

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50254/2018 (51) Int. Cl.: **C10J 3/26** (2006.01)
(22) Anmeldetag: 26.03.2018 **C10J 3/72** (2006.01)
(43) Veröffentlicht am: 15.08.2019 **C10J 3/40** (2006.01)

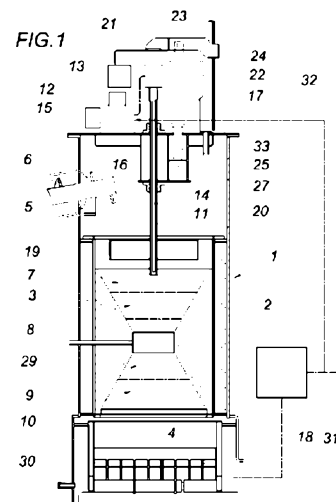
(56) Entgegenhaltungen:
US 8721748 B1
WO 2010114400 A2
EP 3241881 A1

(71) Patentanmelder:
HARGASSNER Ges mbH
4952 Weng im Innkreis (AT)

(74) Vertreter:
Hübscher Helmut Dipl.Ing.
4020 Linz (AT)

(54) **Verfahren zum Betreiben eines Festbettvergasers**

(57) Es wird ein Verfahren zum Betreiben eines Festbettvergasers im Gleichstrom zum Erzeugen eines Produktgases aus einer stückeligen Biomasse sowie ein Festbettvergaser zur Durchführung des Verfahrens beschrieben, wobei dem zu vergasenden, in Abhängigkeit von einer Sollhöhe mit stückeliger Biomasse beschickbaren Gutstock in einem Reaktor (1) die für eine Oxidationszone (9) benötigte Verbrennungsluft von oben zugeführt wird. Um vorteilhafte Vergasungsbedingungen sicherzustellen, wird vorgeschlagen, dass die Sollhöhe des Gutstocks in Abhängigkeit von der Temperatur im Bereich einer Einschnürung (2) der Oxidationszone (9) gesteuert wird.



Zusammenfassung

Es wird ein Verfahren zum Betreiben eines Festbettvergasers im Gleichstrom zum Erzeugen eines Produktgases aus einer stückeligen Biomasse sowie ein Festbettvergaser zur Durchführung des Verfahrens beschrieben, wobei dem zu vergasenden, in Abhängigkeit von einer Sollhöhe mit stückeliger Biomasse beschickbaren Gutstock in einem Reaktor (1) die für eine Oxidationszone (9) benötigte Verbrennungsluft von oben zugeführt wird. Um vorteilhafte Vergasungsbedingungen sicherzustellen, wird vorgeschlagen, dass die Sollhöhe des Gutstocks in Abhängigkeit von der Temperatur im Bereich einer Einschnürung (2) der Oxidationszone (9) gesteuert wird.

(Fig. 1)

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Betreiben eines Festbettvergaser im Gleichstrom zum Erzeugen eines Produktgases aus einer stückeligen Biomasse, wobei dem zu vergasenden, in Abhängigkeit von einer Sollhöhe mit stückeliger Biomasse beschickbaren Gutstock in einem Reaktor die für eine Oxidationszone benötigte Verbrennungsluft von oben zugeführt wird, sowie auf einen Festbettvergaser zur Durchführung des Verfahrens.

Festbettvergaser zum Erzeugen eines Produktgases aus einer stückeligen Biomasse im Gleichstromverfahren umfassen üblicherweise einen Reaktor, der einen den Gutstock aus der zu vergasenden, stückeligen Biomasse aufnehmenden Rost, eine obere Beschickungsöffnung für die einzutragende Biomasse, und eine Einschnürung zur Ausbildung einer Oxidationszone zwischen der Beschickungsöffnung und dem Rost aufweist. die Verbrennungsluft wird der Oxidationszone im Bereich der Einschnürung durch über den Umfang verteilte Düsen eingebracht, sodass die Oxidationszone durch die im Bereich der Einschnürung eingeblasene Verbrennungsluft festgelegt wird. Durch einen Füllstandsensoren wird die Sollhöhe des Gutstocks festgelegt und ein in der oberen Beschickungsöffnung mündender Beschickungsförderer gesteuert. Nachteilig ist allerdings, dass Gase aus der Oxidationszone und der sich darüber ausbildenden Pyrolysezone aufsteigen und daher der Reaktor nach oben gasdicht abgeschlossen werden muss. Außerdem besteht die Gefahr einer örtlichen Überhitzung des Gutstocks im Bereich der Verbrennungsdüsen und damit einer Schlackenbildung.

