(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2012 024 204 B4** 2018.02.01

(12) # Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2012 024 204.2**
(22) Anmeldetag: **04.12.2012**
(43) Offenlegungstag: **05.06.2014**
(45) Veröffentlichungstag der Patenterteilung: **01.02.2018**

(51) Int Cl.: ***C10B 47/32*** (2006.01)
C10B 47/44 (2006.01)
C10B 53/00 (2006.01)
A62D 3/40 (2007.01)
B09B 3/00 (2006.01)
B01J 8/10 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
HS TechTransfer UG (haftungsbeschränkt) & Co. KG, 07743 Jena, DE

(74) Vertreter:
Patent- und Rechtsanwaltskanzlei Bock Bieber Donath Partnerschaftsgesellschaft, 07745 Jena, DE

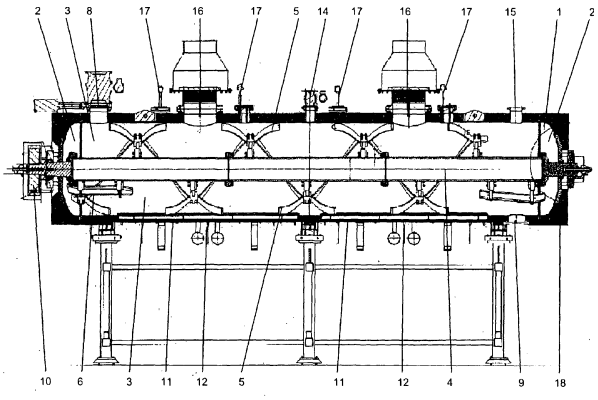
(72) Erfinder:
Streitenberger, Hartwig, Dr., 07751 Golmsdorf, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	**199 34 070**	**C1**
DE	**26 37 558**	**A1**
DE	**28 38 749**	**A1**
DE	**31 26 049**	**A1**
DE	**196 14 689**	**A1**
DE	**199 32 822**	**A1**
DE	**10 2008 058 602**	**A1**
DE	**10 2009 007 768**	**A1**

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung in Form eines Thermolyse-Rotations-Reaktors und Verfahren zum Betreiben eines solchen in einer Anordnung zur thermischen Zersetzung von Abprodukten und Abfällen**

(57) Hauptanspruch: Thermolyse-Rotations-Reaktor, umfassend einen rohrförmigen Außenmantel (1) mit an seinen Enden abschließenden Deckeln (2), einem Innenraum (3), einer in den Deckeln (2) zentral gelagerten Welle (4), Eintragswerkzeuge (6) und Austragswerkzeuge (7), die am Anfang bzw. am Ende der Welle (4) innerhalb des Innenraums (3) platziert sind, dadurch gekennzeichnet, dass an der Welle (4) spiralförmige Kufen-Wendeln (5) radial und längs zur Förderrichtung befestigt und dabei nahe der Innenseite des rohrförmigen Außenmantels (1) angeordnet sind, so dass eine zwangsweise Fortbewegung des zu behandelnden Gutes im Reaktor organisierbar und das bestehende Glutbett der Thermolysereaktion im Betriebszustand aufrecht erhaltbar ist, um eine stabile und gleichmäßige Prozessführung des Thermolyseprozesses zu gewährleisten.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung in Form eines Thermolyse-Rotations-Reaktors gemäß der Gattung der Patentansprüche sowie ein Verfahren zum Betreiben eines solchen Reaktors in einer Anordnung zur thermischen Zersetzung von Abprodukten und Abfällen.

