

(19)



(11)

**EP 3 076 076 A1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**05.10.2016 Patentblatt 2016/40**

(51) Int Cl.:  
**F23L 7/00** (2006.01) **F23C 6/04** (2006.01)  
**F23C 9/00** (2006.01) **F23C 9/06** (2006.01)  
**F23G 5/027** (2006.01) **F23G 5/16** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **16000114.5**

(22) Anmeldetag: **19.01.2016**

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

(72) Erfinder:  
 • **VON RAVEN, Robert**  
**82402 Seeshaupt (DE)**  
 • **MARTIN, Johannes**  
**81675 München (DE)**

(74) Vertreter: **Castell, Klaus**  
**Patentanwaltskanzlei**  
**Liermann - Castell**  
**Willi-Bleicher-Strasse 7**  
**52353 Düren (DE)**

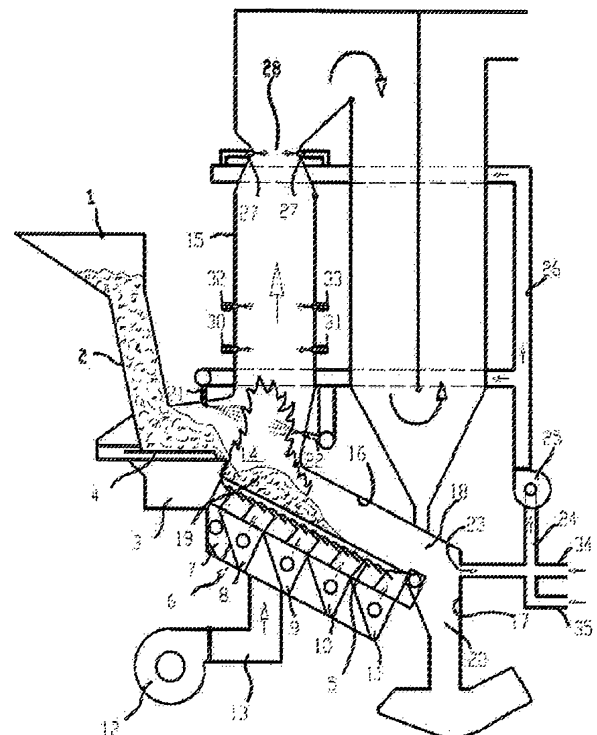
(30) Priorität: **30.03.2015 DE 102015003995**

(71) Anmelder: **Martin GmbH für Umwelt- und  
 Energietechnik**  
**80807 München (DE)**

(54) **VERFAHREN ZUR VERBRENNUNGSFÜHRUNG BEI ROSTFEUERUNGEN SOWIE  
 ROSTFEUERUNG**

(57) Bei einem Verfahren zur Verbrennungsführung bei Rostfeuerungen, bei dem eine Primärverbrennungsgasmenge durch den Brennstoff hindurch in einen Primärverbrennungsbereich geführt wird, wird im hinteren Rostbereich ein Teil des Abgasstroms abgesaugt und dem Verbrennungsprozess als internes Rezirkulationsgas wieder zugeführt. Dabei wird zwischen dem Rost (5) und der Zuführung (28) des internen Rezirkulationsgases kein Sekundärverbrennungsgas zugeführt.

Eine Rostfeuerung zur Durchführung dieses Verfahrens hat Düsen (27) derart oberhalb des Feuerungsrostes (5), dass zwischen dem Feuerungsrost (5) und den Düsen (27) keine Luftzuführung angeordnet ist.



**Figur 1**

**EP 3 076 076 A1**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Verbrennungsführung bei Rostfeuerungen, bei dem eine Primärverbrennungsgasmenge durch den Brennstoff hindurch in einen Primärverbrennungsbereich geführt wird und im hinteren Rostbereich ein Teil des Abgasstroms abgesaugt und dem Verbrennungsprozess als internes Rezirkulationsgas wieder zugeführt wird.

**[0002]** Darüber hinaus betrifft die Erfindung eine Rostfeuerung insbesondere zur Durchführung eines derartigen Verfahrens mit einem Feuerungsrost, einer Einrichtung unterhalb des Feuerungsrostes zur Zuführung von Primärverbrennungsluft durch den Feuerungsrost hindurch, wobei im Feuerraum über den Feuerungsrost mindestens eine Absaugleitung für Abgas vorgesehen ist, wobei die Saugseite eines Ventilators mit der Absaugleitung verbunden ist, dessen Druckseite über eine Leitung mit Düsen verbunden ist.

**[0003]** Ein gattungsgemäßes Verfahren und eine gattungsgemäße Rostfeuerung sind aus der EP 1 901 003 A1 bekannt. Dort wird Rezirkulationsgas eingesetzt, um die Menge des Abgasstromes zu vermindern und die Schadstoffemissionen zu reduzieren.

**[0004]** Der vorliegenden Erfindung liegt nun die Aufgabe zugrunde, ein derartiges Verfahren dahingehend zu optimieren, dass ein besonders guter Ausbrand fester Brennstoffe und eine möglichst geringe Stickoxid-Bildung erreicht werden.

**[0005]** Diese Aufgabe wird in verfahrenstechnischer Hinsicht mit den Merkmalen des Verfahrens nach Patentanspruch 1 gelöst. Anlagentechnisch wird die Aufgabe mit einer Rostfeuerung gelöst, die die im Patentanspruch 12 angegebenen Merkmale aufweist.

**[0006]** Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren wird ein optimaler Ausbrand der Abgase bei geringer Stickoxid-Bildung erzielt, während ein stabiler Betrieb bei geringen Luftüberschusszahlen von etwa  $\lambda = 1,1$  bis  $\lambda = 1,5$  bei einem möglichst geringen Abgasvolumen durchgeführt werden kann.

**[0007]** Eine Weiterbildung sieht ein Verfahren vor, bei dem in einem ersten Abgaszug kein Sekundärverbrennungsgas zugeführt wird.

**[0008]** Verfahrenstechnisch ist es vorteilhaft, wenn im Primärverbrennungsbereich eine stöchiometrische bis stark unterstöchiometrische Reaktionsbedingung mit  $\lambda = 1$  bis  $\lambda = 0,5$  eingestellt wird und in einem Ausbrandbereich, der in Strömungsrichtung nach dem Primärverbrennungsbereich liegt, das interne Rezirkulationsgas zugeführt wird.

**[0009]** Dabei wird angestrebt, dass die Abgase in einem ersten Abgaszug, vorzugsweise nach der Rezirkulationsgaszuführung, eine Verweilzeit von mindestens 2 Sekunden bei einer Temperatur von über  $850^\circ\text{C}$  aufweisen.

**[0010]** Eine Verbesserung des Ausbrands kann dadurch erreicht werden, dass in Strömungsrichtung nach dem Primärverbrennungsbereich als Verwirbelungsgas

Dampf oder ein Inertgas zur Erzeugung einer Turbulenz zugeführt wird.

