

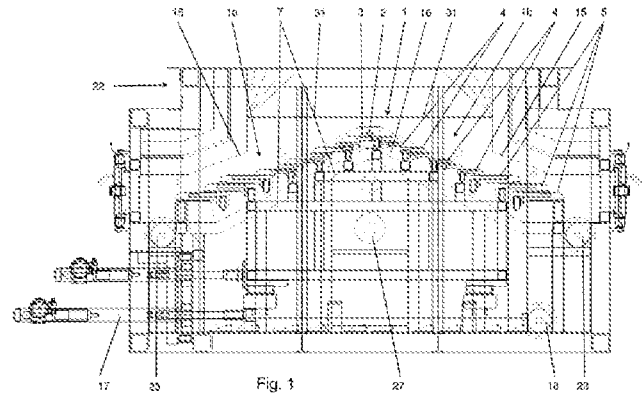
(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50222/2023 (51) Int. Cl.: **C10J 3/36** (2006.01)
(22) Anmeldetag: 27.03.2023 **C10J 3/40** (2006.01)
(43) Veröffentlicht am: 15.06.2024 **F23H 7/14** (2006.01)
F23H 13/08 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen: US 4747355 A EP 3885652 A1 US 2003196577 A1 DE 283434 C	(71) Patentanmelder: Polytechnik Luft- und Feuerungstechnik GmbH 2564 Weissenbach (AT) (72) Erfinder: Schirnhofer Leo 2564 Weissenbach (AT) (74) Vertreter: BEER & PARTNER PATENTANWÄLTE KG 1070 Wien (AT)
---	--

(54) **Treppenrost für Festbrennstoff-Gegenstromvergaser**

(57) Eine Anlage zur thermochemischen Konversion von festen Brennstoffen weist einen Treppenrost (1) mit Reihen von Rostelementen (3, 4, 5) auf. Im Bereich über dem oberen Ende des Treppenrostes (1) ist ein Gegenstromvergaser mit einem im Wesentlichen vertikal angeordneten Vergaserrohr (22) angeordnet, das einen Vergaserraum bildet. Die Anlage weist im Bereich des unteren Endes eine Einrichtung zum Abtragsport von Asche auf und im Bereich unter dem Treppenrost (1) ist eine Einrichtung (27) zum Zuführen von gasförmigem Oxidationsmedium angeordnet. Der Treppenrost (1) weist Reihen von beweglichen und nicht beweglichen Rostelementen (3, 4, 5) und zwei Rostabschnitte (1a, 1b) auf, die etwa A-förmig und besonders bevorzugt symmetrisch sowie im Bereich ihrer oberen Enden im Mittelbereich unter dem Vergaserraum angeordnet sind. Die Rostabschnitte (1a, 1b) weisen an ihren oberen Enden eine oberste Reihe von beweglichen Rostelementen (3) auf und im Mittelbereich darüber ist ein nicht beweglicher Giebel (2) angeordnet.



Zusammenfassung:

Eine Anlage zur thermochemischen Konversion von festen Brennstoffen weist einen Treppenrost (1) mit Reihen von Rostelementen (3, 4, 5) auf. Im Bereich über dem oberen Ende des Treppenrostes (1) ist ein Gegenstromvergaser mit einem im Wesentlichen vertikal angeordneten Vergaserrohr (22) angeordnet, das einen Vergaserraum bildet. Die Anlage weist im Bereich des unteren Endes eine Einrichtung zum Abtransport von Asche auf und im Bereich unter dem Treppenrost (1) ist eine Einrichtung (27) zum Zuführen von gasförmigem Oxidationsmedium angeordnet. Der Treppenrost (1) weist Reihen von beweglichen und nicht beweglichen Rostelementen (3, 4, 5) und zwei Rostabschnitte (1a, 1b) auf, die etwa A-förmig und besonders bevorzugt symmetrisch sowie im Bereich ihrer oberen Enden im Mittelbereich unter dem Vergaserraum angeordnet sind. Die Rostabschnitte (1a, 1b) weisen an ihren oberen Enden eine oberste Reihe von beweglichen Rostelementen (3) auf und im Mittelbereich darüber ist ein nicht beweglicher Giebel (2) angeordnet.

(Fig. 1)

Die Erfindung betrifft eine Anlage zur thermochemischen Konversion von festen Biomassebrennstoffen bzw. anderen festen Brennstoffen, mit einem Treppenrost mit Reihen von Rostelementen, wobei im Bereich des oberen Endes des Treppenrostes ein Gegenstromvergaser mit einem im Wesentlichen vertikal angeordneten Vergaserraum angeordnet ist, wobei die Anlage im Bereich des unteren Endes eine Entaschung aufweist, und wobei im Bereich unter dem Treppenrost eine Einrichtung zum Zuführen von gasförmigem Oxidationsmedium angeordnet ist.

In derartigen Vergasungsanlagen wird Biomasse, vor allem Holz bzw. andere feste Brennstoffe, mit Hilfe eines Vergasungs- oder Oxidationsmediums (z.B. Luft) in ein brennbares Produktgas (Brenngas) umgewandelt. Über die Vergasung kann der Festbrennstoff in einen gasförmigen Sekundärbrennstoff umgewandelt werden, der, gegebenenfalls nach entsprechender Gasreinigung, in verschiedenen Nutzungsoptionen, beispielsweise als Brennstoff in Gasmotoren, Gasturbinen oder Brennstoffzellen, z.B. zur Stromerzeugung oder als Kraft- und Treibstoff, oder für die Nutzung als Synthesegas für die chemische Synthese effizienter eingesetzt werden kann. Das brennbare Produktgas kann auch in einem Produktgasbrenner verbrannt werden.

Insbesondere umfasst die Erfindung einen Treppenrost mit Rostelementen, der unter einem Gegenstromvergaser angeordnet ist. Der Gegenstromvergaser weist einen schachtförmigen Reaktor auf, der das Brennstoffbett enthält, und in den der Brennstoff mittels einer Brennstoffzufuhr von oben und das Vergasungsmedium durch den Treppenrost von unten zugeführt werden. Das Brennstoffbett stützt sich auf dem Rost ab und wird durch die Schwerkraft sowie durch die Rostbewegungen nach unten transportiert. Der Treppenrost ist außerdem mit einer Einrichtung zum Entfernen der festen Verbrennungsrückstände (Asche) gekoppelt. Der Rost ist neben der Abstützung des Brennstoffbettes und des Transportes des Brennstoffes sowie der

thermisch nicht zersetzbaren Asche auch für eine gleichmäßige Verteilung des Vergasungsmediums über den Vergaserquerschnitt zuständig.

Durch die entgegengesetzte Bewegungsrichtung des Brennstoffs und des Gasstroms bilden sich innerhalb des Reaktors klar abgegrenzte Reaktionszonen aus, in denen primär die jeweiligen Teilprozesse ablaufen. In einem in Fig. 2a schematisch dargestellten Gegenstromvergaser bildet sich im Brennstoffbett 101 des schachtförmigen Reaktors ein charakteristisches Zonenprofil aus. Der Temperaturverlauf über dieses Profil ist in Fig. 2b dargestellt. Im obersten Bettbereich, in den der Brennstoff 108 zugeführt wird, befindet sich die Trocknungszone 102, darunter die Pyrolysezone 103, darunter eine Vergasungszone (auch Reduktionszone genannt) 104, und über dem Rost 105 die Kohleverbrennungszone (auch Oxidationszone genannt) 106. In der Oxidationszone 106, die sich am unteren Ende des Reaktors dort ausbildet, wo das Vergasungsmittel (Oxidationsmedium, z.B. Luft) 107 von unten eingeblasen wird, finden die Oxidationsreaktionen der Kohle statt. Sie liefern die notwendige Wärme für die Trocknung, Aufwärmung und Vergasung des Brennstoffes. Das Gas wird, wie mit den Pfeilen 109 angedeutet, über der Zone 102 nach oben abgezogen, und die Asche wird, wie mit dem Pfeil 110 angedeutet, vorzugsweise nach unten abgefördert. Dieses typische Profil ergibt sich dadurch, dass Gas und Brennstoff im Gegenstrom geführt werden. Die Betthöhe kann durch eine entsprechende Höhenmessung, auf die die Brennstoffzufuhr reagiert, stabil gehalten werden. Der Vergaser bzw. schachtförmige Reaktor ist gut isoliert ausgeführt, um Wärmeverluste zu minimieren. Im Rostbereich erfolgt durch die Zufuhr des Oxidationsmediums die Umsetzung der Kohle zu Asche, welche am Rostende abtransportiert wird.

In einem Gegenstromvergaser kann somit ein sehr guter Ausbrand der Kohle erreicht werden. Der Brennstoff wird praktisch

vollständig in ein brennbares Gas umgesetzt, das am oberen Ende des Brennstoffbettes entweicht.

Im Vergleich zu Gleichstromvergasern zeichnen sich Gegenstromvergaser durch die deutlich höhere Brennstoffflexibilität (insbesondere bzgl. Partikelgröße und Wassergehalt), den erreichbaren vollständigen Ascheausbrand, einen höheren Kaltgasnutzungsgrad sowie eine bessere Skalierbarkeit aus. Gegenstromvergaser werden typischerweise in einem Leistungsbereich von wenigen kW bis in den Bereich von ca. 10 MW Brennstoffwärmeleistung eingesetzt.

Durch die geeignete Steuerung bzw. Wahl des Oxidationsmediums kann die sich in der heißen Kohleverbrennungszone einstellende Temperatur kontrolliert und dadurch Ascheschmelze bzw. Ascheversinterung verhindert werden.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Anlage zur Verfügung zu stellen, mit der Brennstoffe unterschiedlicher Art und Qualität, insbesondere jedoch Holz, Holzreste und Holz enthaltendes Material, sowie andere feste biogene Reststoffe, zuverlässig und in einem kontinuierlichen Verfahren ohne Leistungsschwankungen, mit hohem Wirkungsgrad und hoher Ausbrandqualität der Rostasche thermochemisch konvertiert werden können.

Erfindungsgemäß wird dies mit einer Anlage mit den Merkmalen des Anspruchs 1 erreicht.

Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, die Glutbetttemperatur im Rostbereich über die Zufuhr von Oxidationsmedium (z.B. Mischung aus Luft und rezirkuliertem Rauchgas oder Mischung aus Luft und Wasserdampf) zu steuern, um dadurch, je nach verwendetem Brennstoff, Ascheversinterungen bzw. Ascheschmelze am Rost zu vermeiden.

Bei der Erfindung wird ein Treppenrost mit Reihen von beweglichen und nicht beweglichen Rostelementen verwendet, der zwei Rostabschnitte aufweist, die etwa A-förmig und besonders bevorzugt symmetrisch angeordnet sind, und im Bereich ihrer oberen Enden im Mittelbereich unter dem Vergaserraum angeordnet sind. Die Rostabschnitte weisen an ihren oberen Enden eine oberste Reihe von beweglichen Rostelementen auf, und im Mittelbereich darüber ist ein nicht beweglicher Giebel angeordnet. Die Anlage weist des Weiteren im Bereich des unteren Endes der Rostabschnitte eine Entaschung und im Bereich unter dem Treppenrost eine Einrichtung zum Zuführen des gasförmigen Oxidationsmediums auf.

Durch den nicht beweglichen Giebel am oberen Ende des Treppenrostes und die darunter befindliche oberste Reihe von beweglichen Rostelementen wird eine sehr gleichmäßige und symmetrische Verteilung des zu konvertierenden Brennstoffes auf die beiden Rostabschnitte ermöglicht, was zu einem sehr gleichmäßigen Prozessablauf beiträgt.

Durch die Zufuhr des gasförmigen Oxidationsmediums von unterhalb des Treppenrostes durch die Rostabschnitte nach oben und zusätzlich durch die Wahl und Dosierung des Oxidationsmediums kann des Weiteren die Temperatur des Glutbettes sehr genau gesteuert werden, um Ascheversinterungen bzw. Ascheschmelze am Rost zu vermeiden.

In einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung ist die Entaschung im Wesentlichen gasdicht. Eine gute Dichtheit der Entaschung ist wichtig für die Betriebssicherheit und die Regelbarkeit der Anlage.