[0002] Aus der DE 10 2008 058 602 A1 ist ein Bewegtbettvergaser bekannt, der einen Vergaserraum mit einem Vergaserfreiraum und einen Vergaserfuß umfasst, wobei der Vergaserfreiraum von einem Vergasermantel umgeben ist sowie einen Synthesegasausgang an seinem einen, verschlossenen Ende aufweist und über sein zweites, offenes Ende über den Vergasermantel mit dem Vergaserfuß in Verbindung steht. Der Vergaserfuß ist dabei in seinem Innenraum als ein Vergasertopf ausgebildet, in den eine Eintragsvorrichtung sowie mindestens eine Zuführung hineinführen. Darüber hinaus weist der Vergasertopf einen mit Ausnehmungen versehenen Boden gegenüber dem Vergaserraum auf, wobei der Boden in einen Zentralschacht mündet. Weiterhin sind gemäß DE 10 2008 058 602 A1 Rührerwerkzeuge vorgesehen, die über eine Rührerwelle im Vergasertopf drehbar gelagert sind, wobei die Rührerwelle von einer Fördereinrichtung umgeben ist. Der Vergasertopf umschließt mit dem Vergasermantel einen Isolationsraum, durch den die Eintragsvorrichtung, die Zuführung, Zentralschacht und die Rührerwelle mit Fördereinrichtung hindurch geführt sind, wobei der Vergaserfußmantel diese haltert. Dabei ist im Vergaserraum ein Vergaserdom in der Art angeordnet, dass zwischen dem Vergaserdom und dem Vergasermantel und/oder dem Vergasertopf ein Spalt generiert ist.

[0003] Die DE 10 2009 007 768 A1 offenbart einen Thermolysereaktor, welcher einen Außenmantel und einen Innenmantel umfasst, die einen Doppelmantel ausbilden, wobei der Innenmantel vom Außenmantel umgeben ist, so dass zwischen dem Innenmantel und dem Außenmantel ein Spalt besteht, der Doppelmantel einen Eintrag, einen Austrag, mindestens einen Vergasungsmitteleinträger und einen Verteiler besitzt und der Innenmantel einen Innenraum umschließt, der an den Enden von Deckeln begrenzt ist. Dabei schließt der Spalt an den Enden des durch Innenmantel und Außenmantel gebildeten Doppelmantels gegenüber der Umgebung ab und die Deckel lagern eine Welle, wobei sich in dem Spalt und der Welle ein Wärmeträger befindet, die Welle zentral in den Deckeln gelagerte ist sowie ein Förderwerkzeug trägt.

[0004] Dieser Thermolysereaktor wird gemäß DE 10 2009 007 768 A1 zur Durchführung eines Verfahrens verwendet, bei dem der Thermolysereaktor geneigt aufgestellt ist, so dass der Austrag oberhalb des Eintrags liegt. Die Welle wird angetrieben und in der Welle sowie dem Doppelmantel wird erwärmter flüssiger Wärmeträger erzeugt und bewegt. Dieser flüssige Wärmeträger wird im Spalt durch die Führung strömungstechnisch geleitet, wobei das zu behandelnde Gut mittels Förderwerkzeug vom Eintrag in Richtung Austrag geführt und bei diesem Transport mittels zugeführtem Vergasungsmittel erwärmt wird.

[0005] Um die für die Pyrolyse von Abfallstoffen verwendeten Drehtrommeln zu ersetzen, offenbart die DE 31 26 049 A1 einen Pyrolysereaktor in liegender oder schräger Ausführung, dessen Reaktorrohr stillsteht und eine rotierende Umwälzeinrichtung enthält. Die Umwälzeinrichtung kann von einer in Längsrichtung angebrachten Transportschnecke gebildet sein. Es ist gemäß DE 31 26 049 A1 auch möglich, die Umwälzeinrichtung als rotierende Paddelschnecke oder als rotierenden, rechenartigen Körper auszuführen. Die Längstransportbewegung kann dabei durch zusätzliche Schrägstellung des Reaktorgefäßes verstärkt werden. Der Materialeintrag erfolgt über Doppelschleusen und die Beheizung geschieht durch den Deckel, welcher abnehmbar ausgeführt ist.

[0006] Aus der DE 199 34 070 C1 ist ein Rohrofen bekannt, der ein Brennrohr zum Aufnehmen von Brenngut und eine innerhalb des Brennrohrs angeordnete Förderschnecke aufweist. Die Förderschnecke weist ihrerseits eine Wendel auf und ist um eine Rotationsachse relativ zu dem Brennrohr drehantreibbar. Dabei ist mindestens eine im Bereich ihres Außenumfangs an die Wendel der Förderschnecke angesetzte Schaufel zum Abheben und wieder Fallenlassen des Brennguts im Verlauf der Drehbewegung der Förderschnecke um die Rotationsachse vorgesehen.