**[0011]** Weiterhin wird vorgeschlagen, dass in Strömungsrichtung nach der Zuführung des Verwirbelungsgases ein externes Rezirkulationsgas zugeführt wird, das einen Dampferzeuger und gegebenenfalls eine Abgasreinigungsanlage durchlaufen hat.

**[0012]** Dabei kann in Strömungsrichtung vor der Zuführung des Verwirbelungsgases internes Rezirkulationsgas zugeführt werden.

**[0013]** Um das interne Rezirkulationsgas zu kühlen und auch den Sauerstoffgehalt abzusenken, wird vorgeschlagen, dass dem internen Rezirkulationsgas externes Rezirkulationsgas zugemischt wird, das einen Dampferzeuger und gegebenenfalls eine Abgasreinigungsanlage durchlaufen hat. Dies wirkt sich auch positiv auf die Steuerung des Gasausbrandes aus.

**[0014]** Um die Luftzahl  $\lambda$  in der Primärverbrennung oder der Vergasung zu beeinflussen, wird vorgeschlagen, dass dem internen Rezirkulationsgas Luft zugemischt wird. Damit kann man das interne Rezirkulationsgas auch kühlen.

**[0015]** Die Primärverbrennung kann derart unterstöchiometrisch über einen weiten Bereich gefahren werden, dass Luftzahlen  $\lambda$  weit unter 1 gefahren werden können, bis hin zu  $\lambda = 0,5$ . Dies hat zur Folge, dass in dem Vergasungsbereich des Feuerraums Syngas-Heizwerte bis zu  $4000\text{ kJ/Nm}^3$  gemessen werden können, sodass ein Vergasungsverfahren vorliegt. In der Praxis wird im Primärverbrennungsbereich in Strömungsrichtung vor der Zugabe des internen Rezirkulationsgases ein Syngas-Heizwert von mehr als  $2000\text{ kJ/Nm}^3$  und vorzugsweise mehr als  $3000\text{ kJ/Nm}^3$  eingestellt.

**[0016]** Eine spezielle Verfahrensführung sieht vor, dass der Brennstoff auf einem Vergasungsrost vergast, im nachgeschalteten Ausbrandrost der Schlackeausbrand sichergestellt und in einer Ausbrandkammer der Gasausbrand erreicht wird, indem dort das interne Rezirkulationsgas dem Abgasstrom zugeführt wird, um die Gase auszubrennen und Luftüberschusszahlen von  $\lambda = 1,1$  bis  $\lambda = 1,5$  zu erreichen. Die Verbrennungsführung kann somit so geregelt werden, dass die primäre Brennstoffumsetzung auf dem Rost bei unterstöchiometrischen Bedingungen abläuft, der Brennstoff somit vergast wird und die Verbrennung erst durch die Wiedierzugabe des internen Rezirkulationsgases stattfindet.

**[0017]** Durch die definierte Zugabe von Primärluft und die Absaugung von internem Rezirkulationsgas ergibt sich die Möglichkeit, in einem kompakten Hybridprozess den Brennstoff auf einem Vergasungsrost zu vergasen, im nachgeschalteten Ausbrandrost den Schlackeausbrand zu steuern und in einer Ausbrandkammer den Gasausbrand zu steuern. Hierbei können Vergasungsrost und Ausbrandrost nachgeschaltete Roste sein oder auch als ein Rost ausgebildet sein. Vergasungsrost und Ausbrandrost können nachgeschaltete Luftzonen auf einem einzigen, ggf. länger ausgeführten Rost zugeordnet sein. Diese Luftzonen können als Bereiche oder Kam-

mern ausgebildet sein. Die Nachbrennluftzone oder Nachbrennkammer entspricht demjenigen Teil des Prozesses, in dem das interne Rezirkulationsgas dem Abgasstrom zugeführt wird, um die Gase auszubrennen und Luftüberschusszahlen von  $\lambda = 1,1$  bis  $\lambda = 1,5$  zu erreichen.

**[0018]** Zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird vorgeschlagen, dass die Düsen in Strömungsrichtung als erste Gaszufuhrdüsen nach dem Feuerungsrost angeordnet sind.

**[0019]** Vorteilhaft ist es, wenn die Ausbildung des Gaszuges und die Anordnung der Düsen derart ausgebildet sind, dass die Abgase nach der letzten Zuführung des internen Rezirkulationsgases eine Verweilzeit von mindestens 2 Sekunden bei einer Temperatur von über 850 °C erreichen.

**[0020]** Weiterhin wird vorgeschlagen, dass zwischen dem Feuerungsrost und den Düsen Verwirbelungsdüsen mit einem Inertgas- oder einem Dampfanschluss angeordnet sind.

**[0021]** Zwischen dem Feuerungsrost und den Düsen können Düsen für Abgase einer externen Abgaszirkulation angeordnet sein.

**[0022]** Weitere Regelungsmöglichkeiten werden erschlossen, wenn die Absaugleitung einen Zugang zur Zumischung von Umgebungsluft aufweist.

**[0023]** Eine konstruktiv einfache Ausgestaltung sieht vor, dass der Vergasungsrost und der Ausbrandrost hintereinander geschaltete Luftzonen auf einem einzigen Rost darstellen.

**[0024]** Die Erfindung wird nachfolgend anhand der Zeichnung näher beschrieben. Es zeigt

- Figur 1 einen Längsschnitt durch eine Feuerungsanlage in schematischer Darstellung,
- Figur 2 schematisch eine Luftführung gemäß der EP 1 901 003 A1,
- Figur 3 schematisch eine erfindungsgemäße Luftführung ohne Sekundärluft,
- Figur 4 schematisch die in Figur 3 gezeigte Luftführung mit zusätzlichen Düsen zur Einbringung von Dampf oder Inertgas,
- Figur 5 schematisch eine Luftführung gemäß Figur 4 mit einer zusätzlichen Zuführung von externem Abgas,
- Figur 6 schematisch eine Luftführung mit zusätzlicher Zuführung von internem Rezirkulationsgas unterhalb der Dampf eindüsung,
- Figur 7 schematisch eine Verbrennungsführung mit einer internen Gasrezirkulation als Mischgas aus interner und externer Gasrezirkulation,

Figur 8 schematisch eine Verfahrensführung gemäß Figur 7 mit einem Zumischen von Umgebungsluft zur internen Gasrezirkulation,

5 Figur 9 eine beispielhafte Angabe von Luftzahlen in verschiedenen Bereichen der schematisch dargestellten Anlage,

10 Figur 10 schematisch den Ablauf aus Vergasung und Ausbrand,

Figur 11 schematisch Vergasung und Verbrennung des Feststoffs und Ausbrand der Abgase,

15 Figur 12 schematisch einen Verfahrensablauf mit interner Rezirkulation, Vergasung, Verbrennung und Ausbrand und

20 Figur 13 einen Längsschnitt durch eine Feuerungsanlage mit einer Verbrennungsluftführung gemäß der Figur 6.

**[0025]** Die in Figur 1 gezeigte Feuerungsanlage weist einen Aufgabetrichter 1 mit anschließender Aufgabeschurre 2 für die Aufgabe des Brenngutes auf einen Aufgabetrichter 3 auf, auf dem Beschickkolben 4 hin- und herbewegbar vorgesehen sind, um das aus der Aufgabeschurre 2 kommende Brenngut auf einen Verbrennungsrost 5 aufzugeben, auf dem die Verbrennung des Brenngutes stattfindet, wobei es unerheblich ist, ob es sich dabei um einen geneigten oder horizontal liegenden Rost, egal welchen Prinzips, handelt.