Bei der Erfindung stellt sich in der erfindungsgemäßen Anlage im kontinuierlichen Betrieb eine stabile Schichtung des Brennstoffes ein, die sich nicht durchmischt. Unterhalb des

eigentlichen Glutbettes bildet sich eine schmale Schicht mit thermisch nicht zersetzbaren Aschekomponenten aus, die in weiterer Folge kurz als Asche bezeichnet werden. Durch die Bewegung des Treppenrostes über einen geeigneten Antrieb wird der Brennstoff bzw. die Kohle in Richtung zum unterem Rostende hin transportiert, wobei gleichzeitig die Konversion des Brennstoffes bzw. der Kohle abgeschlossen und die verbleibende Asche letztlich über eine am Rostende liegende Austragsöffnung ausgetragen wird. Geringe Aschemengen können auch durch den Rost (die Rostöffnungen) fallen, deshalb wird Asche vorzugsweise auch aus dem Bereich unter dem Rost entfernt.

Es hat sich als vorteilhaft herausgestellt, das oberste Element des Rostes in der Rostmitte als eine Art Giebel zum Teilen des Brennstoffes für den Weitertransport nach links und rechts auszuführen. Der Giebel bildet eine Art Verteil- und Staukeil, der den Transport des Brennstoffes bzw. der Kohle mithilfe des obersten Rostelementes nach unten unterstützt. Da die oberste Rostebene bzw. Rostreihe, die von der obersten Reihe von beweglichen Rostelementen gebildet wird, den Brennstoff abwechselnd zu den beiden Rostabschnitten schiebt, wirkt der mittig über der obersten Rostebene angeordnete Giebel wie eine Barriere, um den Brennstoff tatsächlich weiterschieben zu können und ihn nicht nur hin- und her zu bewegen.

Auch wenn diese Geometrie natürlich nicht zwingend ist, weist der Giebel in einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung einen etwa A-förmigen Oberteil auf, der vorzugsweise einen Keilwinkel von 30° bis 90° , besonders bevorzugt von etwa 60° , aufweist. Der Keilwinkel ist vorteilhaft, weil er den Aufbau von Ascheablagerungen verhindert.

Der Giebel ist weiters bevorzugt wassergekühlt, um ihn vor zu hohen Temperaturen zu schützen.

Der Giebel ist vorzugsweise fest mit einem Rostrahmen verbunden und mittig über der obersten Rostebene, die von der obersten Reihe von beweglichen Rostelementen gebildet wird, angeordnet.

Mit dem stationären Rostrahmen sind vorzugsweise auch alle nicht beweglichen Rostelemente verbunden.

In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind die einander gegenüberliegenden Rostelemente der obersten Reihe der beiden Rostabschnitte miteinander verbunden. Die oberste Rostreihe unter dem Giebel ist somit als eine Art Doppелеlement ausgeführt, das den Brennstoff mit Hilfe des Giebels als Staukeil auf die linke und rechte Rostseite verteilt.

In einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung können die Rostelemente des Doppелеlementes durch einen gemeinsamen mittigen Trägerteil verbunden sein, der auch an einen beweglichen Rostantrieb sowie an eine Kühlung für den Rostrahmen angebunden sein kann.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird der bewegliche Rostantrieb von einem Rostwagen gebildet, dessen Hubbewegung vorzugsweise einstellbar und konstant ist. D.h., dass die Hubbewegung bevorzugt über den gesamten Rost mit gleichmäßiger Vorschubgeschwindigkeit erfolgt. Die Bewegung des Rostes kann abhängig von der Leistung eingestellt werden, wobei für jede Leistung ein definierter Bewegungs- und Pausenzyklus festgelegt sein kann.

In einer weiteren, bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist/sind wenigstens ein Teil der Rostelemente, vorzugsweise alle Rostelemente, an rohrförmigen Halterungen montiert, die von einem Kühlmedium durchströmt sind. Die rohrförmigen Halterungen sind idealer Weise an die Kühlung des Rostrahmens angeschlossen,

wie dies bei der Erfindung bevorzugt ist. Damit kann der gesamte Treppenrost auf einfache Weise gekühlt werden.

Besonders bevorzugt ist, wenn alle beweglichen Rostelemente auf einer Ebene durch einen gemeinsamen Antrieb, vorzugsweise durch den Rostwagen, bewegt werden. Dadurch ist immer nur eine Seite schiebend, was das Nachrutschen des Bettes verlangsamt und daher das Vergaserbett möglichst wenig stört.

Der Treppenrost besteht aus mehreren Reihen von Rostelementen, wobei vorzugsweise jede zweite Rostreihe an den beweglichen Rostantrieb, vorzugsweise den Rostwagen, angebunden ist und somit bewegt werden kann. Damit ist die oberste Rostreihe, die dritte von oben und so weiter, beweglich ausgeführt.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weisen die Rostabschnitte jeweils kürzere Rostelemente im oberen Bereich und längere Rostelemente im unteren Bereich auf.

In einer in diesem Zusammenhang bevorzugten Ausführungsform besteht ein wesentlicher Vorteil der vorliegenden Erfindung darin, dass der Rost aus drei verschiedenen Rostelementen aufgebaut ist, nämlich den Doppelementen an der Rostspitze, sogenannten Abbrandelementen, die von den kürzeren Rostelementen gebildet werden, und sogenannten Ausbrandelementen, die von den längeren Rostelementen gebildet werden. Im Bereich des darüber liegenden zylindrischen Vergasers (Rostmitte) sind die kürzeren Rostelemente (Abbrandelemente) angeordnet und im äußeren Bereich des Rostes sind die längeren Rostelemente (Ausbrandelemente) zum Ausbrand der Kohle und zum Ascheabtransport angeordnet. Die Ausbrandrostelemente sind länger. Sie bilden daher eine größere Auflagefläche, auf der sich das Bett des Brennstoffes bzw. der Kohle abstützen kann. Durch sie erfolgt der Ascheabtransport. Weiters wird durch die längeren Rostelemente die Verweilzeit der Kohle am äußeren bzw. unteren Bereich des Rostes verlängert und

dadurch ein vollständigerer Ausbrand des Brennstoffes sichergestellt.

Wenn sich zwischen den Rostelementen Schlitze befinden, kann durch diese das von unterhalb des Rostes zugeführte Oxidationsmedium strömen.

Die Schlitze können dabei in einer weiters bevorzugten Ausführungsform der Erfindung dadurch gebildet werden, dass die Rostelemente Seitenwände aufweisen und dass in den Seitenwänden Ausnehmungen angeordnet sind, die jeweils vor einem vorderen und hinteren Ende der Rostelemente enden, sodass jeweils zwischen zwei benachbarten Rostelementen ein Schlitz begrenzter Länge gebildet wird, durch den von unterhalb des Rostes zugeführtes Oxidationsmedium strömen kann.

Damit wird ein definierter Strömungsquerschnitt gebildet, wobei dennoch gewährleistet ist, dass die Rostelemente an ihren vorderen und hinteren Enden mit ihren Seitenwänden aneinander anliegen können und somit eine definierte Lage in der jeweiligen Rostreihe gewährleistet ist.

Der Rost selbst ist bevorzugt aus einem thermisch und chemisch beständigem Material (typischerweise einem Cr-Ni-Stahl) ausgeführt.

Der Gegenstromvergaser weist einen unteren Rand auf, wobei der Abstand des unteren Randes von den Rostabschnitten in einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung so gewählt ist, dass der Schüttwinkel des Brennstoffes ausgehend vom unteren Rand auf der untersten Reihe von Rostelementen oder weiter oberhalb des jeweiligen Rostabschnittes endet.

Damit kann ein sogenanntes „Ausrinnen“ des Brennstoffbettes verhindert werden, indem der Abstand zwischen dem unteren Rand

des Gegenstromvergasers, insbesondere dessen Vergaserrohres, und dem Rost so klein ist, dass sich das Brennstoffbett innerhalb des Schüttwinkels gut auf der untersten oder zweiten bzw. vorletzten Reihe der Ausbrandelemente abstützen kann und dadurch ein Auslaufen der Partikel über den untersten Rand des Rostes mit Sicherheit verhindert wird. Das heißt, dass der Abstand zwischen dem unteren Rand des Vergaserrohres und dem Rost so ausgeführt wird, dass der Schüttwinkel der Kohleschüttung (liegt üblicherweise in einem Bereich von 35-45°) typischerweise nicht über das erste Ausbrandelement hinausreicht.

Die sich am Rost bildende Asche muss regelmäßig aus dem Vergaser (Reaktor) entfernt (ausgetragen) werden, da diese ansonsten den Reaktor verstopfen würde. Je höher der Aschegehalt des Brennstoffes ist, desto kürzer sind die erforderlichen Entaschungszyklen.

Bei bekannten Lösungen wird der Rost in gewissen Abständen, wenn sich eine ausreichende Menge an Asche unterhalb des Glutbetts angesammelt hat, unterhalb des Reaktors ganz oder teilweise geöffnet, um die Asche auszutragen. Eine Lösung zur Austragung der Asche besteht somit darin, dass der Rost Öffnungen aufweist, durch die die Asche nach unten abgeführt wird, wobei die Öffnungen so konzipiert sind, dass der Brennstoff (die Kohle) weitgehend zurückgehalten wird. In Abhängigkeit der Eigenschaften des Brennstoffs und der Wahl des Oxidationsmediums kann es aber am Rost bzw. in Rostnähe aufgrund der herrschenden hohen Temperaturen in der Oxidationszone (typischerweise zwischen 800 und 1.100 °C) zur Bildung von Ascheversinterungen und Schlacke kommen. Das heißt, es werden im Glutbett stabile Strukturen gebildet, die zu groß für die Rostöffnungen sind und sich daher im Reaktor ansammeln und auf längere Sicht zu Problemen (Agglomerationen) führen. Zum Beispiel offenbart die US 2018/0079978 A1 einen rotierenden, kreisförmigen Rost für einen Gleichstromfestbettvergaser. Der Rost weist schlitzförmige

Öffnungen auf, durch die die Asche nach unten abgeführt wird. Jede Öffnung weist einen sich in Richtung von der Ober- zur Unterseite des Rostes konisch erweiternden Querschnitt auf.

In einer erfindungsgemäß bevorzugten Ausführungsform befindet sich am unteren Ende bzw. Rand jedes Rostabschnittes jeweils eine sich über die gesamte Rostbreite erstreckende Ascheförderschnecke, über die die Asche ausgetragen wird. Diese beiden Schnecken münden in einer weiteren, bevorzugten Weiterbildung der Erfindung in eine gemeinsame Aschesammelschnecke, die seitlich neben dem Treppenrost angeordnet sein kann. Am Ende der Aschesammelschnecke befindet sich unterhalb der Schnecke ein Schieber, der die Dichtheit des Vergasers während des Betriebes sichert.

Der Schieber kann in einer selbstverständlich nicht zwingenden Weiterbildung der Erfindung zur Sicherung der Dichtheit über eine Endlageüberwachung verfügen. Der Schieber ist bevorzugt immer waagrecht angeordnet und nicht mit Asche überdeckt. Wenn der Schieber am Beginn eines Entaschungszyklus öffnet, setzt sich die Aschesammelschnecke in Bewegung und fördert Asche in den freien Schieberquerschnitt. Dadurch wird sichergestellt, dass der Schieber nicht mit Asche bedeckt wird (um nach dem Entaschungsvorgang ordentlich schließen zu können) und die Aschesammelschnecke aufgrund des kurz gewählten Entaschungsintervalls teilweise mit Asche überdeckt bleibt. Eine unterhalb des Schiebers angeordnete Steigschnecke fördert die Asche schließlich in einen Aschesammelbehälter.

Im Betrieb kann eine Schieberöffnung nur wenige Sekunden dauern und beispielsweise alle drei Stunden erfolgen, wobei das genaue Intervall beispielsweise auch vom Aschegehalt des Brennstoffes abhängt und wählbar ist. Dadurch wird der Falschlufteintrag während eines Entaschungszyklus minimiert.