Um diese Nachteile zu vermeiden, wurde bereits ein Festbettvergaser mit einem Reaktor vorgeschlagen (DE 20 2016 101 023 U1), der einen in das zylindrische

Reaktorgehäuse mündenden, zylindrischen Eintragungsschacht aufweist, der mit der stückelige Biomasse von oben entsprechend einem vorgegebenen Sollwert für den Füllstand beschickt wird und dem die Verbrennungsluft für die sich im Anschluss an den Eintragungsschacht ausbildende Oxidationszone oberhalb des durch die eingefüllte Biomasse ergebenden Gutstocks zugeführt wird. Durch die den Eintragungsschacht von oben nach unten durchströmende Verbrennungsluft wird ein gegensinniges Aufsteigen von Prozessgasen verhindert. Außerdem bedingt das Durchströmen des Gutstocks im Eintragungsschacht eine weitgehend gleichmäßige Verteilung der Verbrennungsluft über den Querschnitt des Eintragungsschachts, sodass die Gefahr einer örtlichen Überhitzung des Gutstocks im Bereich der Oxidationszone weitgehend vermieden wird, die sich im Bereich der sprunghaften Erweiterung vom Eintragungsschacht auf das Reaktorgehäuse ausbildet. Nachteilig ist allerdings, dass die Lage der Oxidationszone im Anschluss an den Eintragungsschacht nur dann sichergestellt werden kann, wenn mit einer einheitlichen Beschaffenheit der zu vergasenden Biomasse insbesondere in Bezug auf die Körnung und die Feuchtigkeit gerechnet werden kann.

Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Betreiben eines Festbettvergasers im Gleichstrom zum Erzeugen eines Produktgases aus einer stückeligen Biomasse so auszugestalten, dass einerseits eine örtliche Überhitzung des Gutstocks im Bereich der Oxidationszone vermieden und andererseits eine Anpassung an eine unterschiedliche Beschaffenheit der zu vergasenden Biomasse gewährleistet werden kann.

Ausgehend von einem Verfahren der eingangs geschilderten Art löst die Erfindung die gestellte Aufgabe dadurch, dass die Sollhöhe des Gutstocks in Abhängigkeit von der Temperatur im Bereich einer Einschnürung der Oxidationszone gesteuert wird.

Da die Verbrennungsluft von oben durch den Gutstock der Oxidationszone zugeführt wird und die Oxidationszone im Bereich einer Einschnürung des Reaktors liegt, wird die Verbrennungsluft einer Bündelung unterworfen, die eine zusätzliche Verbesserung der gleichmäßigen Verteilung über den Gutstockquerschnitt im

Bereich der Oxidationszone mit sich bringt. Die trichterartige Einschnürung bedingt außerdem eine gegen die Einschnürung zunehmende Durchsatzgeschwindigkeit der zu vergasenden Biomasse, was sich vorteilhaft auf die Trocknung der Biomasse auswirkt, weil die Verweilzeit der der Strahlungswärme der Oxidationszone und der sich darüber ergebenden Pyrolysezone ausgesetzten Biomasse im Einlaufbereich der trichterartigen Einschnürung größer ist. Wegen der Verbrennungsluftzufuhr von oben kann sich allerdings die Oxidationszone und davon abhängig auch die Pyrolysezone verlagern, wenn sich die Beschaffenheit der zu vergasenden Biomasse insbesondere hinsichtlich der Korngröße und der Feuchtigkeit ändert, was einen nachteiligen Einfluss auf die Vergasung hat. Um diesem Einfluss entgegenzuwirken, wird der Sollwert der Gutstockhöhe an die geänderten Bedingungen angepasst. Verlagert sich die Oxidationszone aufgrund der geänderten, sich auf die Lage der Oxidationszone auswirkenden Eigenschaften der Biomasse nach oben, beispielsweise aufgrund eines höheren Trocknungsgrads der zu vergasenden Biomasse, so kann durch ein Absenken der Sollhöhe des Gutstocks die Oxidationszone wieder in den optimalen Bereich der Einschnürung verlagert werden. Bei feuchteren Biomassen ist hingegen eine Anhebung des Sollwerts der Gutstockhöhe erforderlich. Das Auswandern der Oxidationszone aus dem Bereich der Einschnürung macht sich durch eine Temperaturänderung im Bereich der Einschnürung bemerkbar, sodass die Änderung der Sollhöhe des Gutstocks in Abhängigkeit von der Temperatur im Bereich der Einschnürung gesteuert werden kann.