**[0026]** Unterhalb des Feuerungsrostes 5 ist eine insgesamt mit 6 bezeichnete Einrichtung zur Zuführung von Primärverbrennungsluft angeordnet, die mehrere Kammern 7 bis 11 umfassen kann, denen mittels eines Ventilators 12 über eine Leitung 13 Primärverbrennungsluft zugeführt wird. Durch die Anordnung der Kammern 7 bis 11 ist der Feuerungsrost in mehrere Unterwindzonen unterteilt, sodass die Primärverbrennungsluft entsprechend den Bedürfnissen auf dem Feuerungsrost unterschiedlich eingestellt werden kann.

**[0027]** Über dem Feuerungsrost 5 befindet sich ein Feuerraum 14, der im vorderen Teil in einen Abgaszug 15 übergeht, an dem sich nicht dargestellte Aggregate, wie beispielsweise ein Abhitzekeessel und eine Abgasreinigungsanlage anschließen.

**[0028]** Im hinteren Bereich ist der Feuerraum 14 durch eine Decke 16, eine Rückwand 17 und Seitenwände 18 begrenzt. Eine Vergasung des mit 19 bezeichneten Brenngutes erfolgt auf dem vorderen Teil des Feuerungsrostes 5, über dem sich der Abgaszug 15 befindet. In diesem Bereich wird durch die Kammern 7, 8 und 9 die meiste Primärverbrennungsluft zugeführt.

**[0029]** Auf dem hinteren Teil des Verbrennungsrostes 5 befindet sich nur weitgehend ausgebranntes Brenngut, d.h. die Schlacke, und in diesem Bereich wird Primärverbrennungsluft über die Kammern 10 und 11 im Wesent-

lichen nur zur Kühlung und zum Restausbrand dieser Schlacke zugeführt.

**[0030]** Die ausgebrannten Teile des Brenngutes fallen dann in einen Schlackenausrag 20 am Ende des Verbrennungsrostes 5. Im unteren Bereich des Abgaszuges 15 sind Düsen 21 und 22 vorgesehen, die internes Rezirkulationsgas aus dem hinteren Bereich des Feuer- raums 14 dem aufsteigenden Abgas zuführen, um eine Durchmischung des Abgasstroms und eine Nachver- brennung der im Abgas befindlichen brennbaren Anteile zu bewirken.

**[0031]** Hierzu wird im hinteren Teil des Verbrennungs- raums, der von der Decke 16, der Rückwand 17 und den Seitenwänden 18 begrenzt ist, Abgas abgesaugt, wel- ches als internes Rezirkulationsgas bezeichnet wird. Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist eine Absaugöff- nung 23 in der Rückwand 17 vorgesehen. Diese Absaug- öffnung 23 ist mit einer Saugseite eines Ventilators 25 verbunden, sodass Abgas abgesaugt werden kann. Mit der Druckseite des Ventilators ist eine Leitung 26 ver- bunden, die die abgesaugte Abgasmenge Düsen 27 im oberen Bereich des Abgaszuges 15, dem Ausbrandbe- reich 28 zuführt. Ein Teil des Rezirkulationsgases wird von dort zu den Düsen 21 und 22 weitergeleitet.

**[0032]** Im Ausbrandbereich 28 oder oberhalb dessel- ben ist zur Erhöhung der Turbulenz und der Mischwir- kung des Abgasstroms der Abgaszug 15 deutlich einge- schnürt, wobei sich die Düsen 27 in diesem eingeschnür- ten Bereich befinden. Es können aber auch Einbauten oder Elemente 29 vorgesehen sein, die den Gasstrom stören und somit eine Turbulenz erzeugen.

**[0033]** Im Abgaszug 15 sind auf einer oder mehreren Ebenen Düsen 30 und 31 vorgesehen, um Dampf und/oder Inertgas auf einer oder mehreren Ebenen dem Abgas zuzuführen. Darüber sind Düsen 32 und 33 vor- gesehen, um externes Rezirkulationsabgas auf einer oder mehreren Ebenen des Abgaszuges 15 dem Abgas zuzuführen. Dieses externe Rezirkulations-Abgas, das bereits einen Dampferzeuger und ggf. eine Abgasreini- gungsanlage (nicht gezeigt) durchlaufen hat, kann neben den Düsen 32 und 33 auch an der Leitung 34 dem inter- nen Rezirkulations-Abgas, vorzugsweise vor dem Ven- tilator 25, zugegeben werden. Außerdem kann dem in- ternen Rezirkulationsgas über die Leitung 35 Umge- bungsluft zugemischt werden.

**[0034]** Ausgehend von dem bekannten in Figur 2 ge- zeigten Verfahren zur Verbrennungsgaszuführung ge- mäß der EP 1 901 003 A1, zeigen die Figuren 3 bis 8 unterschiedliche Verfahrensvarianten, bei denen jeweils die Primärluft mit 51, die interne Gasrezirkulation mit 52, das Abgas mit 53, die Sekundärluft mit 54, Dampf oder Inertgas mit 55, externes Abgas mit 56 und Umgebungs- luft mit 57 bezeichnet sind.

**[0035]** Die Figur 3 zeigt, dass auf die in Figur 2 darge- stellte Sekundärluft vollständig verzichtet werden kann. In Figur 4 wird unterhalb des Rezirkulationsgases 52 Dampf oder Inertgas 55 zugegeben. Die Figur 5 zeigt die externe Abgaszirkulation 56 und die Figur 6 zeigt eine

zusätzliche Zuführung von internem Rezirkulationsgas 52 unterhalb der Dampfeindüsung 55. Bei dem Schema nach Figur 7 wird ein Mischgas aus interner Gasrezirku- lation 52 und externer Gasrezirkulation 56 als internes Rezirkulationsgas 52 dem Abgas zugeführt.

