, wodurch die sich bildende flüssige Asche nach außen getragen wird und an einer Behälterwand, z. B. der Brennkammerwand, herunter fließen kann. Die Trennung von Rauchgas und flüssiger Asche wird dadurch verbessert. Dem zu behandelnden Gut oder dem Rückstand der unterstöchiometrischen Verbrennung wird beispielsweise Flugstaub beigemischt, der dem Verfahren nach der Erfindung entstammen kann und der somit zurückgeführt wird. Flugstaub kann auch der noch fließenden Asche oder Schlacke beigemischt werden. Damit wird der Flugstaub vorteilhaft ganz oder teilweise in später festes Schlackengranulat eingebunden.

Beispielsweise wird die flüssige Asche, nachdem sie gebildet worden ist, nochmals aufgeheizt, damit ein frühzeitiges Erstarren verhindert wird. Die Schlacke fließt dann besser aus dem Ascheaustragsraum der Brennkammer heraus.

Schließlich kann das entstandene Rauchgas nach Abkühlung in einem Wärmetauscher im Brenner oder in separaten Zuführstellen z. B. zusammen mit der Verbrennungsluft in die Brennkammer eingespeist werden. Dadurch ist die für das Verfahren notwendige Temperatur an jeder Stelle der Brennkammer einzustellen.

Mit der Anlage und mit dem Verfahren nach der Erfindung wird der Vorteil erzielt, daß zu behandelndes Gut, das insbesondere Pyrolysereststoff und Schwelgas aus einem Schwel-Brenn-Verfahren ist, in einer kostengünstig zu erstellenden Brennkammer, die wenig Wartungs- und Reparaturaufwand benötigt, zuverlässig in flüssige Asche und Rauchgas zu zerlegen ist.

Ein Ausführungsbeispiel der Anlage nach der Erfindung, in der das Verfahren nach der Erfindung ablaufen kann, wird anhand der Zeichnung näher erläutert:

Fig. 1: zeigt eine Brennkammer mit in Teilbrennkammern unterteilter Primärkammer.

Fig. 2: zeigt schematisch eine Wand einer Sekundärkammer, die in Teilbrennkammern unterteilt ist.

Fig. 3: zeigt schematisch eine Wand einer Brennkammer mit Einbuchtungen zur Aufnahme von Luftzuführungen.

Fig. 4: zeigt schematisch eine Wand einer Brennkammer mit Luftzuführungen und darüber angeordneten dachförmigen Vorsprüngen.

Eine Brennkammer 1 nach Figur 1, die mit einem Brenner 2 ausgerüstet ist, ist dreiteilig aufgebaut. Dabei sind eine Primärkammer 3, eine Sekundärkammer 4 und ein Ascheaustragsraum 5 hintereinander angeordnet. Der Brenner 2 ist der Primärkammer 3 zugeordnet. Die Primärkammer 3 besteht aus drei hintereinander angeordneten Teilbrennkammern 3a, 3b und 3c. Die Primärkammer 3 kann aber auch einteilig sein. Über den Brenner 2 gelangt ein zumindest teilweise brennbares Gut, das Pyrolysereststoff PR und Schwelgas SG aus einer Schwel-Brenn-Anlage sein kann, in die Primärkammer 3. Auch ein Primärluft genannter erster Luftstrom EL gelangt über den Brenner 2 in die Primärkammer 3. Die Primärkammer 3 weist über ihre Länge verteilt Einlässe 6a, 6b, 6c und 6d für einen Sekundärluft genannten zweiten Luftstrom ZL auf. Dabei ist jeder Teilbrennkammer 3a, 3b und 3c mindestens ein Einlaß 6a, 6b und 6c zugeordnet. Mindestens ein weiterer Einlaß 6d kann sich