[0007] Aus der DE 28 38 749 A1 ist eine Vorrichtung zur Behandlung von zerkleinertem, festem, verkokbarem Material zur Bildung von Gas und festem Rückstand bekannt, die ein im wesentlichen liegendes bzw. waagrecht angeordnetes, langgestrecktes Reaktionsgefäß mit Endwandungen, Einlass- und Auslassleitungen für Feststoffe und einer Gasauslassleitung umfasst, wodurch eine Reaktionszone gebildet wird und in der ein Mantel um das Gefäß angeordnet ist, der Endwandungen aufweist, wodurch eine Heizzone zusammen mit dem Gefäß gebildet wird, wobei der Mantel eine Abgasauslassleitung aufweist, und die Verbrennungseinrichtungen zur Einfuhr eines Gemischs aus einem Sauerstoff enthaltenden Verbrennungsgas und Brennmaterial in die Heizzone zur Verbrennung darin enthält, wobei die Verbrennungseinrichtungen so angeordnet sind, dass sie eine spiralförmige Bewegung des brennenden Gemischs durch die Heizzone um die Reaktionszone zu der Gasauslassleitung des Mantels in einer Richtung bewirken, die im allgemeinen im Gegenstrom zu dem gerührten bewegten Bett des zerkleinerten, festen, verkokbaren Materials verläuft.

[0008] DE 26 37 558 A1 offenbart eine Vorrichtung zur Erzeugung eines kontinuierlichen Materialsstroms, welche ein rohrförmiges Gehäuse und einen skelettförmigen Rotor aufweist, wobei der skelettförmige Rotor eine Mehrzahl länglicher Elemente aufweist, die sich in Längsrichtung des Gehäuses erstrecken und mit seitlichem Abstand auf einem imaginären Zylinder mit der Drehachse des Rotors als Achse angeordnet sind, wobei der Rotor von einer Welle getragen ist, die sich koaxial mit dem Gehäuse erstreckt und relativ zum Gehäuse drehbar gelagert ist.

[0009] Der Nachteil dieser technischen Lösungen ist, dass keine zwangsweise Fortbewegung des zu behandelnden Gutes im Reaktor organisiert ist, das bestehende Glutbett der Thermolysereaktion zerstört wird und dadurch Verstopfungen im Reaktor organisiert werden sowie Schlacke und separate Glutnester gebildet werden. Eine stabile und gleichmäßige Prozessführung ist damit durch diese Reaktoren und Verfahren nicht gegeben. Der Eintrag der Energie über das Vergasungsmittel erfolgt durch die instabile und ungleichmäßige Prozessführung verfahrenstechnisch nicht mehr qualitativ und quantitativ aufgeteilt, was zur partiellen Überhitzung und Verbrennung und somit zum Stillstand des pyrolytischen Prozesses führt. Aufgrund der fehlenden zwingenden Fortbewegung des Gutstromes im Reaktor und der partiellen Störung durch die Fördereinrichtung in Form von Rüherwerkzeugen (Paddel bzw. schraubenförmiger Werkzeuge) wird das Glutbett zerstört bzw. getrennt und führt zu prozesshinderlichen „Hotspots”. Das Vergasungsmittel entweicht dadurch ohne Durchflutung des Gutes und führt somit zu einem thermochemischen Reaktionsstop. Eine kontinuierliche und stabile temperaturgeführte Steuerung des Prozesses ist nicht mehr möglich. Der Prozess kommt zum Stillstand. Aufgrund dieser instabilen Prozessführung kommt es nicht nur zum Abbruch des gesamten Pyrolyseprozesses, sondern auch zu örtlichen Überhitzungen und damit Verzug der Thermolysekammer. Unabhängig von der extrem schwankenden Gasqualität ist die thermochemische Reduktion des Gutes nicht abgeschlossen und fährt somit zu nachteiligen Prozessbedingungen nachfolgender Anordnungen.

[0010] Aus der DE 199 32 822 A1 und der DE 196 14 689 A1 sind Fördereinrichtungen für Reaktoren in Form einer Förder- bzw. Transportschnecke bekannt. Auch diese Fördereinrichtungen weisen die zuvor stehend aufgeführten Nachteile auf.