**[0036]** Das Zumischen von Umgebungsluft 57 zur in- ternen Gasrezirkulation 52 zeigt die Figur 8.

**[0037]** Die Figur 9 zeigt, dass unterhalb der Zugabe des Rezirkulationsgases 52 im Abgaszug 60 eine Ein- schnürung 61 vorgesehen werden kann, in deren Bereich Dampf oder Inertgas 55 eingedüst werden kann. Dabei können beispielsweise oberhalb des Feuerungsrostes Lambda-Werte von 1,15, im Bereich der Einschnürung Lambda-Werte von 0,5, oberhalb der Zuführung des Ga- ses der internen Rezirkulation 52 Lambda-Werte von 1,3 eingestellt und im hinteren Bereich des Rostes Gase mit einem Lambda-Wert von 0,65 abgesaugt und darüber bei der Luftzugabe mit einem Lambda-Wert von 0,15 zu- gegeben. Der Bereich unterhalb der Zugabe des internen Rezirkulationsgases 52 ist somit unterstöchiometrisch und bildet den Vergasungsbereich 62, während der dar- über liegende Bereich überstöchiometrisch ist und als Ausbrandbereich 63 dient.

**[0038]** Verfahrensschemata zur Vergasung zeigen die Figuren 10 bis 12. Es wird jeweils Müll 70 einem Verga- sungsbereich 71 zugeführt, in dem der Müll mit Primärluft 72 bei einem Lambda-Wert weit unter 1 zu Schlacke 73 vergast.

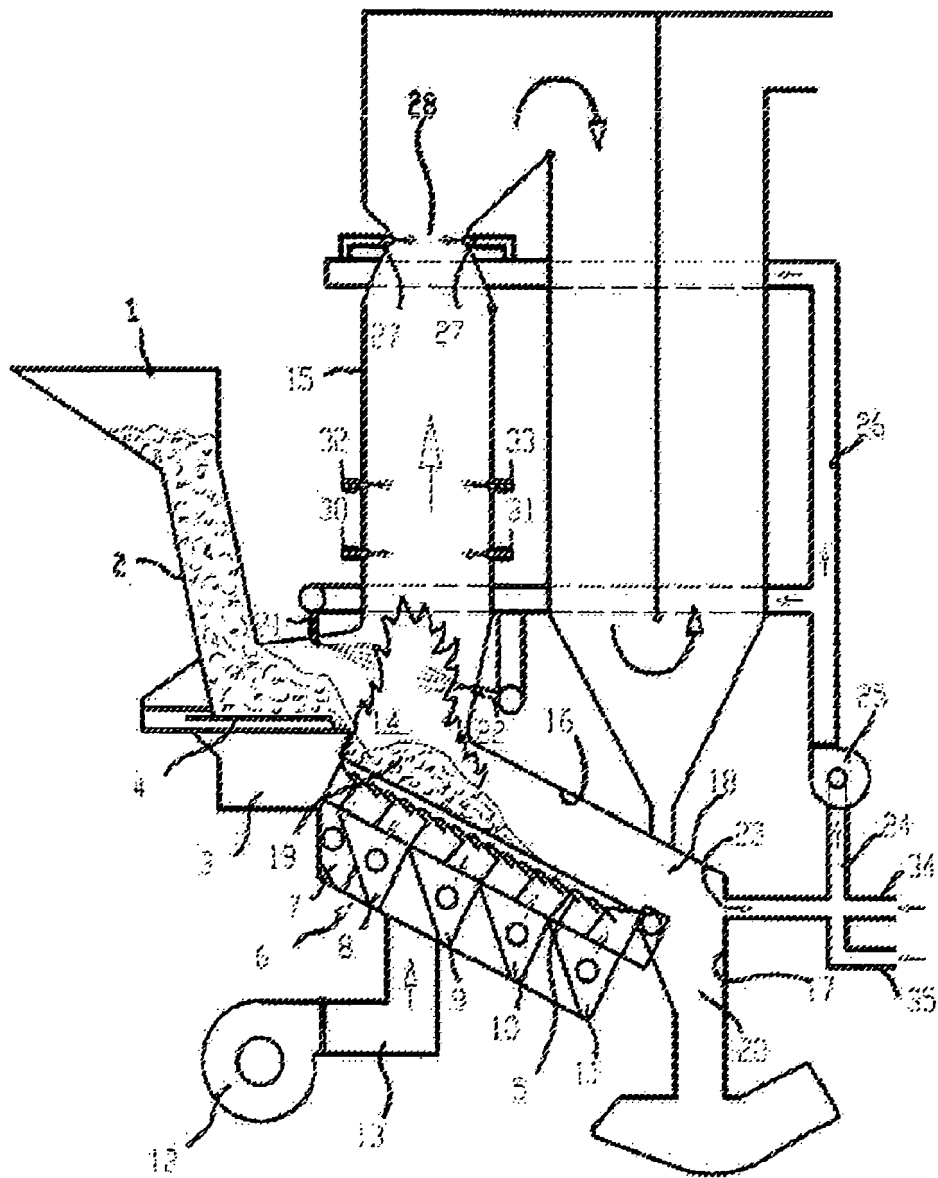
**[0039]** Bei der Vergasung entsteht ein Syngas 74 mit einem Heizwert bis zu 4 MJ / m<sup>3</sup>, das nach Zugabe von externem Rezirkulationsgas 75 in einem Ausbrandbe- reich 76 zu Abgas 77 mit einem Lambda-Wert von 1,1 bis 1,5 ausgebrannt wird. Dabei sollte auf die Zugabe von Luft 78 möglichst vollständig verzichtet werden.

**[0040]** Sofern die Schlacke 73 bei der Vergasung 71 nicht vollständig ausgebrannt wird, schließt sich für die Schlacke ein Verbrennungsbereich 79 an, in dem mit Pri- märluft 80 bei Lambda-Werten oberhalb von 1 die Schla- cke 73 zu gut ausgebrannter Schlacke 81 verbrannt wird. Dieser Verbrennungsbereich führt zu einem Abgas 82 mit einem Lambda-Wert von > 1, das als internes Rezir- kulationsgas dem Ausbrandbereich 76 zugeführt wird.

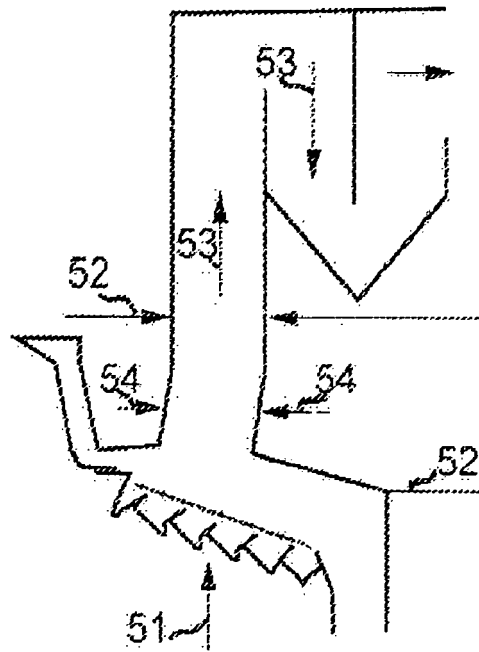
## 45 Patentansprüche

1. Verfahren zur Verbrennungsführung bei Rostfeue- rungen, bei dem eine Primärverbrennungsgasmen- ge (72) durch den Brennstoff (70) hindurch in einen Primärverbrennungsbereich (71) geführt wird und im hinteren Rostbereich ein Teil des Abgasstromes ab- gesaugt und dem Verbrennungsprozess als internes Rezirkulationsgas (52, 82) wieder zugeführt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen dem Rost (5) und der Zuführung des internen Rezirku- lationsgases (52, 82) kein Sekundärverbrennungsgas (54) zugeführt wird.