im Brenner 2 befinden. Durch eine tangentiale Anordnung zumindest einiger der Einlässe 6a bis d werden in dem in der Primärkammer 3 strömenden Medium Wirbel erzeugt, die eine gute Durchmischung des Mediums zur Folge haben. Es wird auch in der Primärkammer 3 ein schwacher Drall erzeugt, der sich in die Sekundärkammer 4 hinein fortpflanzt. Die Luftzufuhr in die Primärkammer 3 ist so bemessen, daß dort nur eine unterstöchiometrische Verbrennung erfolgt. Die Temperatur bleibt unterhalb des Ascheerweichungspunktes, so daß flüssige Asche A oder Schlacke nicht entsteht. Daher reicht eine einfache Auskleidung 7 der Primärkammer 3 beispielsweise mit kostengünstigen Steinen aus. Über einen Ausgang 8, der ohne oder mit Einziehung ausgebildet sein kann, steht die Primärkammer 3 unmittelbar mit der Sekundärkammer 4 in Verbindung. In dem der Primärkammer 3 zugewandten Bereich der Sekundärkammer 4 ist zumindest ein Einlaß 9 für einen Tertiärluft genannten dritten Luftstrom DL angeordnet. Dieser Luftstrom DL ist so bemessen, daß in der Sekundärkammer 4 eine vollständige Verbrennung des aus der Primärkammer 3 zugeleiteten Rückstandes R erfolgt. Diese Verbrennung geschieht bei einer Temperatur oberhalb des Ascheerweichungspunktes, so daß flüssige Asche A oder Schlacke entsteht. Auch die Einlässe 9 für den dritten Luftstrom DL sind, wie schon die Einlässe 6a bis d, für den zweite Luftstrom ZL schräg, das heißt mit tangentialer Komponente, zur Wand der Brennkammer 1 ausgerichtet. Dadurch entsteht im Rückstand R, der sich in der Sekundärkammer 4 befindet, ein Drall, durch den flüssige Asche A oder Schlacke auf der Innenoberfläche der Sekundärkammer 4 abgeschieden wird. Dort fließt die flüssige Asche A nach unten. Um Beschädigungen vorzubeugen, sind die Innenwände der Sekundärkammer 4 mit einer Schicht 10 aus Steinen oder aus Stampfmasse versehen. Damit auch weniger teures Material für die Schicht 10 der Sekundärkammer 4 ausreicht, befinden sich in den Wänden der Sekundärkammer 4 Kühlkanäle 11, durch die ein Kühlmittel, insbesondere Wasser oder Luft, strömt. Durch die ständige Kühlung werden die Wände der Sekundärkammer 4 durch die flüssige Asche A gar nicht oder nur wenig angegriffen, da sich zwischen der flüssigen Aschenschicht und der gekühlten Wand eine feste Schlackenschicht aufgrund der Kühlung ausbildet. An die Sekundärkammer 4 schließt sich über einen engen Ausgang 12 der Ascheaustragsraum 5 an. In diesen Ascheaustragsraum 5 hinein gelangt die flüssige Asche A oder Schlacke über eine ringförmige Rinne 13, die den Ausgang 12 umschließt und von diesem durch einen ringförmigen Wulst 14 getrennt ist. Der Wulst 14 hat gegenüber einer fiktiven horizontalen Ebene an einem bestimmten Punkt eine minimale Höhe. Dadurch ist eine Ablaufstelle 14a gebildet. Flüssige Asche A, die an den Wänden der Sekundärkammer 4 herunterfließt, sammelt sich zunächst in der Rinne 13 und überschreitet dann den Wulst 14 an dessen niedrigsten Punkt, nämlich an der Ablaufstelle 14a. Durch das Ansammeln der flüssigen Asche A vor der Abgabe in den Ascheaustragsraum 5 ist ein gleichmäßiger, kontinuierlicher Aschestrahle gegeben. Dadurch, daß der Ausgang 12 eng ist, gelangt dort Rauchgas RG mit hoher Geschwindigkeit in den Ascheaustragsraum 5. Der zunächst nach unten gerichtete Rauchgasstrom wird auf einem Boden 15 des Ascheaustragsraumes 5 umgelenkt. Der Boden 15 wirkt dabei wie eine Prallplatte. Dabei werden Ascheteilchen aus dem Rauchgas RG abgeschieden.

Der Ascheaustragsraum 5 weist eine Rauchgasabfuhröffnung 16 auf, durch die das Rauchgas RG abgeleitet wird. Vor der Rauchgasabfuhröffnung 16 befindet sich bei Bedarf ein Aschefangrost 17, der weitere Ascheteilchen zurückhält. Zur Abfuhr der flüssigen Asche A oder Schlacke befindet sich im Ascheaustragsraum 5 ein Ascheauslaufloch 18. Dieses Ascheauslaufloch 18 wird von heißem Rauchgas RG überstrichen und wird damit erhitzt, so daß Asche A oder Schlacke im Ascheauslaufloch 18 nicht erstarren kann. Das Ascheauslaufloch 18 kann daher nicht verstopfen.