Bei sprunghaften Änderungen der Einfluss auf die Lage der Oxidationszone nehmenden Eigenschaften der zu vergasenden Biomasse reicht eine Anpassung der Soll-Gutstockhöhe nicht für eine stabile Führung der Vergasung aus. Um stabile Prozessverhältnisse zu sichern, kann in Abhängigkeit von der Temperatur im Bereich der Einschnürung des Reaktors einerseits der Verbrennungsluft Abgas von einem mit dem Produktgas betriebenen Gasmotor zugemischt und andererseits der Gutstock im Bereich der Oxidationszone mit erwärmter Zündluft zusätzlich erwärmt werden. Mit dem Zumischen von Abgas aus einem angeschlossenen Gasmotor in die dem Gutstock zugeführte Verbrennungsluft kann die Oxidationsreaktion

verlangsamt und damit bei einer für die zu vergasende Biomasse zu großen Sollhöhe des Gutstocks eine Stabilisierung der Vergasungsreaktionen während der erforderlichen Übergangszeit zur Anpassung der Sollhöhe des Gutstocks erreicht werden. Bedingt die sprunghaft geänderte Beschaffenheit der zu vergasenden Biomasse hingegen eine Erhöhung der Sollhöhe des Gutstocks, so kann der Gutstock in einer Übergangszeit zusätzlich mit warmer Zündluft beaufschlagt werden, um stabile Übergangsbedingungen zu erhalten, ohne wesentliche Beeinträchtigungen in der Qualität des Produktgases in Kauf nehmen zu müssen.

Zur Durchführung des Verfahrens kann von einem Festbettvergaser zum Erzeugen eines Produktgases aus einer stückeligen Biomasse im Gleichstromverfahren mit einem Reaktor ausgegangen werden, der einen unteren Rost zur Aufnahme eines zu vergasenden Gutstocks, eine obere Beschickungsöffnung, eine Einschnürung zur Ausbildung einer Oxidationszone zwischen der Beschickungsöffnung und dem Rost, eine Verbrennungsluftzuführung für die Oxidationsstufe und einen die Beschickung steuernden Füllstandsensoren aufweist. Wird der Füllstandsensoren mittels eines in Abhängigkeit von der Temperatur im Bereich der Einschnürung des Reaktors ansteuerbaren Antriebs der Höhe nach verlagerbar ausgeführt, so kann die jeweilige von der Beschaffenheit der zu vergasenden Biomasse abhängige Sollhöhe für den Gutstock in einfacher Weise vorgegeben werden, ohne die Steuerung der Beschickung des Reaktors mit zu vergasender Biomasse ändern zu müssen.

Zur Erfassung von sich auf die Lage der Oxidationszone auswirkenden Änderungen in der Beschaffenheit der zu vergasenden Biomasse, kann der Reaktor im Bereich der Einschnürung wenigstens einen an eine Steuereinrichtung für die Höhenverstellung des Füllstandsensors angeschlossenen Temperaturfühler aufweisen, weil die Temperatur im Bereich der Einschnürung von der Lage der Oxidationszone abhängt. Es ist aber auch möglich, zu diesem Zweck den Unterdruck im Produktgasraum unterhalb des Rostes mit einem an eine Steuereinrichtung für die Höhenverstellung des Füllstandsensors angeschlossenen Drucksensoren zu erfassen. Der Unterdruck unterhalb des Rostes hängt ja vom

Strömungswiderstand im Gutstock und damit von der Lage der Oxidationszone innerhalb des Gutstocks ab. Es muss allerdings mit einer allfälligen teilweisen Verstopfung des Rostes mit Vergasungsrückständen gerechnet werden, was sich auf den Unterdruck stromabwärts des Rostes auswirkt. Aus diesem Grund empfiehlt es sich, den Rost als Rüttelrost auszubilden und beim Überschreiten eines Schwellwerts des Unterdrucks den Rost jeweils durch eine Rüttelbeaufschlagung zu reinigen, bevor der vorzugsweise gemittelte Unterdruck nach mehreren Rostreinigungen für die Anpassung der Soll-Druckstockhöhe herangezogen wird.