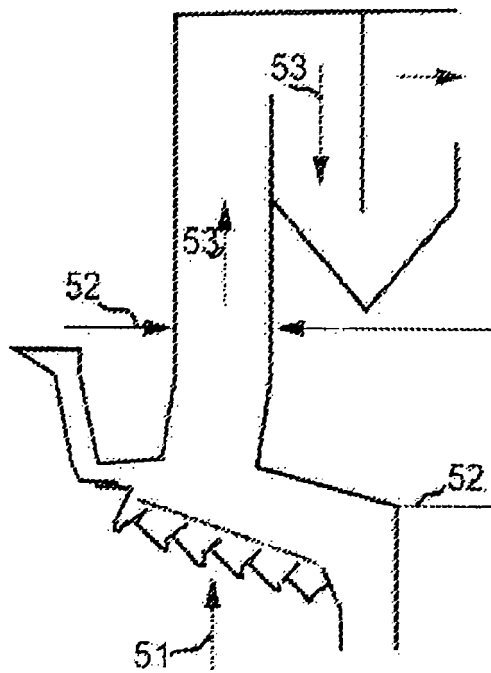
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** in einem ersten Abgaszug (15) kein Sekundärverbrennungsgas (54, 78) zugeführt wird.
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Primärverbrennungsbereich (71) eine stöchiometrische bis stark unterstöchiometrische Reaktionsbedingung mit  $\lambda = 1$  bis  $\lambda = 0,5$  eingestellt wird und in einem Ausbrandbereich (76), der in Strömungsrichtung nach dem Primärverbrennungsbereich (71) liegt, das interne Rezirkulationsgas (82) zugeführt wird.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abgase nach der letzten Zuführung (27) des internen Rezirkulationsgases (52, 82) eine Verweilzeit von mindestens 2 Sekunden bei einer Temperatur von über 850 °C aufweisen.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** in Strömungsrichtung nach dem Primärverbrennungsbereich (71) ein Verwirbelungsgas (55) zur Erzeugung einer Turbulenz zugeführt wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verwirbelungsgas (55) Dampf oder Inertgas ist.
7. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** in Strömungsrichtung nach der Zuführung des Verwirbelungsgases (55) ein externes Rezirkulationsgas (56) zugeführt wird, das einen Dampferzeuger und gegebenenfalls eine Abgasreinigungsanlage durchlaufen hat.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** in Strömungsrichtung vor der Zuführung des Verwirbelungsgases (55) internes Rezirkulationsgas (52, 82) zugeführt wird.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** dem internen Rezirkulationsgas (52, 82) externes Rezirkulationsgas (56) zugemischt wird, das einen Dampferzeuger und gegebenenfalls eine Abgasreinigungsanlage durchlaufen hat.
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** dem internen Rezirkulationsgas (52, 82) Luft (57) zugemischt wird.
11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Primärverbrennungsbereich (71) in Strömungsrichtung vor der Zugabe des internen Rezirkulationsgases (52, 82) ein Syngasheizwert von mehr als 2000 kJ/Nm<sup>3</sup> und vorzugsweise mehr als 3000 kJ/Nm<sup>3</sup> eingestellt wird.
12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Brennstoff (70) auf einem Vergasungsrost vergast, im nachgeschalteten Ausbrandrost der Schlackeausbrand sichergestellt und in einer Ausbrandkammer der Gasausbrand erreicht wird, indem dort das interne Rezirkulationsgas (52, 82) dem Abgasstrom zugeführt wird, um die Gase auszubrennen und Luftüberschusszahlen von  $\lambda = 1,1$  bis  $\lambda = 1,5$  zu erreichen.
13. Rostfeuerung, insbesondere zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit einem Feuerungsrost (5), einer Einrichtung (7-11) unterhalb des Feuerungsrostes (5) zur Zuführung von Primärverbrennungsluft durch den Feuerungsrost (5) hindurch, wobei im Feuerraum (14) über dem Feuerungsrost (5) mindestens eine Absaugleitung (24) für Abgas vorgesehen ist, wobei die Saugseite eines Ventilators (25) mit der Absaugleitung (24) verbunden ist, dessen Druckseite über eine Leitung (26) mit Düsen (27) verbunden ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Düsen (27) derart oberhalb des Feuerungsrostes (5) angeordnet sind, dass zwischen dem Feuerungsrost (5) und den Düsen (27) keine Luftzuführung angeordnet ist.
14. Rostfeuerung nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Düsen (27) in Strömungsrichtung als erste Gaszuführdüsen nach dem Feuerungsrost (5) angeordnet sind.
15. Rostfeuerung nach Anspruch 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ausbildung des Abgaszuges (15) und die Anordnung der Düsen (27) derart ausgebildet sind, dass die Abgase nach der letzten Zuführung des internen Rezirkulationsgases (52, 82) eine Verweilzeit von mindestens 2 Sekunden bei einer Temperatur von über 850 °C erreichen.
16. Rostfeuerung nach einem der vorhergehenden Vorrichtungsansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen dem Feuerungsrost (5) und den Düsen (27) Verwirbelungsgasdüsen (30, 31) mit einem Inertgas- oder einem Dampfanschluss angeordnet sind.
17. Rostfeuerung nach einem der vorhergehenden Vorrichtungsansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen dem Feuerungsrost (5) und den Düsen (27) Düsen (32, 33) für Abgase einer externen Abgasrezirkulation angeordnet sind.