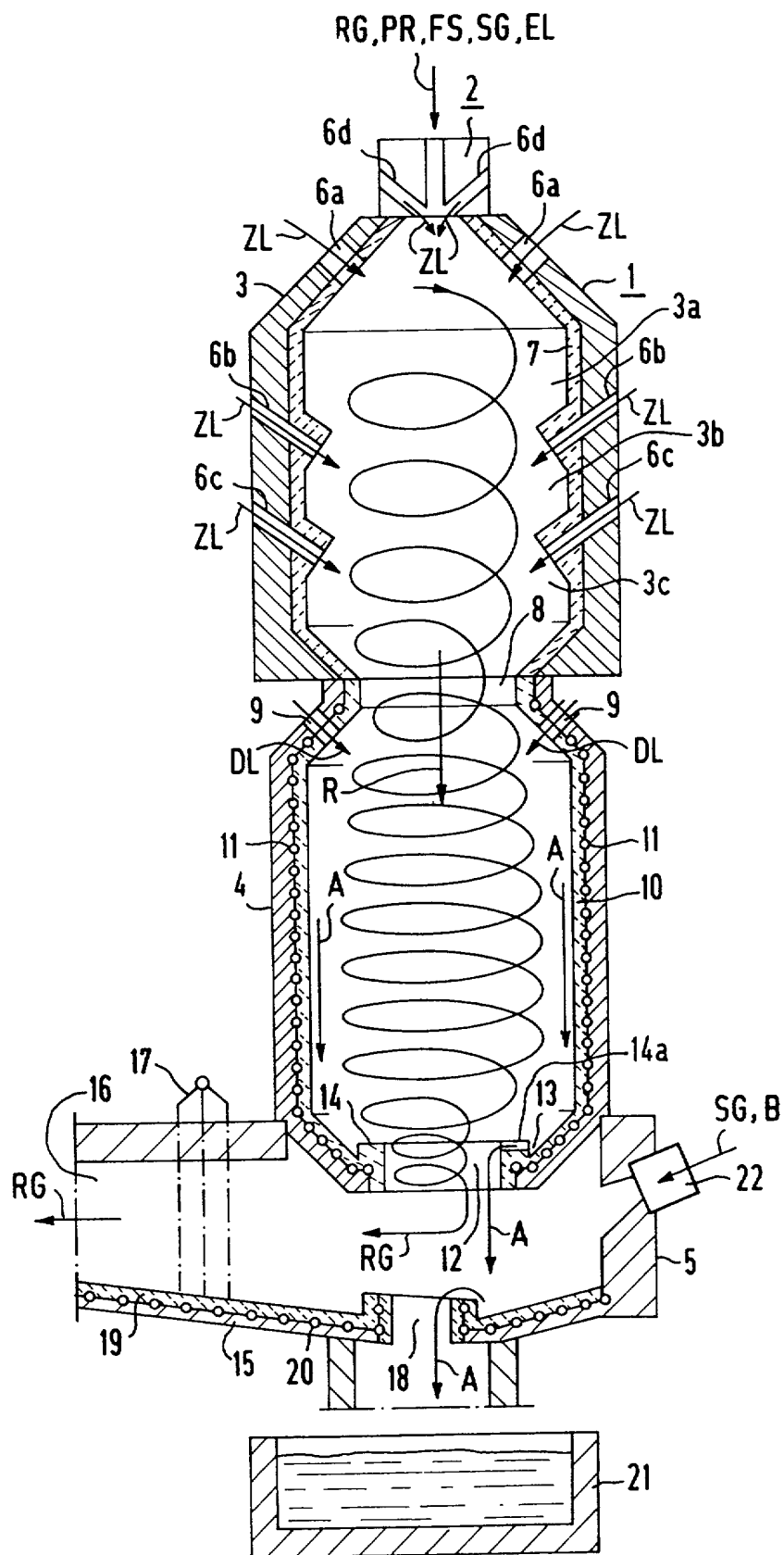
Der Ascheaustragsraum 5 ist breiter als der Ausgang 12 der Sekundärkammer 4. Daher kann flüssige Asche A oder Schlacke nicht an die Seitenwände des Ascheaustragsraumes 5 gelangen, die daher nicht aus hochgradig widerstandsfähigem Material zu bestehen brauchen. Der Boden 15 des Ascheaustragsraumes 5 ist ähnlich wie die Wände der Sekundärkammer 4 mit einer Schicht 19 aus Stampfmasse oder Steinen versehen und enthält häufig Kühlkanäle 20. Auch in den Seitenwänden können Kühlkanäle vorhanden sein. Bedingt durch die Kühlung bildet sich im Laufe des Betriebes der Brennkammer 1 auf dem Boden 15 des Ascheaustragsraumes 5 eine feste Schlackenschicht aus, die den Boden 15 vor Erosion schützt. Auf dieser festen Schlackenschicht, die als Wärmedämmschicht dient, fließt die flüssige Asche A zum Ascheauslaufloch 18 und gelangt von dort in einen Wasserbehälter 21, wo sie granuliert. Die niedrigste Stelle des ringförmigen Wulstes 14 um den Ausgang 12, die Ablaufstelle 14a der Sekundärkammer 4 befindet sich an einer Position, die den größten Abstand zur Rauchgasabfuhröffnung 16 hat. Dadurch ist gewährleistet, daß sich im Ascheaustragsraum 5 flüssige Asche A und Rauchgas RG nicht kreuzen, was zu einer Verwirbelung des Rauchgases RG und zum Mitreißen von flüssiger Asche in den Rauchgasen führen würde. Um gegebenenfalls die flüssige Asche A im Ascheaustragsraum 5 flüssig zu halten, befindet sich im Ascheaustragsraum 5 ein Aufheizbrenner 22, der mit einem externen Brennstoff B oder auch mit Schwelgas SG einer Schwelbrennanlage gespeist sein kann. Flugstaub FS, der zuvor aus dem Rauchgas RG herausgefiltert wurde, und auch Rauchgas RG können in die Brennkammer 1 zurückgespeist werden.