In einer weiteren, bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird die Unterrostasche über einen Querförderer in eine seitlich angeordnete Ascheschnecke abtransportiert. Die Querschnecke kann dann in eine Schrägschnecke münden, die die Asche in weiterer Folge wieder auf einen Unterrostascheschieber abwirft. Durch diesen Schieber gelangt die Unterrostasche auf eine der Ascheförderschnecken, von wo sie weiter transportiert wird. Die Unterrostentaschung kann beispielsweise nur nach zehn normalen Entaschungszyklen einmal aktiviert werden, da sich unter dem Rost deutlich weniger Asche sammelt.

In noch einer weiteren, bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weist die Einrichtung zum Zuführen von gasförmigem Oxidationsmedium jeweils einen Anschluss für Luft und rezirkuliertes Rauchgas auf. Das Oxidationsmedium wird vorzugsweise mittig unter dem Rost über ein Mischrohr zugeführt und strömt aus diesem unter dem Rost aus. Damit kann eine zuverlässige Versorgung des über dem Rost befindlichen, gesamten Brennstoffbettes mit Oxidationsmedium gewährleistet werden.

Durch die geregelte Zugabe von rezirkuliertem Rauchgas zur Vergasungsluft ändert sich der Sauerstoffpartialdruck der Mischung (des Oxidationsmediums), wodurch der Kohleabbrand verlangsamt und die auftretenden Temperaturen im Glutbett reduziert werden. So kann eine definierte Glutbetttemperatur sichergestellt werden. Die Temperatur des Glutbettes liegt vorzugsweise zwischen 800 °C und 1.000 °C.

Dies erfolgt, um die Temperatur des Glutbettes zu kontrollieren und dadurch Versinterungen bzw. Verschlackungen der Asche zu vermeiden. Die Mischung des Oxidationsmediums kann in Abhängigkeit der Brennstoffzusammensetzung variiert werden. Die Regelung der Zumischung von rezirkuliertem Rauchgas erfolgt vorzugsweise über ein Ventil, insbesondere eine Klappe, und

einen definierten Differenzdruck, der mit dem Volumenstrom korrespondiert.

Die Temperaturüberwachung erfolgt beispielsweise über zwei Thermoelemente, die über dem Rost im Glutbettbereich angeordnet sind. Sollte dort eine definierte Temperatur überschritten werden, dann wird die Menge an rezirkuliertem Rauchgas im Oxidationsmedium erhöht.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines bevorzugten, den Schutzbereich nicht beschränkenden, Ausführungsbeispiels der Erfindung unter Bezugnahme auf die angeschlossenen Zeichnungen. Es zeigt:

- Fig. 1 eine Schnittansicht einer beispielhaften Ausführungsform der Erfindung,
- Fig. 2a eine schematische Darstellung eines Gegenstromvergasers.
- Fig. 2b ein Temperaturprofil über die Zonen des Vergasers,
- Fig. 3 eine Seitenansicht eines erfindungsgemäßen Treppenrostes,
- Fig. 4 eine Schnittansicht des obersten Bereiches des Treppenrostes,
- Fig. 5a, 5b und 5c Außenansichten der Erfindung samt Entaschungsorganen,
- Fig. 6a, 6b und 6c eine Schrägansicht, eine Ansicht von oben sowie eine Seitenansicht des Doppelementes an der Rostspitze,
- Fig. 7a, 7b und 7c Schrägansichten, eine Ansicht von oben sowie eine Seitenansicht eines Abbrandelementes des Treppenrostes,
- Fig. 8a, 8b und 8c eine Schrägansicht, eine Ansicht von unten sowie eine Seitenansicht eines Ausbrandelementes des Treppenrostes, und
- Fig. 9a und 9b eine Seitenansicht und eine Draufsicht des Mischrohres zur Zufuhr des Oxidationsmediums.

In den Zeichnungen ist eine Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung dargestellt, die aber nur beispielhaft ist und, abgesehen von den erfindungsgemäßen Merkmalen, wie sie in den Ansprüchen definiert sind, im Rahmen der vorliegenden Erfindung bezüglich vieler Komponenten auch anders ausgeführt sein kann, ohne dass dies im Folgenden einer besonderen Erwähnung bedarf.

Fig. 1 zeigt eine Schnittansicht einer beispielhaften Ausführungsform des unteren Teils einer erfindungsgemäßen Anlage mit einem symmetrischen Treppenrost 1 und Fig. 3 eine Schrägansicht des Treppenrostes 1 von Fig. 1.

Der Treppenrost 1 weist zwei Rostabschnitte 1a, 1b auf, die A-förmig und symmetrisch angeordnet sind, und im Bereich ihrer oberen Enden im Mittelbereich unter einem Vergaserraum des Gegenstromvergasers mit einem Vergaserrohr 22 positioniert sind.

Im obersten Bereich des Treppenrostes 1, in dem die beiden Rostabschnitte 1a, 1b zusammengeführt sind, ist in der Rostmitte ein Giebel 2 zum Teilen des Brennstoffes nach links und rechts ausgeführt. Der Giebel 2 ist wassergekühlt, um ihn vor zu hohen Temperaturen zu schützen und weist einen A-förmigen Oberteil 2' auf, der vorzugsweise einen Keilwinkel α von 30° bis 90° , besonders bevorzugt von etwa 60° , aufweist, um den Aufbau von Aschedepositionen zu verhindern.

Fig. 4 zeigt eine Schnittansicht des obersten Bereiches des Treppenrostes 1. Der Giebel 2 ist fest mit einem stationären Rostrahmen 16 verbunden und mittig über der obersten Rostebene, die durch Doppelrostelemente 3 gebildet wird, angeordnet. Die Doppelrostelemente 3 sind in der dargestellten Ausführungsform der Erfindung im Wesentlichen wie zwei Rostelemente 3' ausgeführt, die auch in den darunterliegenden Rostebenen

verwendet werden, aber an ihren einander zugewandten Enden miteinander verbunden sind.

Der gesamte Treppenrost 1 ist in der dargestellten Ausführungsform im Wesentlichen aus drei verschiedenen Rostelementen aufgebaut, und zwar den Doppелеlementen 3 an der Rostspitze bzw. dem oberen Rostende, Rostelementen 4 als sogenannten Abbrandelementen unter dem vorzugsweise im Wesentlichen zylindrischen Vergaserrohr 22, und längeren Rostelementen 5 als sogenannten Ausbrandelementen im unteren, äußeren Bereich des Treppenrostes zum Ausbrand der Kohle und zum Ascheabtransport.

Die Fig. 6a, 6b und 6c zeigen eine Schnittansicht, eine Ansicht von unten, sowie Seitenansichten des Doppelrostelementes 3, das die oberste Rostebene bildet.

Die Fig. 7a, 7b und 7c zeigen eine Schnittansicht, eine Ansicht von unten, sowie Seitenansichten eines Rostelementes 4, das im Rahmen der hier beschriebenen Erfindung auch als Abbrandelement bezeichnet wird.

Die Fig. 8a, 8b und 8c zeigen schließlich eine Schnittansicht, eine Ansicht von unten sowie Seitenansichten eines Rostelementes 5, das im Rahmen der hier beschriebenen Erfindung auch als Ausbrandelement bezeichnet wird.

Die Doppelrostelemente 3, die in der obersten Rostreihe unter dem Giebel 2 angeordnet sind, verteilen den Brennstoff mit Hilfe des Giebels 2 als Staukeil auf die linke und rechte Rostseite. Die Doppelrostelemente 3 weisen einen gemeinsamen, mittigen Trägerteil 3'' auf, über den Rostelemente 3', die den jeweiligen Rostabschnitte 1a, 1b zugeordnet sind, miteinander verbunden sind. Der Trägerteil 3'' ist über rohrförmige Halterungen 6 mit einem beweglichen Rostantrieb, den sogenannten Rostwagen 7,

verbunden. Der Trägerteil 3'' ist in der in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsform U-förmig und von oben auf die Halterungen 6 aufgesteckt. Die Rostelemente 3' weisen, ebenso wie die Rostelemente 4 und 5 ein vorderes, abgerundetes Ende 8 auf, mit dem sie auf der Oberfläche 9 des jeweils darunter liegenden Rostelementes 4, 5 aufliegen und gleiten.

Die Ausbrandrostelemente 5 sind länger als die Rostelemente 3' und die Abbrandelemente 4, sonst aber im Wesentlichen gleich gestaltet. Die Ausbrandrostelemente 5 bilden daher eine größere Auflagefläche als die Abbrandelemente 4, sodass sich das Bett des Brennstoffes besser auf den Ausbrandrostelementen 5 abstützen kann und auch der Aschevorschub effizienter erfolgt. Weiters wird durch die längeren Rostelemente 5 die Verweilzeit der Kohle im äußeren Bereich des Rostes verlängert und dadurch ein vollständiger Ausbrand der Kohle sichergestellt.

Die Rostelemente 4 und 5 weisen ebenfalls einen Trägerteil 10 auf, der U-förmig ist. Die beweglichen Rostelemente 4 und 5 sind von oben auf die Halterungen 6 des Rostwagens 7 aufgesteckt

Die nicht beweglichen Rostelemente 4, 5 sind so auf rohrförmige Halterungen 11 aufgesteckt, dass eine gut wärmeleitende Verbindung zwischen den Trägerteilen 10 und den rohrförmigen Halterungen 11 vorhanden ist. Diese rohrförmigen Halterungen 11 sind idealerweise an eine Kühlung des Rostrahmens 16 angeschlossen und werden von einem Kühlmedium, z.B. Wasser, durchströmt. Eine separate Zufuhr von Kühlwasser wäre aber natürlich ebenso möglich.

Wie in den Fig 6, 7 und 8 zu sehen ist, weisen alle Rostelemente 3, 4, 5 Seitenwände 12 auf, an denen Ausnehmungen 13 angeordnet sind, wobei an deren hinterem Ende im Bereich der Trägerteile 3'', 10 einerseits und der vorderen Enden 8 andererseits noch Seitenwände 12 stehen bleiben, sodass jeweils zwischen zwei benachbarten Rostelementen ein Schlitz begrenzter Länge gebildet

wird, durch den von unterhalb des Rostes zugeführtes Oxidationsmedium strömen kann.

Außerdem weisen die Rostelemente 3, 4, 5 wenigstens im Bereich der seitlichen Ausnehmungen einen sich nach unten verjüngenden Querschnitt auf, der in der dargestellten Ausführungsform durch einen schmalen Steg 14 unter der die Oberfläche 9 der Rostelemente 3, 4, 5 bildenden Platte angeordnet ist, und das Durchfallen von Ascheteilchen erleichtert.

Die beiden Rostabschnitte 1a, 1b des Treppenrostes 1 bestehen jeweils aus mehreren Rostreihen, wobei nur jede zweite Rostreihe an den beweglichen Rostwagen 7 angebunden ist und somit bewegt werden kann. Die oberste Rostreihe ist beweglich ausgeführt, die dritte von oben ebenfalls und so weiter.

Alle Rostelemente 3, 4, 5 auf einer beweglichen Ebene werden durch den gemeinsamen Rostwagen 7 bewegt. Dadurch ist immer nur eine Seite schiebend, was das Nachrutschen des Bettes insgesamt langsamer macht und daher das Vergaserbett weniger stört.

Der Gegenstromvergaser weist ein isoliertes Vergaserrohr 22 auf, das zylindrisch oder mehreckig (z.B. achteckig) sein kann, und das einen unteren Rand 15 aufweist, der vorzugsweise über dem Übergangsbereich von den Rostreihen mit den kürzeren Abbrandelementen 4 zu den Rostreihen mit den längeren Ausbrandelementen 5 liegt. Der Abstand zwischen dem unteren Rand 15 des Vergaserrohres und dem Rost ist so bemessen, dass der Schüttwinkel des Brennstoffbettes (üblicherweise in einem Bereich von 35-45°) im Bereich der untersten oder zweiten bzw. vorletzten Reihe der Ausbrandelemente liegt, womit ein Auslaufen der Partikel über den untersten Rand 15 des Rostes verhindert werden kann.