Anhand der Zeichnung wird das erfindungsgemäße Verfahren näher erläutert. Es zeigen beispielhaft

Fig. 1 einen erfindungsgemäßen Festbettvergaser in einem schematischen Axialschnitt und

Fig. 2 diesen Festbettvergaser ausschnittsweise im Bereich des Füllstandsensors in einem größeren Maßstab.

Ein erfindungsgemäßer Festbettvergaser zum Erzeugen eines Produktgases aus einer stückeligen Biomasse, beispielsweise Holzhackschnitzel, weist einen Reaktor 1 mit einem eine Einschnürung 2 bildenden Einsatz 3 oberhalb eines als Rüttelrost ausgebildeten Rostes 4 auf. Die zu vergasende, stückelige Biomasse wird mittels eines Förderers 5 durch eine obere Beschickungsöffnung 6 in den Reaktor 1 eingebracht und durchläuft nacheinander eine Trocknungszone 7, eine Pyrolysezone 8, eine Oxidationszone 9 und eine Reduktionszone 10, welche strichpunktiert in der Fig. 1 angedeuteten Zonen sich im auf dem Rost 4 aufruhenden, durch die eingebrachte Biomasse gebildeten Gutstock ausgehend von der Oxidationszone 9 ausbilden, in deren Bereich die Biomasse gezündet wird. Zum Zünden der Biomasse dient eine Zündluftlanze 11, die an eine von einem Zuluftanschluss 12 abgezweigte Zündluftleitung 13 angeschlossen ist, die über ein aus Übersichtlichkeitsgründen nicht dargestelltes Ventil angesteuert wird. Die Zündluftlanze 11 ist mit einer Heizpatrone 14 versehen, mit deren Hilfe die Zündluft auf die erforderliche Zündtemperatur erwärmt wird.

Die für die Oxidationszone 9 benötigte Verbrennungsluft strömt vom Zuluftanschluss 12 über ein Ventil 15 in einen Verteilerkasten 16 auf der Unterseite des Reaktordeckels 17. Durch gleichmäßig über den Boden des Verteilerkastens 16 verteilte Durchtrittsöffnungen strömt die Verbrennungsluft gleichmäßig über den Querschnitt des Gutstocks verteilt im Gleichstrom mit der Biomasse zur Oxidationsstufe 9, um in der Oxidationsstufe die erforderliche Temperatur sicherzustellen. Das gewonnene Produktgas wird unterhalb des Rostes 4 abgesaugt und nach einer üblichen Kühlung und Reinigung einem Gasmotor 18 zugeführt, um einen Generator anzutreiben.

Die jeweilige Gutstockhöhe wird durch einen Füllstandsensoren 19 erfasst, mit dessen Hilfe der Förderer 5 für die Beschickung des Reaktors 1 gesteuert wird. Dieser Füllstandsensoren 19 ist im Ausführungsbeispiel als Drehflügelsensoren ausgebildet, dessen Drehflügel 20 von einem elektrischen Getriebemotor 21 angetrieben wird. Mithilfe des die Stromaufnahme des elektrischen Getriebemotors 21 bestimmenden Drehwiderstands des Drehflügels kann somit in einfacher Weise erfasst werden, ob die durch den Drehflügel 20 vorgegebene Gutstockhöhe erreicht ist und die Beschickung des Reaktors 1 mit Biomasse unterbrochen werden kann.

Um einfache Konstruktionsverhältnisse zu schaffen, dient die Zündluftlanze 11 als Antriebswelle für den Drehflügel 20. Zu diesem Zweck steht die drehbar gelagerte Zündluftlanze 11 mit dem Getriebemotor 21 in Antriebsverbindung.