[0011] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, eine Vorrichtung in Form eines Thermolyse-Rotations-Reaktors anzugeben, welche die zuvor stehend genannten Nachteile des Standes der Technik vermeidet, insbesondere eine zwangsweise Fortbewegung des zu behandelnden Gutes im Reaktor organisiert, das bestehende Glutbett der Thermolysereaktion nicht zerstört und damit Verstopfungen im Reaktor sowie Schlacke und separate Glutnester verhindert, um eine stabile und gleichmäßige Prozessführung des Thermolyseprozesses zu gewährleisten.

[0012] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch die kennzeichnenden Merkmale des 1. und des 11. Patentanspruchs gelöst. Weitere günstige Ausgestaltungsmöglichkeiten der Erfindung sind in den nachgeordneten Patentansprüchen angegeben.

[0013] Das Wesen der Erfindung besteht darin, dass der Thermolyse-Rotations-Reaktor aus einem rohrförmigen Außenmantel mit an den Enden abschließenden Deckeln, einem Innenraum, einer in den Deckeln zentral gelagerten Welle, Eintragswerkzeuge und Austragswerkzeuge, die am Anfang bzw. am Ende der Welle innerhalb des Thermolyse-Rotations-Reaktors platziert sind besteht, wobei an der Welle spiralförmigen Kufen-Wendeln befestigt sind.

[0014] Die Welle wird durch eine Antriebseinheit bewegt, wobei ein Guteintrag in Fallhöhe oberhalb zu den Eintragswerkzeugen und der Gutaustrag unterhalb der Austragswerkzeuge angeordnet ist. Weiterhin sind zwei geteilte und perforierte Vergasugsmittelschächt axial und zentral im unteren Bereich des Thermolyse-Rotations-Reaktors angeordnet. Des Weiteren sind in die Reaktorwand und der dazugehörigen Isolierung separate Vergasungsmitteleinträge, eine seitlich, oberhalb im Eintragsbereich angebrachten Gasabführung, zwei zentral und oberhalb des Außenmantels angeordnete Schleusen, Druckentlastungen und diverse Messstutzen eingebracht. Der Thermolyse-Rotations-Reaktor befindet sich dabei in einer horizontalen Lagerung auf einem Gestell.

[0015] Dieser Thermolyse-Rotations-Reaktor wird in der Art und Weise betreiben, dass der Gutaustrag am entgegengesetzten Ende unterhalb des Guteintrages positioniert und die Welle extern über eine Antriebseinheit angetrieben wird, wobei das zu behandelnde Gut mittels Eintragswerkzeuge gemischt und aufgelockert, danach vermittels der Kufen-Wendeln axial und radial transportiert wird, und der Gutstrom über die Vergasungsmitteleinträge und den Vergasungsmittelschächten mit einem Vergasungsmittel, vorzugsweise mit heißer Luft und zugemischtem Sauerstoff zur Ingangsetzung exothermer und endothermer Prozesse, beaufschlagt wird. Durch die Kufen-Wendeln nahe der Innenseite des rohrförmigen Außenmantels im Innenraum wird das Gut, welches im Verlauf durch Verschwelung zu Thermolyse-Koks umgewandelt wird, zwangsweise durch einen axialen und radialen Impuls angehoben, aufgelockert und mit kontinuierlich-wellenförmigen Verlauf in Richtung Austragswerkzeuge und Gutaustrag transportiert. Dabei strömt das Vergasungsmittel unter leich-

tem Unterdruck und ohne Unterbrechung sowie Zerstörung des Glutbetts nur durch den Gutstrom.

[0016] Die Erfindung wird nachstehend anhand der schematischen Zeichnungen und der Ausführungsbeispiele näher erläutert. Es zeigt:

[0017] Fig. 1: eine schematische Darstellung einer Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Thermolyse-Rotations-Reaktors,

[0018] Fig. 2: eine schematische Darstellung der Seitenansicht des Thermolyse-Rotations-Reaktors gemäß **Fig.** 1 und

[0019] Fig. 3: eine schematische Darstellung eines Querschnitts des Thermolyse-Rotations-Reaktors gemäß **Fig.** 1

[0020] Fig. 1 zeigt einen Thermolyse-Rotations-Reaktor, welcher aus einem rohrförmigen Außenmantel (**1**) besteht, in dessen Innenraum (**3**) eine thermochemische Reaktion in Form einer autotherme Entgasung (partielle Oxidation) des Rohmaterials unter leichtem Unterdruck stattfindet.