Die Fig. 5a bis 5c zeigen Außenansichten der erfindungsgemäßen Anlage mit einem Entaschungssystem. Am unteren Ende jedes Rostabschnittes 1a, 1b befindet sich links und rechts unterhalb der letzten Rostreihe jeweils eine Ascheschnecke 23, über die die Asche ausgetragen wird, und die sich über die gesamte Rostbreite erstreckt. Diese beiden Ascheschnecken 23 münden in eine gemeinsame Aschesammelschnecke 24, die seitlich außerhalb und neben dem Gehäuse der Anlage angeordnet ist. Am Ende der Aschesammelschnecke 24 befindet sich unterhalb der Schnecke ein Ascheschieber 21, der die Dichtheit der Anlage während des Betriebes sichert.

Der Ascheschieber 21 ist vorzugsweise waagrecht angeordnet und nicht mit Asche überdeckt. Wenn der Ascheschieber 21 am Beginn eines Entaschungszyklus öffnet, setzt sich die Aschesammelschnecke 24 in Bewegung und fördert Asche in den freien Schieberquerschnitt. Dadurch wird sichergestellt, dass der Ascheschieber 21 nicht mit Asche bedeckt wird (um nach dem Entaschungsvorgang ordentlich schließen zu können) und die Aschesammelschnecke 24 durch ein entsprechend kurz gewähltes Entaschungsintervall nicht mit Asche überdeckt bleibt. Eine unterhalb des Schiebers 21 angeordnete Steigschnecke 25 fördert die Asche schließlich in einen Aschesammelbehälter.

Asche, die durch die Schlitze zwischen den Rostelementen 3, 4, 5 durchfallen kann, und als Unterrostasche bezeichnet wird, wird in der dargestellten Ausführungsform der Erfindung über einen Querförderer 17 in eine seitlich angeordnete Unterrostascheschnecke 18 abtransportiert. Die Unterrostascheschnecke 18 mündet dann in eine Unterrostschrägschnecke 19, die dann die Asche wieder auf einen Unterrostascheschieber 20 abwirft. Durch diesen Schieber gelangt die Unterrostasche auf eine der Ascheschnecken 23 die entlang des Rostes angeordnet sind, von wo sie weiter transportiert wird. Die Unterrostentaschung kann beispielsweise nur ca. nach

10 normalen Entaschungszyklen einmal aktiviert werden, da sich unter dem Rost deutlich weniger Material sammelt.

Die Fig. 9a und 9b zeigen eine Seitenansicht und eine Draufsicht eines Mischrohres 27, das als Einrichtung zum Zuführen von gasförmigem Oxidationsmedium dient. Das Mischrohr 27 weist einen Anschluss für ein Zufuhrrohr 28 für Luft und einen Anschluss für ein Zufuhrrohr 29 für rezirkuliertes Rauchgas auf. Das Oxidationsmedium wird über dieses Mischrohr 27 mittig unter dem Rost zugeführt und strömt aus diesem unter dem Treppenrost 1 aus. Das Oxidationsmedium besteht dabei normalerweise aus einer Mischung aus Luft und rezirkuliertem Rauchgas. Eine gute Mischung der Luft mit dem rezirkulierten Rauchgas wird dabei über das Mischrohr 27 sichergestellt, das für eine sehr gute Einmischung des rezirkulierten Rauchgases in die Verbrennungsluft sorgt, bevor das Oxidationsmedium in den Raum unter dem Treppenrost 1 austritt. Das rezirkulierte Rauchgas strömt über ein dünneres Zufuhrrohr 29 axial in das Mischrohr ein. Die Luft strömt über ein breiteres Zufuhrrohr 28, das zur Zufuhr des rezirkulierten Rauchgases um 90° versetzt angeordnet ist, in das Mischrohr 27. Durch die um 90° versetzten Einströmöffnungen, die Wahl der Durchmesser der beiden Einströmöffnungen und die Mischstrecke nach den Einströmöffnungen kommt es zu einer sehr guten Durchmischung von Luft und rezirkuliertem Rauchgas. Die Mischung tritt dann über nach unten gerichtete Ausströmöffnungen 30 des Mischrohres in den Raum unter dem Treppenrost 1 ein. Durch diese gute Vermischung wird sichergestellt, dass es unter dem Rost zu keinen Strähnenbildungen von Luft bzw. rezirkuliertem Rauchgas kommt, die sich negativ auf die lokalen Abbrandbedingungen der Kohle am Rost auswirken könnten, und dass das Oxidationsmedium gut und gleichmäßig im Raum unter dem Rost verteilt wird.

Durch die geregelte Zugabe von rezirkuliertem Rauchgas zur Vergasungsluft ändert sich der Sauerstoffpartialdruck der

Mischung (des Oxidationsmediums), wodurch der Abbrand des Brennstoffes verlangsamt und die auftretenden Temperaturen im Glutbett reduziert werden. So kann eine definierte Glutbetttemperatur sichergestellt werden. Die Temperatur des Glutbettes liegt vorzugsweise zwischen 800 und 1.000 °C, um Versinterungen bzw. Verschlackungen der Asche zu vermeiden. Sie kann, je nach Brennstoffzusammensetzung, variiert werden. Die Regelung der Zumischung von rezirkuliertem Rauchgas erfolgt über ein Ventil, insbesondere eine Klappe, und einen definierten Differenzdruck, der mit dem Volumenstrom korrespondiert. In Fig. 1 ist schließlich noch zu sehen, an welchen Orten bevorzugt Temperaturmessungen im rostnahen Glutbettbereich erfolgen. Dort können beispielsweise zwei Thermoelemente 31 angeordnet sein. Sollte an diesen Punkten eine kritische Temperatur (z.B. 1.000 °C) überschritten werden, kann der Anteil an rezirkuliertem Rauchgas im Oxidationsmedium erhöht werden.

Die Ummantelung des Rostbereiches 26 ist isoliert ausgeführt, um Wärmeverluste nach außen zu minimieren. Vorzugsweise erfolgt ein mehrschichtiger Isolationsaufbau (z.B. Feuerfestbeton, Isolierbeton, Keramikwolle, Blechmantel).

Bezugszeichenliste:

- 1 Treppenrost
- 1a Rostabschnitt
- 1b Rostabschnitt
- 2 Giebel
- 2` Oberteil
- 3 Doppelrostelement
- 3` oberstes Rostelement
- 3`` Trägerteil
- 4 kürzeres Rostelement
- 5 längeres Rostelement
- 6 rohrförmige Halterung
- 7 Rostwagen
- 8 vorderes Ende
- 9 Oberfläche
- 10 Trägerteil
- 11 rohrförmige Halterung
- 12 Seitenwand
- 13 Ausnehmung
- 14 Steg
- 15 Rand des Gegenstromvergasers
- 16 Rostrahmen mit Rostrahmenkühlung
- 17 Querförderer
- 18 Unterrostascheschnecke
- 19 Unterrostschrägschnecke
- 20 Unterrostascheschieber
- 21 Ascheschieber
- 22 Vergaserrohr des Gegenstromvergasers samt Ausmauerung
- 23 Ascheschnecke
- 24 Aschesammelschnecke
- 25 Steigschnecke
- 26 Ummantelung des Rostbereiches
- 27 Mischrohr
- 28 Zufuhrrohr für Luft

- 29 Zufuhrrohr für rezirkuliertes Rauchgas
- 30 Ausströmöffnungen für das Oxidationsmedium
- 31 Thermoelemente

- 101 Brennstoffbett
- 102 Trocknungszone
- 103 Pyrolysezone
- 104 Vergasungszone
- 105 Rost
- 106 Kohleverbrennungszone, Oxidationszone
- 107 Oxidationsmittelzufuhr
- 108 Brennstoffzufuhr
- 109 Gasabfuhr
- 110 Ascheabfuhr

- α Keilwinkel

Patentansprüche:

1. Anlage zur thermochemischen Konversion von festen Brennstoffen, mit einem Treppenrost (1) mit Reihen von Rostelementen (3, 4, 5), wobei im Bereich über dem oberen Ende des Treppenrostes (1) ein Gegenstromvergaser mit einem im Wesentlichen vertikal angeordneten Vergaserrohr (22) angeordnet ist, das einen Vergaserraum bildet, wobei die Anlage im Bereich des unteren Endes eine Einrichtung zum Abtransport von Asche aufweist, und wobei im Bereich unter dem Treppenrost (1) eine Einrichtung (27) zum Zuführen von gasförmigem Oxidationsmedium angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, dass der Treppenrost (1) Reihen von beweglichen und nicht beweglichen Rostelementen (3, 4, 5) aufweist, dass der Treppenrost (1) zwei Rostabschnitte (1a, 1b) aufweist, die etwa A-förmig und besonders bevorzugt symmetrisch angeordnet sind, und im Bereich ihrer oberen Enden im Mittelbereich unter dem Vergaserraum angeordnet sind, dass die Rostabschnitte (1a, 1b) an ihren oberen Enden eine oberste Reihe von beweglichen Rostelementen (3) aufweisen, und dass im Mittelbereich darüber ein nicht beweglicher Giebel (2) angeordnet ist.
2. Anlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass einander gegenüberliegende Rostelemente (3') der obersten Reihe der beiden Rostabschnitte (1a, 1b) miteinander verbunden sind.
3. Anlage nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Giebel (2) im Mittelbereich über den miteinander verbundenen Rostabschnitten (1a, 1b) der obersten Reihe angeordnet ist.
4. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Giebel (2) einen A-förmigen Oberteil (2') aufweist, der vorzugsweise einen Keilwinkel (α) von 30° bis 90° , besonders bevorzugt von 60° , aufweist.

5. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Rostabschnitte (1a, 1b) jeweils kürzere Rostelemente (4) im oberen Bereich und längere Rostelemente (5) im unteren Bereich aufweisen.
6. Anlage nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die kürzeren Rostelemente (4) in einem Bereich unter dem Gegenstromvergaser angeordnet sind, und dass die längeren Rostelemente (5) in einem Bereich angeordnet sind, der nicht unter dem Gegenstromvergaser liegt.
7. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Rostelemente (3, 4, 5) Seitenwände (12) aufweisen, und dass in den Seitenwänden (12) Ausnehmungen (13) angeordnet sind, die jeweils vor einem vorderen und hinteren Ende der Rostelemente (3, 4, 5) enden, sodass jeweils zwischen zwei benachbarten Rostelementen (3, 4, 5) ein Schlitz begrenzter Länge gebildet wird, durch den von unterhalb des Rostes zugeführtes Oxidationsmedium strömen kann.
8. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 7, gekennzeichnet durch einen stationären Rostrahmen (16), mit dem alle nicht beweglichen Rostelemente (4, 5) und der Giebel (2) verbunden sind.
9. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass jeweils alle beweglichen Rostelemente (3, 4, 5) einer Ebene durch einen gemeinsamen Antrieb, vorzugsweise durch einen Rostwagen (7), bewegt werden.
10. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Teil der Rostelemente (4, 5) an rohrförmigen Halterungen (11) montiert sind, die von einem Kühlmedium durchströmt sind.

11. Anlage nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass weitere Halterungen (6) am beweglichen Rostwagen angeordnet sind.
12. Anlage nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Hubbewegung des Rostwagens (7) einstellbar und vorzugsweise konstant ist.
13. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtung (27) zum Zuführen von gasförmigem Oxidationsmedium jeweils einen Anschluss für Luft und rezirkuliertes Rauchgas aufweist.
14. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 13, gekennzeichnet durch wenigstens ein Thermoelement (31), vorzugsweise zwei Thermoelemente (31), über dem Treppenrost (1), von denen jeweils eines über einem Rostabschnitt (1a, 1b) angeordnet ist, wobei das Thermoelement (31) oder die Thermoelemente (31) mit einer Steuereinrichtung verbunden ist/sind, die mit einem Ventil zur Steuerung der Zufuhr von rezirkuliertem Rauchgas in die Einrichtung (27) verbunden ist.
15. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass das Vergaserrohr (22) des Gegenstromvergasers einen unteren Rand (15) aufweist, und dass der Abstand des unteren Randes (15) von den Rostabschnitten (1a, 1b) so gewählt ist, dass der Schüttwinkel des Brennstoffes, ausgehend vom unteren Rand (15), auf der untersten Reihe von Rostelementen (5) oder weiter oberhalb des jeweiligen Rostabschnittes (1a, 1b) endet.
16. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass sich am unteren Ende jedes Rostabschnittes (1a, 1b) jeweils eine sich über die gesamte

Rostbreite erstreckende Ascheförderschnecke (23) befindet, über die die Asche ausgetragen wird.