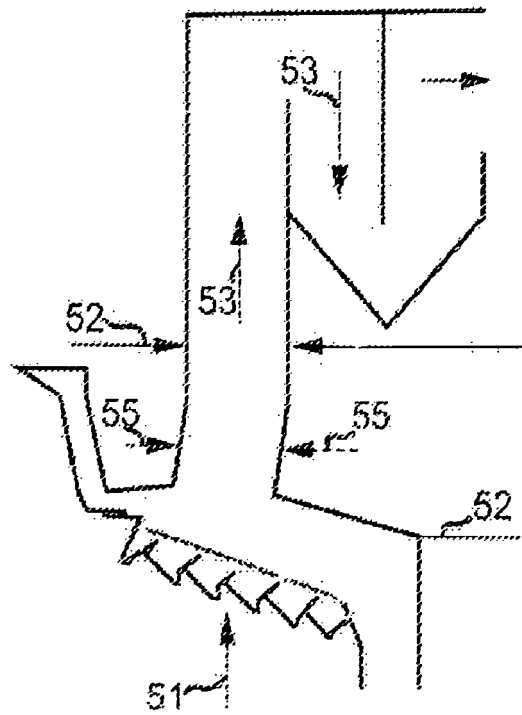
Figur 1



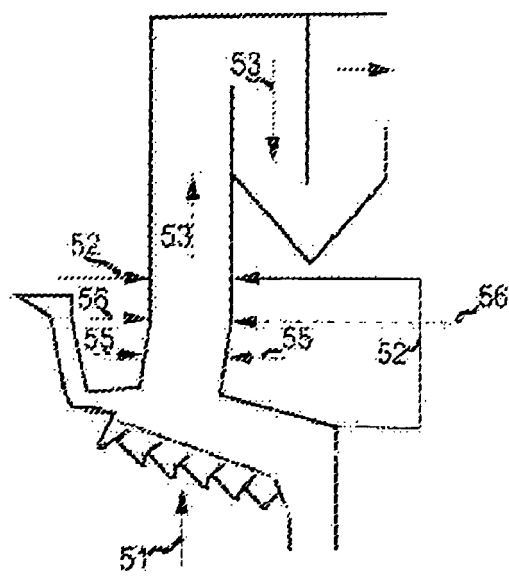
Figur 2



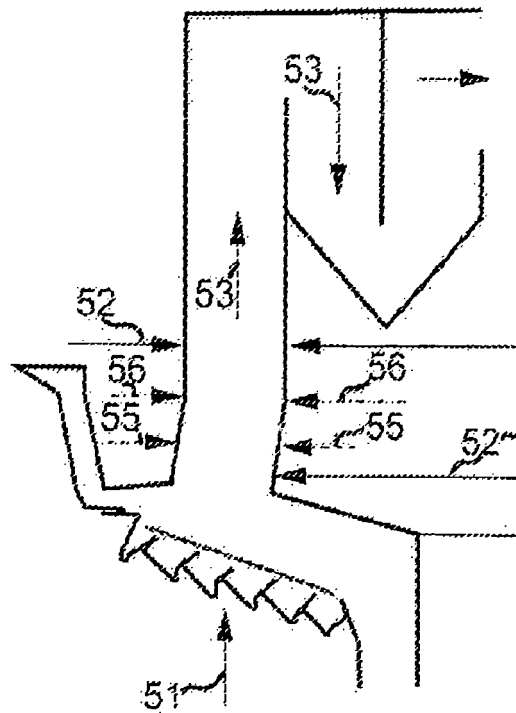
Figur 3



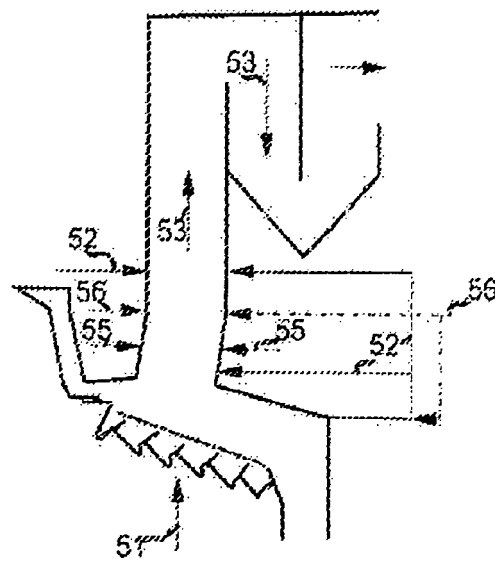
Figur 4



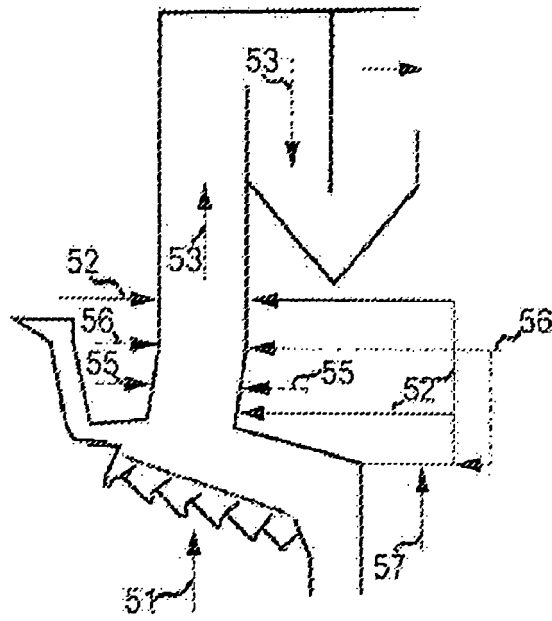
Figur 5



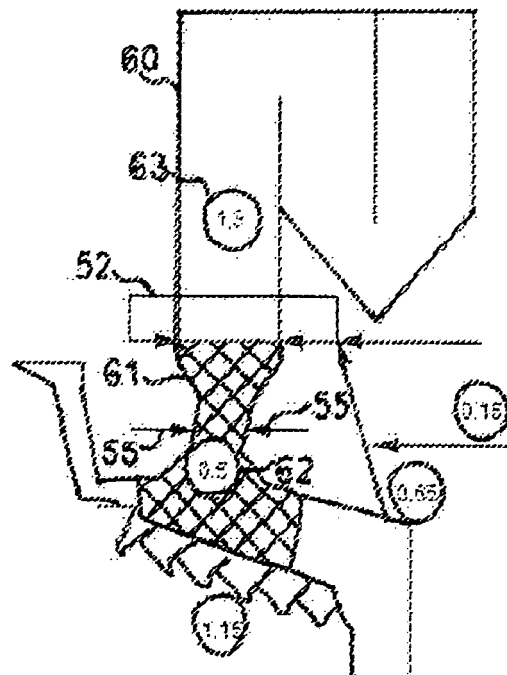
Figur 6



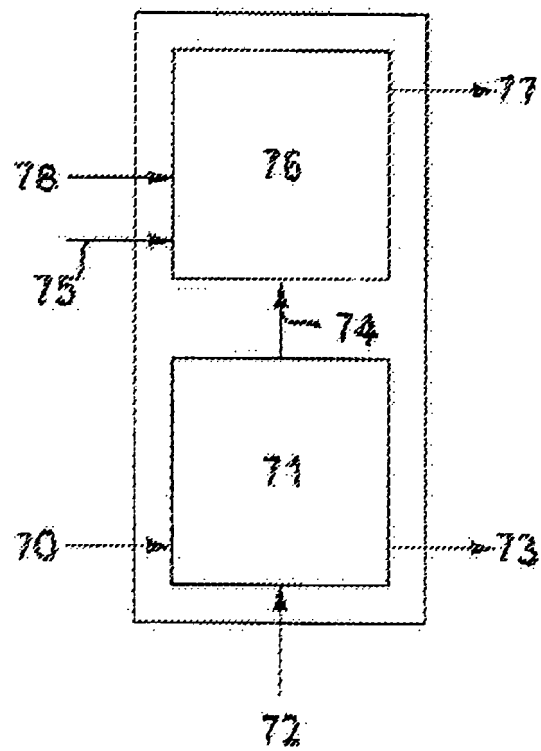
Figur 7



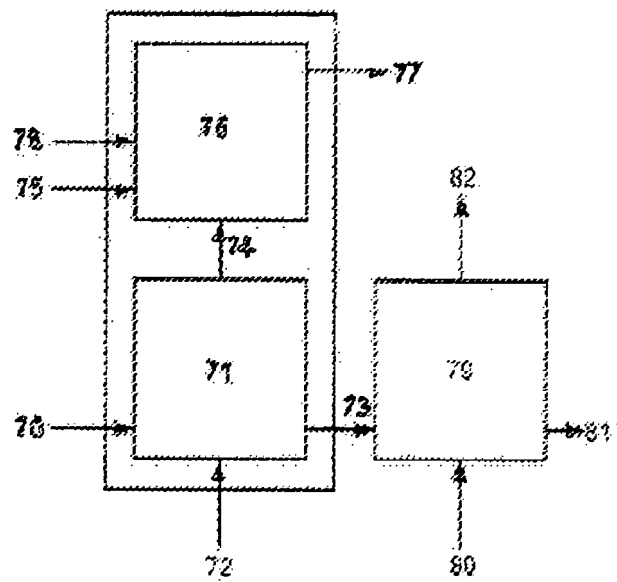
Figur 8



Figur 9



Figur 10



Figur 11

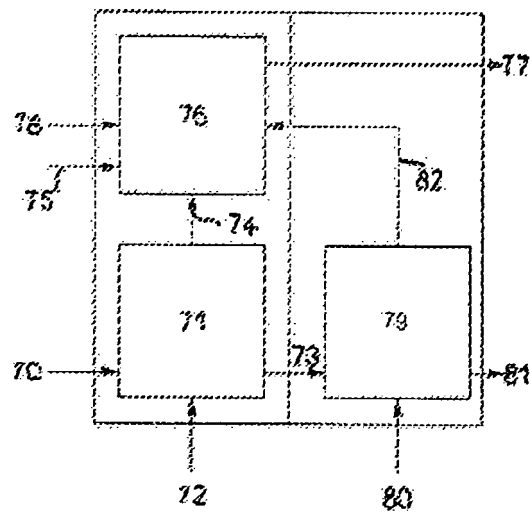


Figure 12

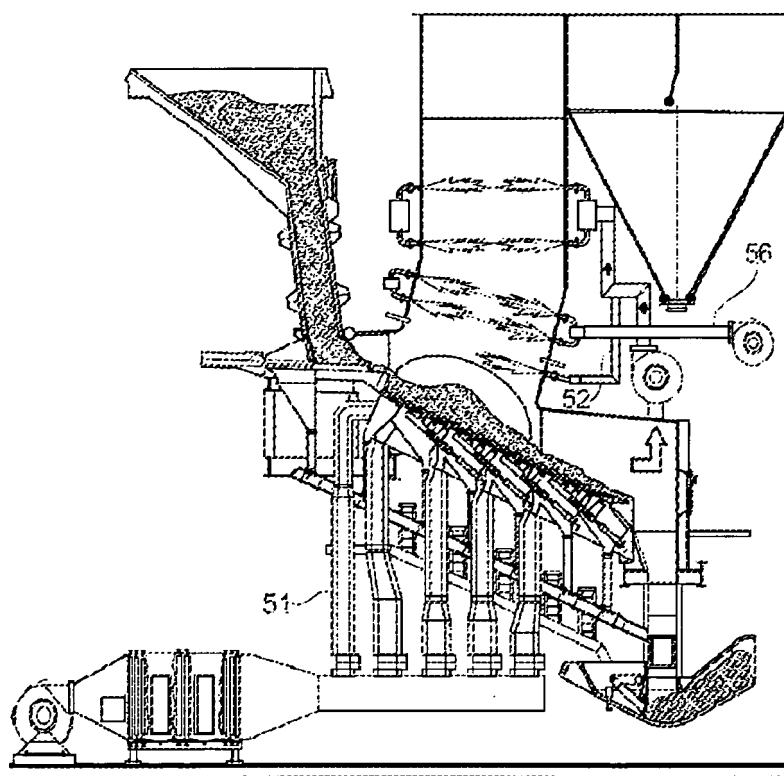


Figure 13



## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung  
EP 16 00 0114

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| Kategorie                                                                                                                                                                                                                                                                         | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile                                                                                                                                             | Betrifft Anspruch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)                                            |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                 | EP 1 726 876 A1 (TAKUMA KK [JP])<br>29. November 2006 (2006-11-29)<br>* Absätze [0019], [0023], [0026], [0039], [0056]; Abbildungen 1, 3 *                                                                                      | 1,3,11,13                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | INV.<br>F23L7/00<br>F23C6/04<br>F23C9/00<br>F23C9/06<br>F23G5/027<br>F23G5/16 |
| X,D                                                                                                                                                                                                                                                                               | EP 1 901 003 A1 (MARTIN UMWELT & ENERGIETECH [DE])<br>19. März 2008 (2008-03-19)<br>* Absätze [0004], [0009], [0010], [0011], [0012], [0013], [0017] *                                                                          | 1-6,11-17                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                               |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                 | * Absatz [0023] - Absatz [0028]; Anspruch 4; Abbildung 1 *                                                                                                                                                                      | 7-10                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                               |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                 | EP 1 698 827 A2 (MARTIN UMWELT & ENERGIETECH [DE]; MITSUBISHI HEAVY IND LTD [JP]) 6. September 2006 (2006-09-06)<br>* Absatz [0035]; Abbildung 1 *                                                                              | 7-10                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                               |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                 | DE 196 13 777 A1 (EISENWERK BAUMGARTE KESSEL U A [DE])<br>9. Oktober 1997 (1997-10-09)<br>* Spalte 3, Zeile 10 - Zeile 36; Anspruch 4; Abbildung 1 *                                                                            | 5-10                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)                                               |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                 | EP 0 621 448 A1 (MARTIN UMWELT & ENERGIETECH [DE])<br>26. Oktober 1994 (1994-10-26)<br>* Spalte 5, Zeile 2 - Zeile 229, Absatz 29 *<br>* Spalte 7, Zeile 21 - Zeile 30 *<br>* Spalte 12, Zeile 36 - Zeile 31; Abbildungen 1-5 * | 1-17                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | F23L<br>F23C<br>F23G<br>F23B                                                  |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                 | EP 0 741 267 A1 (BABCOCK ANLAGEN GMBH [DE]) 6. November 1996 (1996-11-06)<br>* Spalte 5, Zeile 50 - Zeile 53; Abbildung 1 *                                                                                                     | 1,13                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                 | -/--                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                               |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                               |
| Recherchenort<br>Den Haag                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                 | Abschlußdatum der Recherche<br>29. Juli 2016                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Prüfer<br>Harder, Sebastian                                                   |
| KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE<br>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet<br>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie<br>A : technologischer Hintergrund<br>O : mündliche Offenbarung<br>P : Zwischenliteratur |                                                                                                                                                                                                                                 | T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze<br>E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument<br>L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument<br>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument |                                                                               |