[0021] Dieser Außenmantel (**1**) weist an seinen beiden Enden jeweils einen den Innenraum (**3**) abschließenden Deckel (**2**) auf und ist von einer Isolierung (**16**) umgeben.

[0022] In den beiden Deckeln (**2**) ist eine Welle (**4**) zentral gelagert. An dieser Welle (**4**) sind spiralförmige Kufen-Wendeln (**5**) befestigt.

[0023] Am Anfang bzw. am Ende der Welle (**4**) sind innerhalb des Thermolyse-Rotations-Reaktors Eintragswerkzeuge (**6**) und Austragswerkzeuge (**7**) platziert, die durch eine Antriebseinheit (**10**) bewegbar sind.

[0024] In Fallhöhe zu den Eintragswerkzeugen (**6**) ist in der Wand des Thermolyse-Rotations-Reaktors ein Guteintrag (**8**) angeordnet und unterhalb der Austragswerkzeuge (**7**) befindet sich in der Wand des Reaktors ein Gutaustrag (**9**).

[0025] Weiterhin sind zwei geteilte und perforierte Vergasungsmittelschächte (**11**) axial und zentral im unteren Bereich der Wand des Thermolyse-Rotations-Reaktors angeordnet.

[0026] Darüber hinaus sind separate Vergasungsmitteleinträge (**12**) und eine Gasabführung (**13**) durch die Wand des Thermolyse-Rotations-Reaktors hindurchgeführt. Die Gasabführung (**13**) ist dabei seitlich oberhalb im Eintragsbereich angeordnet.

[0027] Zentral und oberhalb des Außenmantels (**1**) sind Schleuse A (**14**) und Schleuse B (**15**) angeordnet. Durch die Wand des Thermolyse-Rotations-Reaktors sind weiterhin Druckentlastungen (**16**) und diverse Messstutzen (**17**) hindurchgeführt.

[0028] Der Thermolyse-Rotations-Reaktor ist von einer thermischen Isolierung (**18**) umgeben und wird horizontal auf einem Gestell (**19**) gelagert.

[0029] Besonders vorteilhaft sind die Kufen-Wendeln (**5**) spiralförmig, einfach oder mehrfach, nahe der Innenseite des rohrförmigen Außenmantels (**1**) im Innenraum (**3**) des Thermolyse-Rotations-Reaktors ausgeführt. Dabei können die Kufen-Wendeln (**5**) eine quadratische, rechteckige, runde oder ovale Form aufweisen.

[0030] Darüber hinaus sind die Eintragswerkzeuge (**6**) besonders vorteilhaft innerhalb des Wirkbereiches der spiralförmigen Kufen-Wendeln (**5**) einfach oder mehrfach parallel zur Welle (**4**) und unterhalb des Guteintrages (**8**) angeordnet. Dabei können die Eintragswerkzeuge (**6**) eine quadratische, rechteckige, runde oder ovale Form aufweisen.

[0031] Des Weiteren sind die Austragswerkzeuge (**7**) oberhalb des Gutaustrags (**9**) einfach oder mehrfach angeordnet. Dabei können die Austragswerkzeuge (**7**) eine quadratische, rechteckige, runde oder ovale Form aufweisen.

[0032] Die Vergasungsmittelschächte (**11**) sind vorzugsweise gelocht oder geschlitzt ausgeführt.

[0033] Der Guteitrag (**8**) weist vorzugsweise eine Zellradschleuse auf.

[0034] Die Gasabführung (**13**) des Thermolyse-Rotations-Reaktors kann sowohl mittig als auch am Ende platziert werden und die Schleuse A (**14**) sowie die Schleuse B (**15**) sind vorzugsweise als Zellradschleuse ausgeführt.