Zum Unterschied zu bekannten Reaktoren 1 dieser Art ist der Füllstandsensoren 19 in einem der Höhe nach in einer Führung 22 verschiebbar gelagerten Schlitten 23 angeordnet, der mithilfe eines Antriebs 24 entlang der Führung 22 verfahrbar ist. Der Antrieb 24 umfasst einen Spindeltrieb 25, dessen Spindel 26 in einem auf der Unterseite des Reaktordeckels 17 vorgesehenen Führungsgestell 27 für die Zündluftlanze 11 dreh- und verschiebefest abgestützt ist. Die vom am Schlitten 23 abgestützten Antrieb 24 angetriebene Spindelmutter 28 bedingt somit eine Verstellung des Schlittens 23 entlang der Führung 22.

Mit der Beschaffenheit der zu vergasenden Biomasse verändert sich die Lage der Oxidationszone 9 insbesondere in Abhängigkeit von der Korngröße und der Feuchtigkeit der Biomasse, sodass die Gefahr besteht, dass die Oxidationszone 9 aus dem Bereich der Einschnürung 2 nach oben oder unten auswandert, wodurch die Vergasungsbedingungen nachteilig beeinflusst werden. Zur Anpassung des Reaktors 1 an unterschiedliche Beschaffenheiten der zu vergasenden Biomasse wird die Soll-Gutstockhöhe durch eine Höhenverlagerung des Füllstandsensors 19 angepasst. Verlagert sich die Oxidationszone 9 aufgrund einer sich ändernden Beschaffenheit der zu vergasenden Biomasse nach oben, so kann dieser Verlagerung der Oxidationszone 9 durch eine Verkleinerung der Soll-Gutstockhöhe entgegengewirkt werden. Durch eine Vergrößerung der Sollhöhe des Gutstocks wird hingegen die Lage der Oxidationszone angehoben, sodass die jeweils günstigsten Vergasungsbedingungen eingehalten werden können.

Zur Steuerung der Sollhöhe des Gutstocks kann die Temperatur in der Einschnürung 2 des Reaktors 1 herangezogen werden. Diese Temperatur kann durch einen Temperaturfühler 29 erfasst und damit eine Steuereinrichtung für den Antrieb 24 des Schlittens 23 beaufschlagt werden. Zum gleichen Zweck kann aber auch der Unterdruck unterhalb des Rostes 4 durch einen Drucksensor 30 erfasst werden. Mit dem Auswandern der Oxidationszone 9 aus der Einschnürung 2 nach oben steigt der Strömungswiderstand durch die Reduktionszone 10 und damit der Unterdruck unterhalb des Rostes 4 an, sodass auch dieser von der Temperatur in der Einschnürung abhängige Unterdruck als Führungsgröße für den Sollwert der Gutstockhöhe herangezogen werden kann.

Der Unterdruck unterhalb des Rostes 4 hängt aber auch von einer allfälligen teilweisen Verstopfung des Rostes 4 durch Vergasungsrückstände ab. Aus diesem Grund wird beim Überschreiten eines vorgegebenen Schwellwertes für den Unterdruck zunächst ein Antrieb für den als Rüttelrost ausgebildeten Rost 4 betätigt. Aufgrund der dadurch bedingten Rostreinigung fällt der Unterdruck wieder ab. Ändert sich der nach der Rostreinigung allenfalls über mehrere Reinigungsperioden gemessene Unterdruck bezüglich eines Sollwertes, so ist die Soll-Gutstockhöhe zu

ändern. Die besten Anpassungsbedingungen werden durch eine Kombination der Unterdruckerfassung im Produktgasraum unterhalb des Rostes 4 und der Temperaturerfassung im Bereich der Einschnürung 2 erhalten.