17. Anlage nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Ascheförderschnecken (23) in eine gemeinsame Aschesammelschnecke (24) münden, die seitlich neben dem Treppenrost angeordnet ist.
18. Anlage nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass sich am Ende der Aschesammelschnecke (24) ein Ascheschieber (21) befindet, der die Anlage während des Betriebes abdichtet.
19. Anlage nach einem der Ansprüche 16 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass unterhalb des Treppenrostes (1) ein Querförderer (17) angeordnet ist, an den eine Unterrostascheschnecke (18) anschließt, dass die Unterrostascheschnecke (18) in eine Unterrostschrägschnecke (19) mündet, die die Asche auf einen Unterrostascheschieber (20) abwirft, und dass der Unterrostascheschieber (20) die Unterrostasche in eine der Ascheschnecken (23) fördert, die entlang des Rostes angeordnet sind.
20. Anlage nach Anspruch 18 oder 19, dadurch gekennzeichnet, dass eine unterhalb des Ascheschiebers (21) angeordnete Steigschnecke (25) die Asche in einen Aschebehälter fördert.
21. Anlage nach einem der Ansprüche 16 bis 20, dass die Einrichtung zum Abtragsport von Asche im Wesentlichen gasdicht ist.
22. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass eine Ummantelung des Rostbereiches (26) isoliert ausgeführt ist.

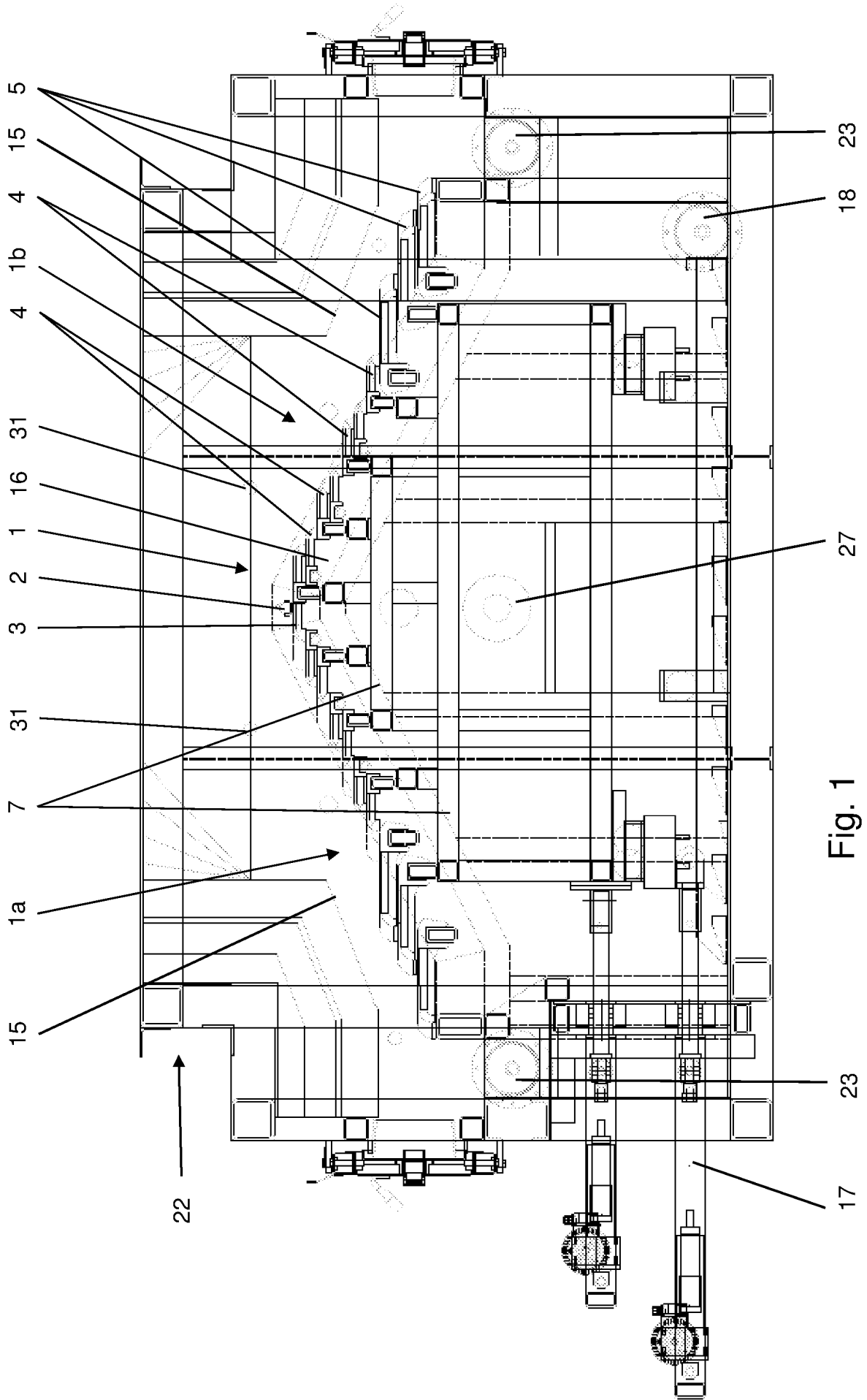


Fig. 1

Fig. 2a

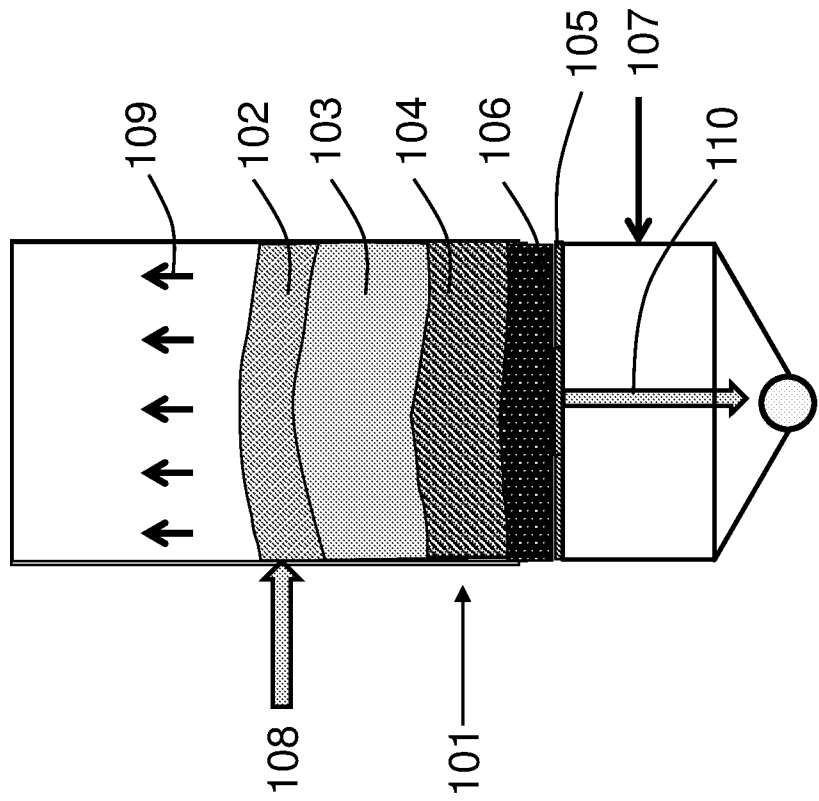
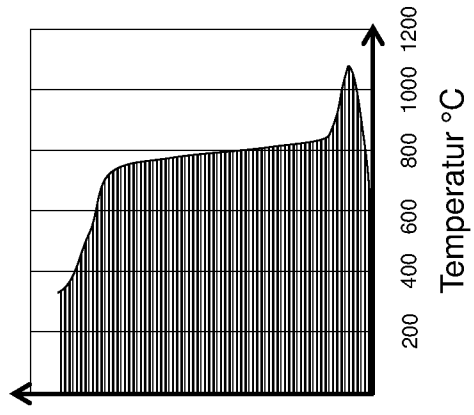