[0035] Im ordnungsgemäßen Betriebszustand ist der Thermolyse-Rotations-Reaktor vorzugsweise waagerecht auf einem Gestell (**19**) angeordnet (horizontale Lagerung).

[0036] Dieser Thermolyse-Rotations-Reaktor wird wie folgt betrieben:
Die festen (selektierten, zerkleinerten, vorgewärmten und vorgetrockneten) Abfallstoffe, im folgenden Gut bezeichnet, werden über den Guteintrag (**8**) in den Innenraum (**3**) des Thermolyse-Rotations-Reaktors zugeführt. Der Eintrag des Gutes erfolgt derart, dass nur sehr geringe Mengen an Umgebungsluft mit in den Innenraum (**3**) gelangen. Dafür wird vorzugsweise eine Zellradschleuse verwendet. Der von dem rohrförmigen Außenmantel (**1**) und den seitlich abschließenden Deckeln (**2**) umgebe Innenraum (**3**) trägt die zentral angeordnete Welle (**4**) mit Eintragswerkzeugen

(**6**), Kufen-Wendeln (**5**) und Austragswerkzeugen (**7**), wobei im Betriebszustand durch die Drehbewegung der Welle (**4**) mit den genannten Anbauten ein kontinuierlichen Transport des Gutes vom Guteintrag (**8**) bis hin zum Gutaustrag (**9**) erfolgt. Die Welle (**4**) wird dabei eintrags- wie austragsseitig zentral in den Deckeln (**2**) geführt und durch eine externe Antriebseinheit (**10**) angetrieben. Das Gut gelangt dabei vorzugsweise mit einer Temperatur von 50°C bis 100°C, einer Kantenlänge bis ca. 35 mm und einer Restfeuchte von 10 bis 15 Ma% in den Thermolyse-Rotations-Reaktor.

[0037] Nach dem Eintrag des Gutes wird dieses mittels der Eintragswerkzeuge (**6**) gemischt und aufgelockert und den Kufen-Wendeln (**5**) zugeführt. Unter Zugabe von Vergasungsmittel, vorzugsweise Luft mit angereichertem Sauerstoff, über die Vergasungsmitteleinträge (**12**) und deren Verteilung über die im unteren Bereich eingebauten Vergasungsmittelschächte (**11**) gelangt das Vergasungsmittel in den Innenraum (**3**) des Thermolyse-Rotations-Reaktors.

[0038] Durch die radiale Rotations-Bewegung der Kurven-Wendeln (**4**) nahe der Innenseite des rohrförmigen Außenmantels (**1**) im Innenraum (**3**) wird das Gut durch einen zwingenden axialen und radialen Impuls, angehoben, aufgelockert und in Richtung Gutaustrag (**9**) transportiert. Dabei strömt das Vergasungsmittel nur durch den Gutstrom und führt zu gezielten endothermen und exothermen Reaktionen. Die exothermen Prozesse liefern die Energie für die endothermen Prozesse. Der kontinuierliche wellenförmige Verlauf des Gutstroms verhindert Unterbrechungen, die Zerstörung des Glutbettes, Nestbildungen und Hotspots. Es gelangt kein freies Vergasungsmittel in den oberen Innenraum (**3**) des Thermolyse-Rotations-Reaktors.

[0039] Das entstehende Reaktionsgas strömt durch den Gutstrom, das Reaktionsgut, nach oben in den freien Innenraum (**3**) und wird anteilig durch die Gasabführung (**13**) gefasst und in das nächste Aggregat geleitet. Getrennt davon wird der entstehende Thermolyse-Koks über dem Gutaustrag (**10**) ausgetragen oder zum nächsten Aggregat weitergeleitet.

[0040] Durch die Wärmezufuhr über das Vergasungsmittel wird das Gut restgetrocknet und anschließend pyrolysiert. Die bei diesem thermischen Prozess freigesetzten Gase reagieren anteilig mit dem Vergasungsmittel und erzeugen so einen Teil der erforderlichen Prozesswärme.