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)



## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 16 00 0114

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| Kategorie                                                                                                                                                                                                                                                                         | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile                                                                        | Betrifft Anspruch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC) |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                 | JP S59 44513 A (HITACHI SHIPBUILDING ENG CO) 13. März 1984 (1984-03-13)<br>* Zusammenfassung; Abbildung 1 *                                                | 7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                    |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                 | US 6 336 415 B1 (RUEEGG HANS [CH] ET AL) 8. Januar 2002 (2002-01-08)<br>* Spalte 2, Zeile 42 - Zeile 61 *<br>* Spalte 4, Zeile 4 - Zeile 55; Abbildung 1 * | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)    |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                    |
| Recherchenort<br><b>Den Haag</b>                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                            | Abschlußdatum der Recherche<br><b>29. Juli 2016</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Prüfer<br><b>Harder, Sebastian</b> |
| KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE<br>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet<br>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie<br>A : technologischer Hintergrund<br>O : mündliche Offenbarung<br>P : Zwischenliteratur |                                                                                                                                                            | T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze<br>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument<br>L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument<br>.....<br>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument |                                    |

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

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

EP 16 00 0114

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.  
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

29-07-2016

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|----------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| EP 1726876 A1                                      | 29-11-2006                    | KEINE                             |                               |
| EP 1901003 A1                                      | 19-03-2008                    | CA 2590921 A1                     | 13-03-2008                    |
|                                                    |                               | DE 112007001765 A5                | 30-04-2009                    |
|                                                    |                               | EP 1901003 A1                     | 19-03-2008                    |
|                                                    |                               | JP 2008070103 A                   | 27-03-2008                    |
|                                                    |                               | RU 2009113620 A                   | 20-10-2010                    |
|                                                    |                               | US 2008063992 A1                  | 13-03-2008                    |
|                                                    |                               | WO 2008031410 A1                  | 20-03-2008                    |
| EP 1698827 A2                                      | 06-09-2006                    | CA 2537514 A1                     | 04-09-2006                    |
|                                                    |                               | DE 102005009957 A1                | 07-09-2006                    |
|                                                    |                               | EP 1698827 A2                     | 06-09-2006                    |
|                                                    |                               | JP 4361907 B2                     | 11-11-2009                    |
|                                                    |                               | JP 2006242562 A                   | 14-09-2006                    |
|                                                    |                               | SG 125239 A1                      | 29-09-2006                    |
|                                                    |                               | TW I387709 B                      | 01-03-2013                    |
|                                                    |                               | US 2006196400 A1                  | 07-09-2006                    |
| DE 19613777 A1                                     | 09-10-1997                    | KEINE                             |                               |
| EP 0621448 A1                                      | 26-10-1994                    | AT 158396 T                       | 15-10-1997                    |
|                                                    |                               | BR 9401541 A                      | 22-11-1994                    |
|                                                    |                               | CA 2121295 A1                     | 21-10-1994                    |
|                                                    |                               | DE 4312820 A1                     | 27-10-1994                    |
|                                                    |                               | DE 59404063 D1                    | 23-10-1997                    |
|                                                    |                               | DK 0621448 T3                     | 27-04-1998                    |
|                                                    |                               | EP 0621448 A1                     | 26-10-1994                    |
|                                                    |                               | ES 2107703 T3                     | 01-12-1997                    |
|                                                    |                               | JP 3347463 B2                     | 20-11-2002                    |
|                                                    |                               | JP H06313534 A                    | 08-11-1994                    |
|                                                    |                               | RU 2101610 C1                     | 10-01-1998                    |
|                                                    |                               | SG 47890 A1                       | 17-04-1998                    |
|                                                    |                               | TW 231333 B                       | 01-10-1994                    |
| EP 0741267 A1                                      | 06-11-1996                    | AT 203809 T                       | 15-08-2001                    |
|                                                    |                               | DE 59509469 D1                    | 06-09-2001                    |
|                                                    |                               | EP 0741267 A1                     | 06-11-1996                    |
|                                                    |                               | ES 2161798 T3                     | 16-12-2001                    |
|                                                    |                               | JP 2000513796 A                   | 17-10-2000                    |
|                                                    |                               | KR 100446348 B1                   | 14-10-2004                    |
|                                                    |                               | PL 323139 A1                      | 16-03-1998                    |
|                                                    |                               | TW 319816 B                       | 11-11-1997                    |
|                                                    |                               | US 6138587 A                      | 31-10-2000                    |
|                                                    |                               | WO 9635081 A1                     | 07-11-1996                    |

EPO FORM P0461

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

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

EP 16 00 0114

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.  
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

29-07-2016

|    |                                                    |    |                               |                                   |              |                               |
|----|----------------------------------------------------|----|-------------------------------|-----------------------------------|--------------|-------------------------------|
| 10 | Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument |    | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie |              | Datum der<br>Veröffentlichung |
|    | JP S5944513                                        | A  | 13-03-1984                    | KEINE                             |              |                               |
|    | -----                                              |    |                               |                                   |              |                               |
| 15 | US 6336415                                         | B1 | 08-01-2002                    | CA                                | 2332011 A1   | 18-11-1999                    |
|    |                                                    |    |                               | CN                                | 1300359 A    | 20-06-2001                    |
|    |                                                    |    |                               | EP                                | 1078203 A1   | 28-02-2001                    |
|    |                                                    |    |                               | HU                                | 0102798 A2   | 28-12-2001                    |
|    |                                                    |    |                               | JP                                | 2002514732 A | 21-05-2002                    |
|    |                                                    |    |                               | US                                | 6336415 B1   | 08-01-2002                    |
| 20 |                                                    |    |                               | WO                                | 9958902 A1   | 18-11-1999                    |
|    | -----                                              |    |                               |                                   |              |                               |
| 25 |                                                    |    |                               |                                   |              |                               |
| 30 |                                                    |    |                               |                                   |              |                               |
| 35 |                                                    |    |                               |                                   |              |                               |
| 40 |                                                    |    |                               |                                   |              |                               |
| 45 |                                                    |    |                               |                                   |              |                               |
| 50 |                                                    |    |                               |                                   |              |                               |
| 55 |                                                    |    |                               |                                   |              |                               |

EPO FORM P0461

EPO FORM P0461

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

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

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

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- EP 1901003 A1 [0003] [0024] [0034]