Die Brennkammer der Figur 2 unterscheidet sich von der Brennkammer 1 nach Figur 1 nur dadurch, daß neben der Primärkammer 3 auch die Sekundärkammer 4 in Teilbrennkammern 4a, 4b, 4c unterteilt ist. Dabei ist jeder Teilbrennkammer 4a, 4b und 4c mindestens ein Einlaß 9a, 9b und 9c zugeordnet. Dadurch wird eine gute Durchmischung des Mediums in der Sekundärkammer 4 bewirkt. Der bereits in der Primärkammer 3 erzeugte schwache Drall wird auch in der Sekundärkammer 4 unterstützt. Außerdem läßt sich die Luftzufuhr und damit die Verbrennung gut steuern.

Die Lufteinlässe 6b, 6c in der Primärkammer 3 können beispielsweise so gestaltet sein, daß die Innenwand der Primärkammer 3, wie in Figur 3 gezeigt, Einbuchtungen 23 aufweist, wobei die Einlässe 6b, 6c in diese Einbuchtungen 23 hinein münden. Die Einlässe 6b, 6c befinden sich dabei in einer geschützten Position. Entsprechende Einbuchtungen zur Aufnahme der Einlässe 9b, 9c kann auch die Innenwand der Sekundärkammer 4 aufweisen.

Nach Figur 4 kann oberhalb eines Einlasses 6b, 6c zu dessen Schutz ein dachförmiger Vorsprung 24 an der Innenwand der Primärkammer 3 angeordnet sein. Ein entsprechender dachförmiger Vorsprung kann auch oberhalb eines Einlasses 9b, 9c an der Innenwand der Sekundärkammer 4 angeordnet sein.

In der Brennkammer 1 können Brennstoffe, insbesondere Pyrolysereststoff PR und Schwelgas SG, die einer Schweltrommel entstammen, vollständig verbrannt und in Rauchgas RG und flüssige Asche A oder Schlacke umgewandelt werden, ohne daß aufwendige und teure Beschichtungen der Brennkammer 1 notwendig wären und ohne daß häufige Wartungen und Reparaturen der Brennkammer 1 notwendig sind.



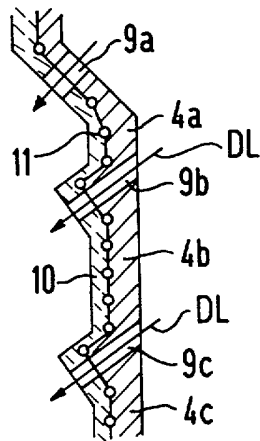


FIG 2

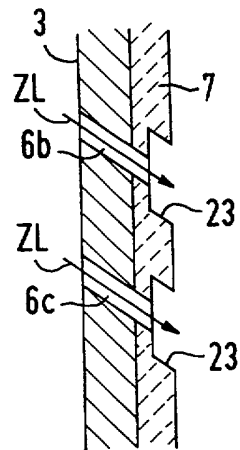


FIG 3

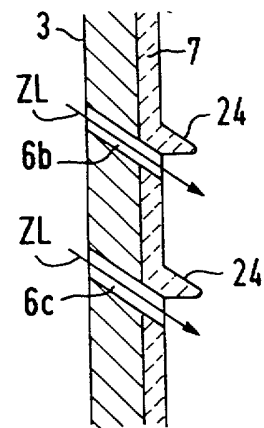


FIG 4