Fig. 2b



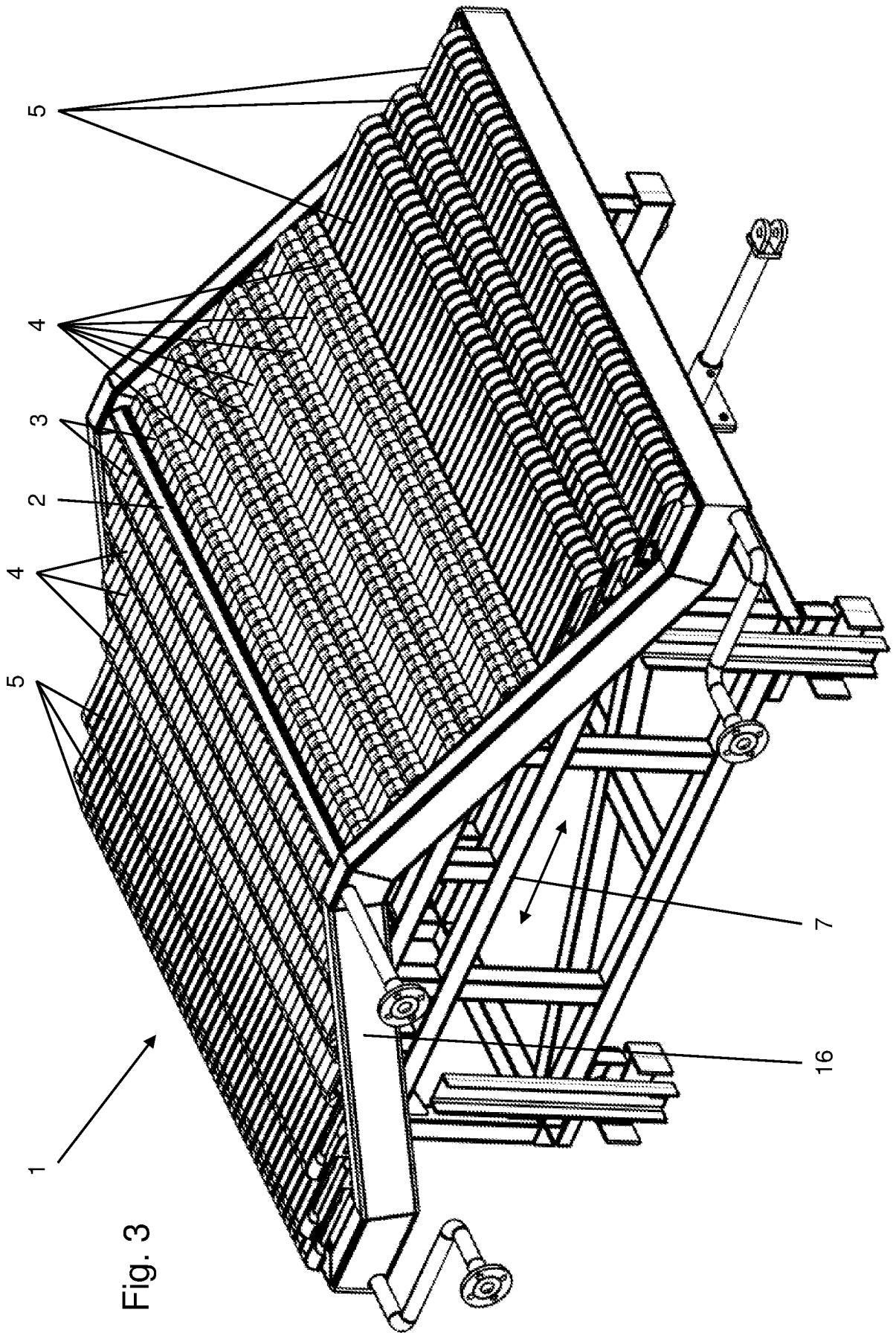


Fig. 3

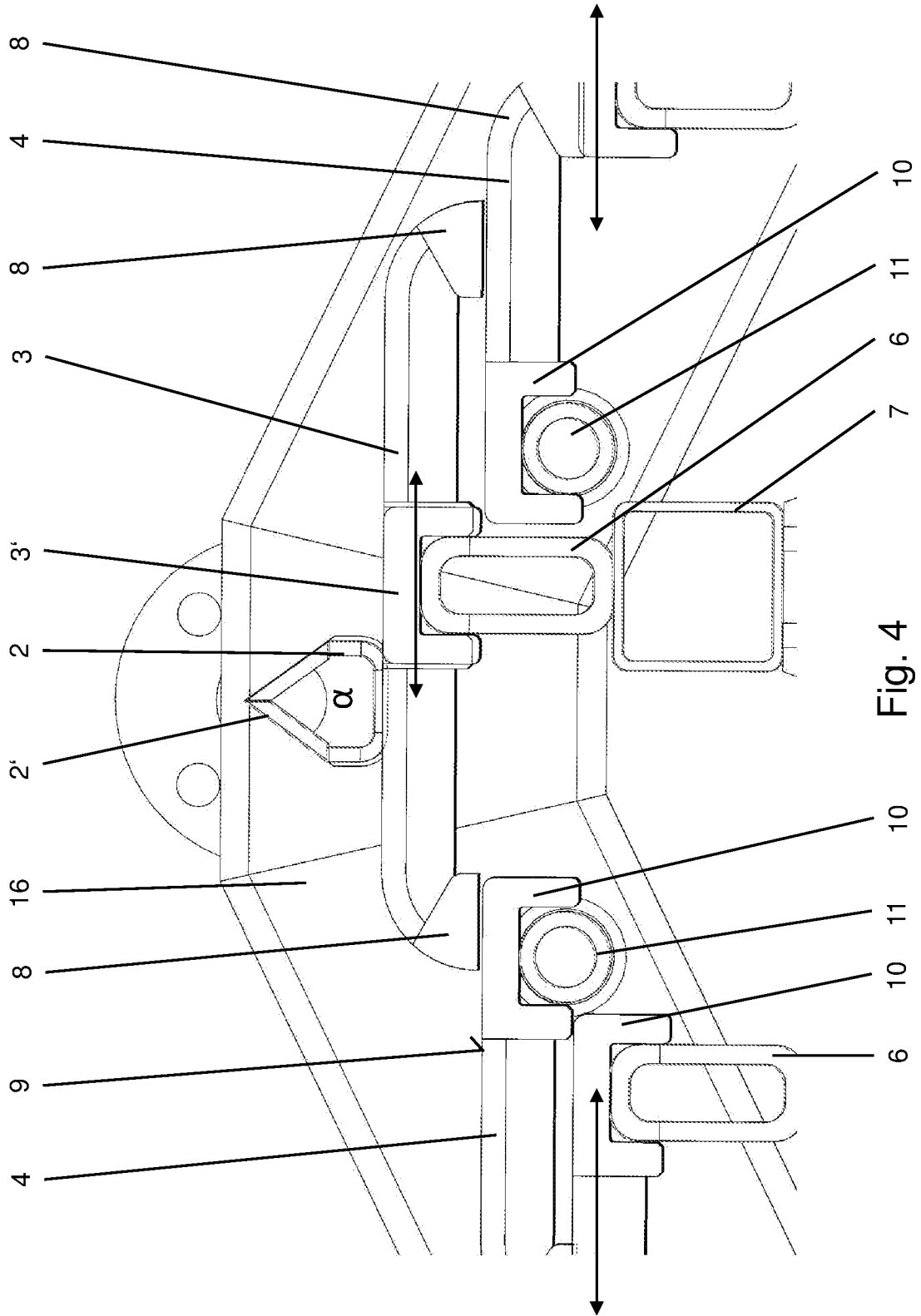


Fig. 4

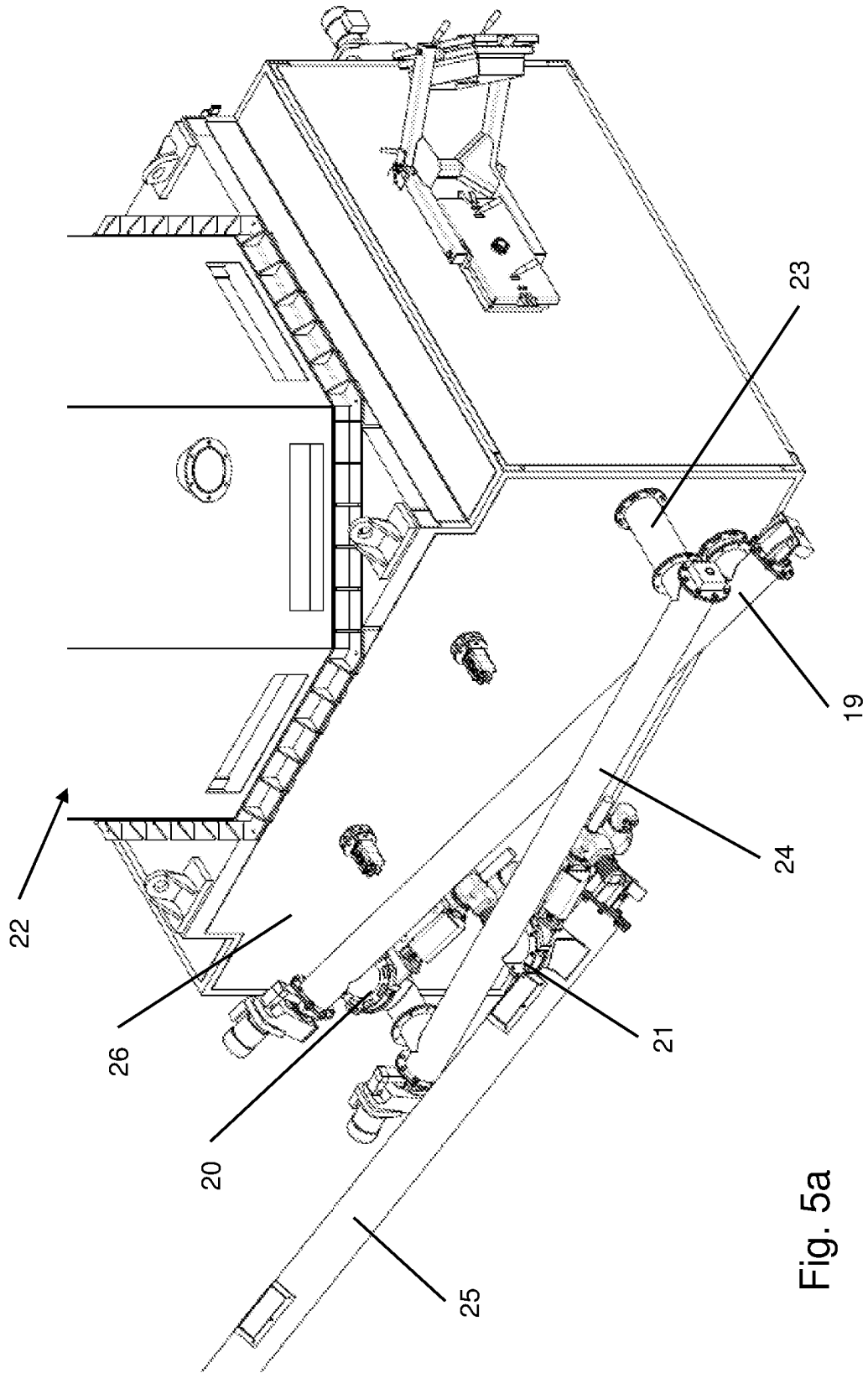


Fig. 5a

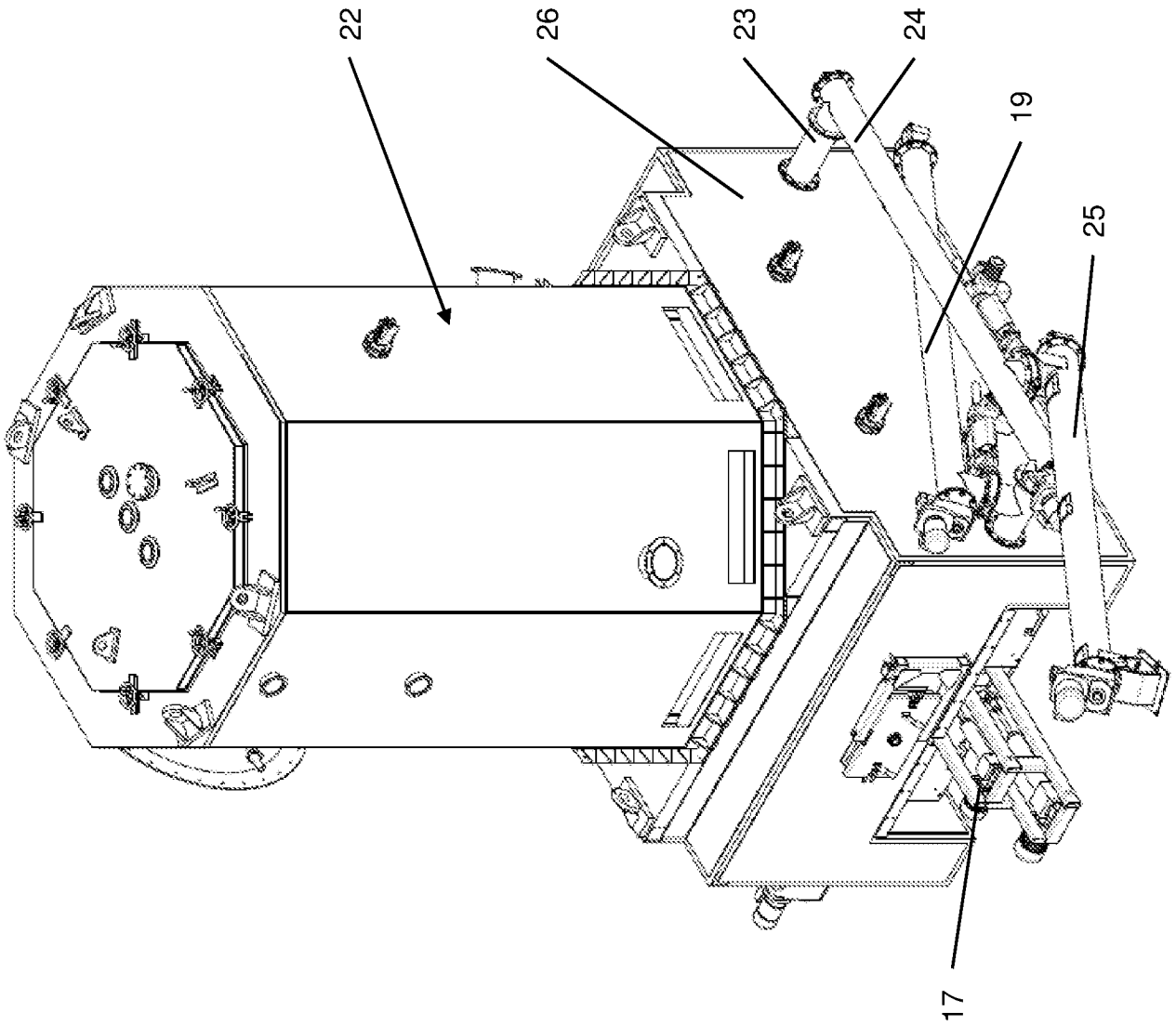


Fig. 5b

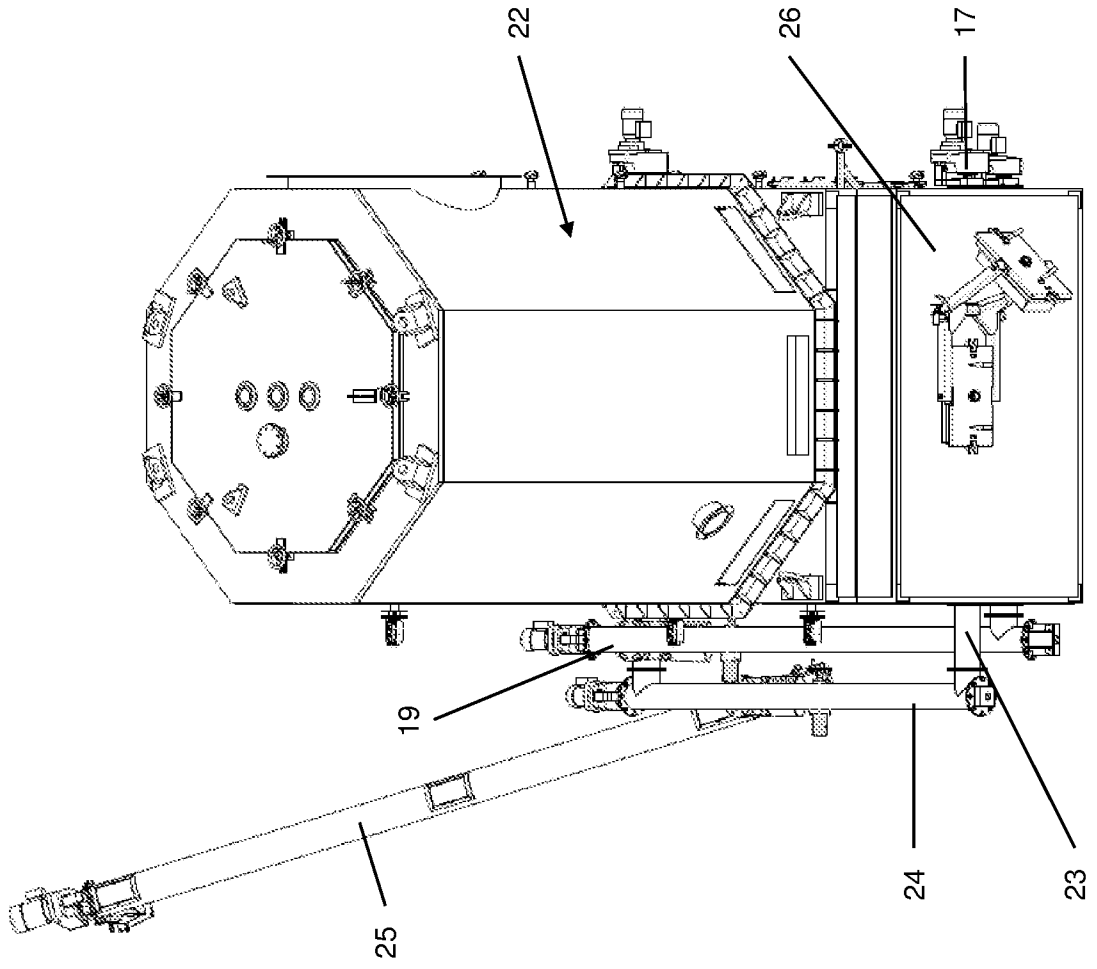


Fig. 5c

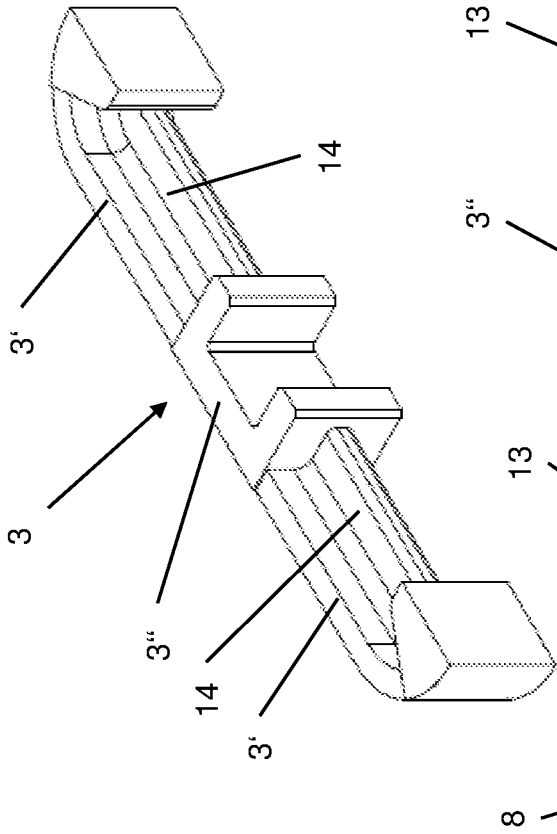


Fig. 6a

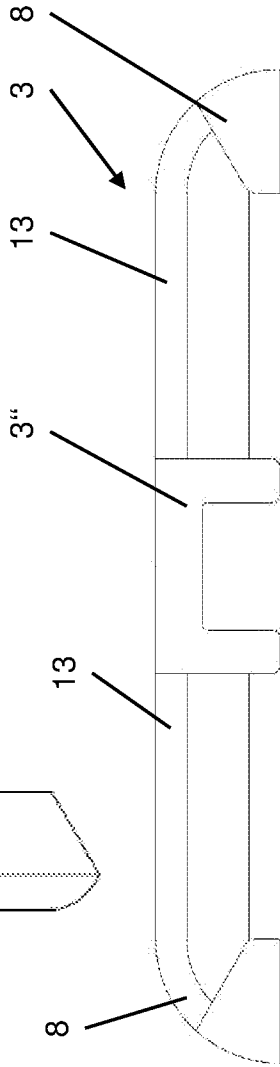


Fig. 6c

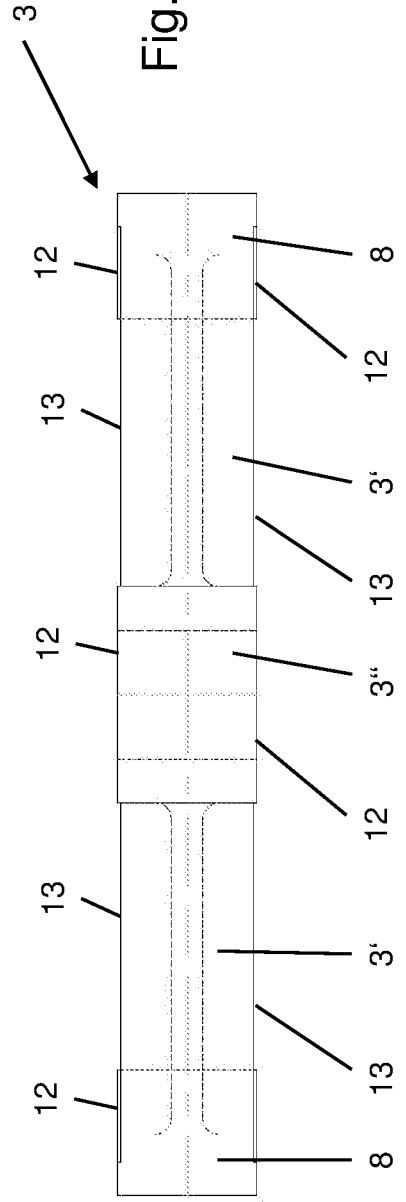


Fig. 6b

Fig. 7a

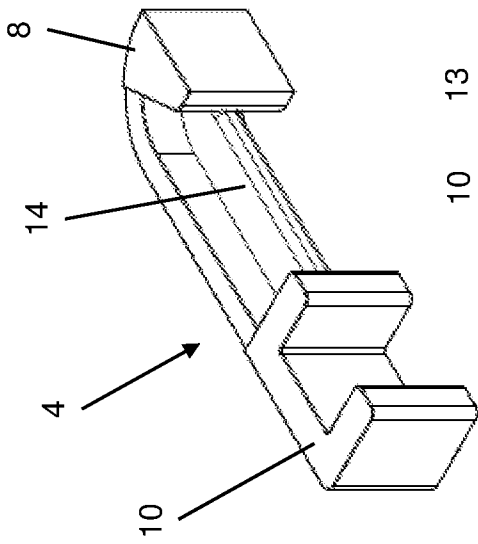


Fig. 7b

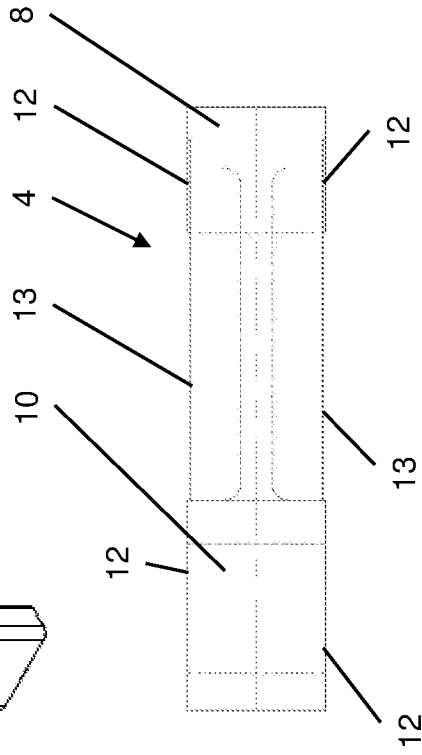
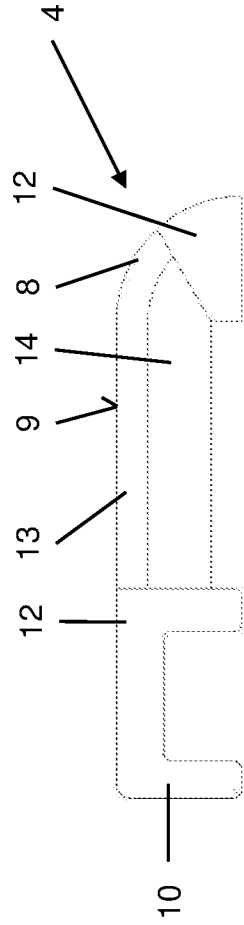
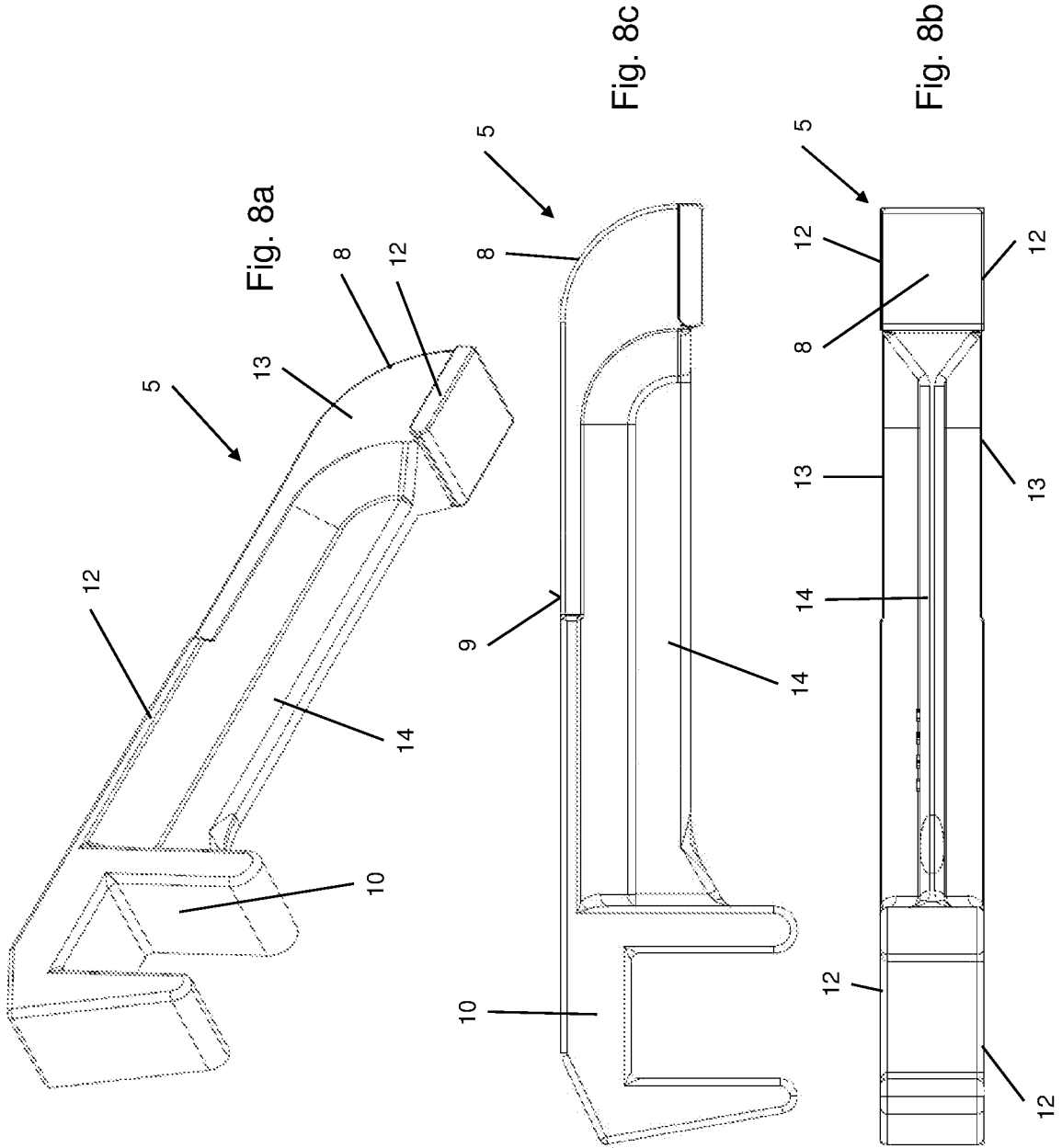
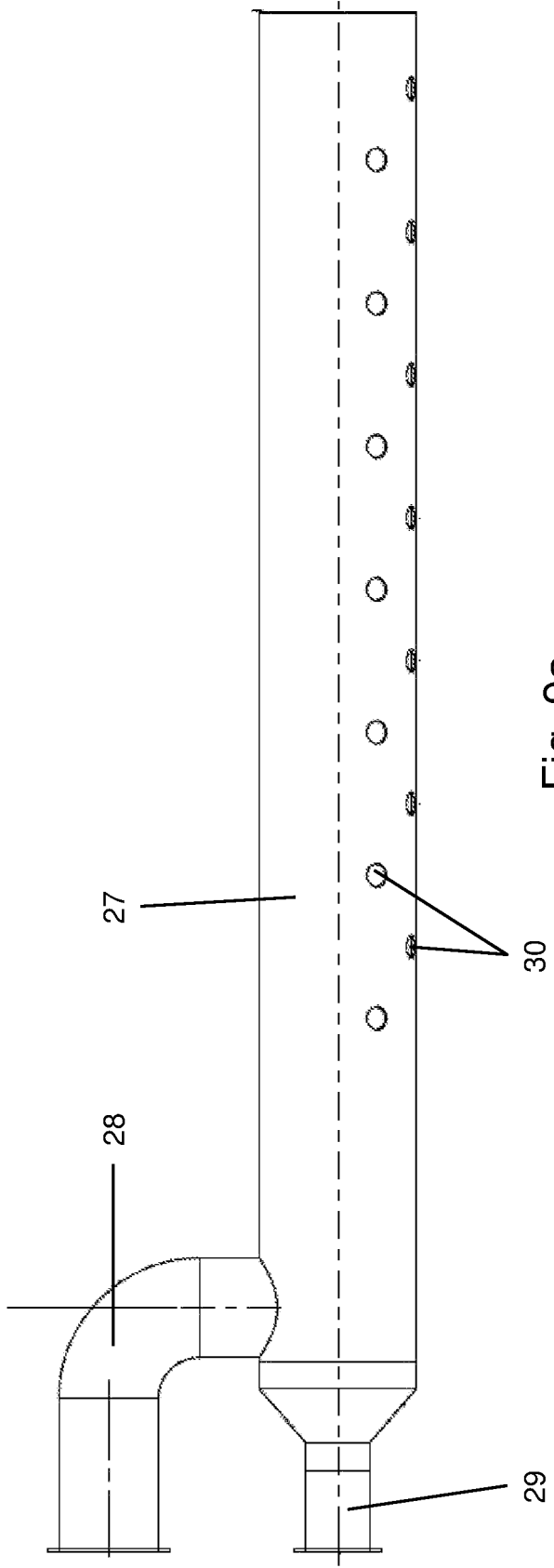
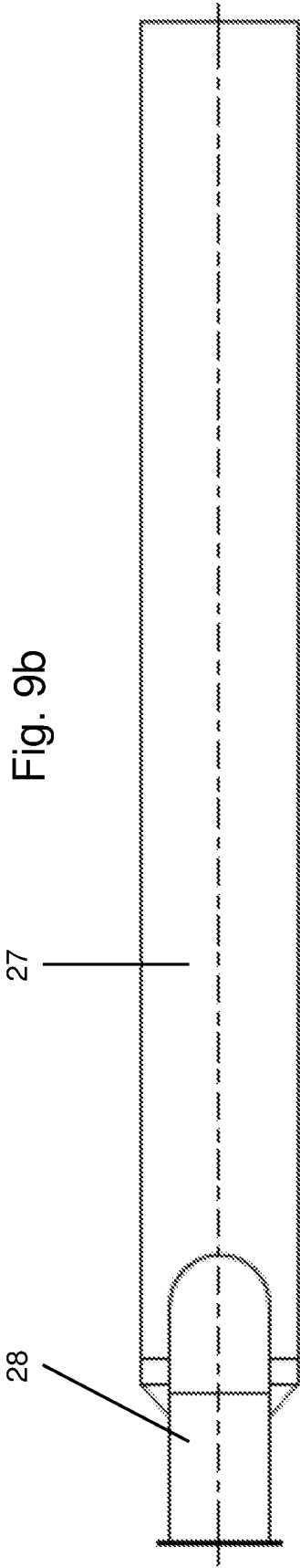


Fig. 7c







Patentansprüche:

1. Anlage zur thermochemischen Konversion von festen Brennstoffen, mit einem Treppenrost (1) mit Reihen von Rostelementen (3, 4, 5), wobei im Bereich über dem oberen Ende des Treppenrostes (1) ein Gegenstromvergaser mit einem im Wesentlichen vertikal angeordneten Vergaserrohr (22) angeordnet ist, das einen Vergaserraum bildet, wobei die Anlage im Bereich des unteren Endes eine Einrichtung zum Abtransport von Asche aufweist, und wobei im Bereich unter dem Treppenrost (1) eine Einrichtung (27) zum Zuführen von gasförmigem Oxidationsmedium angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, dass der Treppenrost (1) Reihen von beweglichen und nicht beweglichen Rostelementen (3, 4, 5) aufweist, dass der Treppenrost (1) zwei Rostabschnitte (1a, 1b) aufweist, die etwa A-förmig und besonders bevorzugt symmetrisch angeordnet sind, und im Bereich ihrer oberen Enden im Mittelbereich unter dem Vergaserraum angeordnet sind, dass die Rostabschnitte (1a, 1b) an ihren oberen Enden eine oberste Reihe von beweglichen Rostelementen (3) aufweisen, und dass im Mittelbereich darüber ein nicht beweglicher Giebel (2) angeordnet ist.
2. Anlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass einander gegenüberliegende Rostelemente (3') der obersten Reihe der beiden Rostabschnitte (1a, 1b) miteinander verbunden sind.
3. Anlage nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Giebel (2) im Mittelbereich über den miteinander verbundenen Rostabschnitten (1a, 1b) der obersten Reihe angeordnet ist.
4. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Giebel (2) einen A-förmigen Oberteil (2') aufweist, der vorzugsweise einen Keilwinkel (α) von 30° bis 90° , besonders bevorzugt von 60° , aufweist.

5. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Rostabschnitte (1a, 1b) jeweils kürzere Rostelemente (4) im oberen Bereich und längere Rostelemente (5) im unteren Bereich aufweisen.
6. Anlage nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die kürzeren Rostelemente (4) in einem Bereich unter dem Gegenstromvergaser angeordnet sind, und dass die längeren Rostelemente (5) in einem Bereich angeordnet sind, der nicht unter dem Gegenstromvergaser liegt.
7. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Rostelemente (3, 4, 5) Seitenwände (12) aufweisen, und dass in den Seitenwänden (12) Ausnehmungen (13) angeordnet sind, die jeweils vor einem vorderen und hinteren Ende der Rostelemente (3, 4, 5) enden, sodass jeweils zwischen zwei benachbarten Rostelementen (3, 4, 5) ein Schlitz begrenzter Länge gebildet wird, durch den von unterhalb des Rostes zugeführtes Oxidationsmedium strömen kann.
8. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 7, gekennzeichnet durch einen stationären Rostrahmen (16), mit dem alle nicht beweglichen Rostelemente (4, 5) und der Giebel (2) verbunden sind.
9. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass jeweils alle beweglichen Rostelemente (3, 4, 5) einer Ebene durch einen gemeinsamen Antrieb, vorzugsweise durch einen Rostwagen (7), bewegt werden.
10. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Teil der Rostelemente (4, 5) an rohrförmigen Halterungen (11) montiert sind, die von einem Kühlmedium durchströmt sind.

11. Anlage nach Anspruch 9 und 10, dadurch gekennzeichnet, dass der gemeinsame Antrieb ein Rostwagen (7) ist, und dass weitere Halterungen (6) am beweglichen Rostwagen (7) angeordnet sind.
12. Anlage nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass der gemeinsame Antrieb ein Rostwagen (7) ist, und dass die Hubbewegung des Rostwagens (7) einstellbar und vorzugsweise konstant ist.
13. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtung (27) zum Zuführen von gasförmigem Oxidationsmedium jeweils einen Anschluss für Luft und rezirkuliertes Rauchgas aufweist.
14. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 13, gekennzeichnet durch wenigstens ein Thermoelement (31), vorzugsweise zwei Thermoelemente (31), über dem Treppenrost (1), von denen jeweils eines über einem Rostabschnitt (1a, 1b) angeordnet ist, wobei das Thermoelement (31) oder die Thermoelemente (31) mit einer Steuereinrichtung verbunden ist/sind, die mit einem Ventil zur Steuerung der Zufuhr von rezirkuliertem Rauchgas in die Einrichtung (27) verbunden ist.
15. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass das Vergaserrohr (22) des Gegenstromvergasers einen unteren Rand (15) aufweist, und dass der Abstand des unteren Randes (15) von den Rostabschnitten (1a, 1b) so gewählt ist, dass der Schüttwinkel des Brennstoffes, ausgehend vom unteren Rand (15), auf der untersten Reihe von Rostelementen (5) oder weiter oberhalb des jeweiligen Rostabschnittes (1a, 1b) endet.

16. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass sich am unteren Ende jedes Rostabschnittes (1a, 1b) jeweils eine sich über die gesamte Rostbreite erstreckende Ascheförderschnecke (23) befindet, über die die Asche ausgetragen wird.
17. Anlage nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Ascheförderschnecken (23) in eine gemeinsame Aschesammelschnecke (24) münden, die seitlich neben dem Treppenrost angeordnet ist.
18. Anlage nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass sich am Ende der Aschesammelschnecke (24) ein Ascheschieber (21) befindet, der die Anlage während des Betriebes abdichtet.
19. Anlage nach einem der Ansprüche 16 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass unterhalb des Treppenrostes (1) ein Querförderer (17) angeordnet ist, an den eine Unterrostascheschnecke (18) anschließt, dass die Unterrostascheschnecke (18) in eine Unterrostschrägschnecke (19) mündet, die die Asche auf einen Unterrostascheschieber (20) abwirft, und dass der Unterrostascheschieber (20) die Unterrostasche in eine der Ascheschnecken (23) fördert, die entlang des Rostes angeordnet sind.
20. Anlage nach Anspruch 18 oder 19, dadurch gekennzeichnet, dass eine unterhalb des Ascheschiebers (21) angeordnete Steigschnecke (25) die Asche in einen Aschebehälter fördert.
21. Anlage nach einem der Ansprüche 16 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtung zum Abtransport von Asche im Wesentlichen gasdicht ist.

22. Anlage nach den Ansprüchen 1 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass eine Ummantelung des Rostbereiches (26) isoliert ausgeführt ist.