[0041] Verfahrensgemäß wird das Vergasungsmittel insoweit dosiert, dass eine gezielte Verschwelung des Gutes stattfindet. Das geschieht vorzugsweise bei Temperaturen von 350 bis 550°C. Nach dem Prozessdurchlauf hat sich das komplette Gut in kohlenstoffhaltige feste Partikel und kohlenwasserstoffhaltiges Prozessgas umgesetzt. Alle festen und anteilig gasförmigen Bestandteile werden über den Gutaustrag (**9**) abgeführt.

[0042] Zur Stabilisierung der Prozessbedingungen, insbesondere dem Energiebedarf für den exothermen Prozess, ist über eine Schleuse A (**14**) die Zuführung separierten Kohlenstoffs, vorzugsweise aus den nachfolgenden Aggregaten, vorgesehen. Eine weitere Schleuse B (**15**) ermöglicht die Zuführung von Additiven, vorzugsweise Kalk. Die oben im oberen rohrförmigen Außenmantel (**1**) installierte Druckentlastung (**16**) dient zur Entlastung bei Überdruck. Zur Sicherstellung der verfahrenstechnischen Prozessteuerung befinden sich im rohrförmigen Außenmantel (**1**), vorzugsweise in axialer Anordnung, Messstutzen (**17**) zur Aufnahme von Sensoren.

[0043] Der gesamte Thermolyse-Rotations-Reaktor wird zur Stabilisierung der Prozesstemperatur über eine Isolierung (**18**) wärmegedämmt und auf einem Gestell (**19**) gelagert, welches eine Längenausdehnung infolge Wärmedehnung zulässt.

[0044] Die wesentlichen Vorteile des erfindungsgemäßen Thermolyse-Rotations-Reaktors liegen darin, dass durch ihn eine gleichmäßige und zwangsweise Fortbewegung des zu behandelnden Gutes im Reaktor organisiert wird, das bestehende Glutbett der Thermolysereaktion nicht zerstört und damit Verstopfungen im Reaktor sowie Schlacke und separate Glutnester verhindert, um eine stabile und gleichmäßige Prozessführung des Thermolyseprozesses zu gewährleisten.

[0045] Insbesondere der kontinuierliche wellenförmige Verlauf des Gutstroms verhindert Unterbrechungen, die Zerstörung des Glutbettes, Nestbildungen und Hotspots.

[0046] Alle in der Beschreibung, den Ausführungsbeispielen und den nachfolgenden Ansprüchen dargestellten Merkmale können sowohl einzeln als auch in beliebiger Kombination miteinander erfindungswesentlich sein.

Bezugszeichenliste

1	Rohrförmiger Außenmantel
2	Deckeln
3	Innenraum
4	Welle
5	Kufen-Wendeln
6	Eintragswerkzeuge
7	Austragswerkzeuge
8	Guteintrag
9	Gutaustrag
10	Antriebseinheit
11	Vergasungsmittelschächte
12	Vergasungsmitteleinträge

13 Gasabführung
14 Schleuse A
15 Schleuse B
16 Druckentlastung
17 Messstutzen
18 Isolierung
19 Gestell

Patentansprüche

1. Thermolyse-Rotations-Reaktor, umfassend einen rohrförmigen Außenmantel (**1**) mit an seinen Enden abschließenden Deckeln (**2**), einem Innenraum (**3**), einer in den Deckeln (**2**) zentral gelagerten Welle (**4**), Eintragswerkzeuge (**6**) und Austragswerkzeuge (**7**), die am Anfang bzw. am Ende der Welle (**4**) innerhalb des Innenraums (**3**) platziert sind, **dadurch gekennzeichnet,** dass an der Welle (**4**) spiralförmige Kufen-Wendeln (**5**) radial und längs zur Förderrichtung befestigt und dabei nahe der Innenseite des rohrförmigen Außenmantels (**1**) angeordnet sind, so dass eine zwangsweise Fortbewegung des zu behandelnden Gutes im Reaktor organisierbar und das bestehende Glutbett der Thermolysereaktion im Betriebszustand aufrecht erhaltbar ist, um eine stabile und gleichmäßige Prozessführung des Thermolyseprozesses zu gewährleisten.