Da die unter Ausbildung entsprechender Reaktionszonen wirksame Gutstockhöhe nur allmählich und nicht spontan an eine sich ändernde Beschaffenheit der zu vergasenden Biomasse angepasst werden kann, bedarf es in der Übergangszeit besonderer Maßnahmen, wenn nicht während dieser Übergangszeiten die Qualität des Produktgases beeinträchtigende Vergasungsbedingungen in Kauf genommen werden. Verlangt eine Veränderung der Beschaffenheit der zu vergasenden Biomasse eine Verringerung der Soll-Gutstockhöhe, so kann in einer Übergangszeit ein Teil des Abgases 31 von dem mit dem Produktgas betriebenen Gasmotor 18 in Abhängigkeit von der Temperatur im Bereich der Einschnürung 2 dem Verbrennungsgas zugemischt werden, wie dies durch die Rückgasleitung 32 angedeutet wird, sodass sich die Oxidationsreaktionen verlangsamen und eine Stabilisierung der Vergasungsreaktionen erreicht wird. Die Temperatur im Höhenbereich der Reaktorbeschickung mit Biomasse bzw. der Verbrennungsluftzufuhr hängt mit der Temperatur im Bereich der Einschnürung 2 zusammen, sodass die Lage der Oxidationszone 9 gegenüber der Einschnürung 2 auch mittels eines Temperaturfühlers 33 im Höhenbereich der Reaktorbeschickung mit Biomasse bzw. der Verbrennungsluftzufuhr erfasst und zur Steuerung der Abgasrückführung herangezogen werden kann.

Bedingt die sprunghaft geänderte Beschaffenheit der zu vergasenden Biomasse hingegen eine Gutstockerhöhung, so kann in einer Übergangszeit zur Anpassung der Sollhöhe des Gutstocks der Gutstock zusätzlich mit warmer Zündluft beaufschlagt werden, um stabile Übergangsbedingungen zu erhalten, ohne wesentliche Beeinträchtigungen in der Qualität des Produktgases in Kauf nehmen zu müssen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben eines Festbettvergasers im Gleichstrom zum Erzeugen eines Produktgases aus einer stückeligen Biomasse, wobei dem zu vergasenden, in Abhängigkeit von einer Sollhöhe mit stückeliger Biomasse beschickbaren Gutstock in einem Reaktor (1) die für eine Oxidationszone (9) benötigte Verbrennungsluft von oben zugeführt wird, dadurch gekennzeichnet, dass die Sollhöhe des Gutstocks in Abhängigkeit von der Temperatur im Bereich einer Einschnürung (2) der Oxidationszone (9) gesteuert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Verbrennungsluft Abgas von einem mit dem Produktgas betriebenen Gasmotor (18) in Abhängigkeit von der Temperatur im Bereich der Einschnürung (2) des Reaktors (1) zugemischt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Gutstock im Bereich der Oxidationszone (9) in Abhängigkeit von der Temperatur im Bereich der der Einschnürung (2) des Reaktors (1) mit erwärmter Zündluft zusätzlich erwärmt wird.
4. Festbettvergaser zum Erzeugen eines Produktgases aus einer stückeligen Biomasse im Gleichstromverfahren mit einem Reaktor (1), der einen unteren Rost (4) zur Aufnahme eines zu vergasenden Gutstocks, eine obere Beschickungsöffnung (6), eine Einschnürung (2) zur Ausbildung einer Oxidationszone (9) zwischen der Beschickungsöffnung (6) und dem Rost (4), eine Verbrennungsluftzuführung für die Oxidationsstufe (9) und einen die Beschickung

steuernden Füllstandsensor (19) aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass der Füllstandsensor (19) mittels eines in Abhängigkeit von der Temperatur im Bereich der Einschnürung (2) des Reaktors (1) ansteuerbaren Antriebs (24) der Höhe nach verlagerbar ist.

5. Festbettvergaser nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Reaktor (1) im Bereich der Einschnürung (2) wenigstens einen an eine Steuereinrichtung für die Höhenverstellung des Füllstandsenors (19) angeschlossenen Temperaturfühler (29) aufweist.

6. Festbettvergaser nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Reaktor (1) unterhalb des als Rüttelrost ausgebildeten Rostes (4) einen an eine Steuereinrichtung für die Höhenverstellung des Füllstandsenors (19) angeschlossenen Drucksensor (30) aufweist.

7. Festbettvergaser nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Reaktor (1) einen eine Steuerung für die Rückführung eines Abgases (31) eines an den Reaktor (1) angeschlossenen Gasmotors (18) in die Verbrennungsluft beaufschlagenden Temperaturfühler (33) im Höhenbereich der Beschickung bzw. der Verbrennungsluftzuführung aufweist.