2. Thermolyse-Rotations-Reaktor gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** dass die Kufen-Wendeln (**5**) spiralförmig, einfach oder mehrfach, nahe der Innenseite des Außenmantels (**1**) im Innenraum (**3**) angeordnet sind und eine quadratische, rechteckige, runde oder ovale Form aufweisen.

3. Thermolyse-Rotations-Reaktor gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** dass am Anfang oder am Ende der Welle (**4**) Eintragswerkzeuge (**6**) und Austragswerkzeuge (**7**) platziert sind, die vermittels der Welle (**4**) durch eine Antriebseinheit (**10**) bewegbar sind, wobei die Eintragswerkzeuge (**6**) innerhalb des Wirkbereiches der spiralförmigen Kufen-Wendeln (**5**) einfach oder mehrfach parallel zur Welle (**4**) und unterhalb eines Guteintrages (**8**) angeordnet sind.

4. Thermolyse-Rotations-Reaktor gemäß Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet,** dass die Eintragswerkzeuge (**6**) und die Austragswerkzeuge (**7**) einfach oder mehrfach ausgeführt sind, eine quadratische, rechteckige, runde oder ovale Form aufweisen und die Austragswerkzeuge (**7**) oberhalb eines Gutaustrags (**9**) angeordnet sind.

5. Thermolyse-Rotations-Reaktor gemäß Anspruch 1 oder 3, **dadurch gekennzeichnet,** dass in Fallhöhe zu den Eintragswerkzeugen (**6**) in der Wand des Außenmantels (**1**) der Guteintrag (**8**) angeordnet und unterhalb der Austragswerkzeuge (**7**) in der Wand des Reaktors der Gutaustrag (**9**) angeordnet ist.

6. Thermolyse-Rotations-Reaktor gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** dass zwei geteilte und perforierte Vergasungsmittelschächte (**11**) axial und zentral im unteren Bereich der Wand des Außenmantels (**1**) angeordnet sind.

7. Thermolyse-Rotations-Reaktor gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** dass separate Vergasungsmitteleinträge (**12**) und eine Gasabführung (**13**) durch die Wand des Außenmantels (**1**) hindurchgeführt sind und die Gasabführung (**13**) dabei seitlich oberhalb im Eintragsbereich angeordnet ist.

8. Thermolyse-Rotations-Reaktor gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** dass zentral und oberhalb des Außenmantels (**1**) eine Schleuse A (**14**) und eine Schleuse B (**15**) angeordnet sind und durch die Wand des Außenmantels (**1**) Druckentlastungen (**16**) sowie diverse Messstutzen (**17**) hindurchgeführt sind.

9. Thermolyse-Rotations-Reaktor gemäß einem oder mehreren der voranstehenden Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet,** dass der Außenmantel (**1**) von einer thermischen Isolierung (**18**) umgeben und horizontal auf einem Gestell (**19**) gelagert ist.

10. Thermolyse-Rotations-Reaktor gemäß einem oder mehreren der voranstehenden Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet,** dass die Vergasungsmittelschächte (**11**) gelocht oder geschlitzt ausgeführt sind, der Guteitrag (**8**) eine Zellradschleuse aufweist und die Schleuse A (**14**) sowie die Schleuse B (**15**) als Zellradschleuse ausgeführt sind.

11. Verfahren zum Betreiben eines Thermolyse-Rotations-Reaktors gemäß einem oder mehreren der voranstehenden Ansprüche 1 bis 10 bei dem das zu behandelnde Gut in den Guteintrag (**8**) eingeführt und am entgegengesetzten Ende des Thermolyse-Rotations-Reaktors die Thermolyseendprodukte aus dem Gutaustrag (**9**) ausgeführt werden, wobei die Welle (**4**) extern über eine Antriebseinheit (**10**) angetrieben wird, das zu behandelnde Gut mittels Eintragswerkzeuge (**6**) gemischt und aufgelockert, danach mittels Kufen-Wendeln (**5**) axial und radial im Innenraum (**3**) transportiert wird, der Gutstrom über die Vergasungsmitteleinträge (**12**) und die Vergasungsmittelschächten (**11**) mit einem Vergasungsmittel, vorzugsweise mit heißer Luft und zugemischtem Sauerstoff zur Ingangsetzung exothermer und endothermer Prozesse, beaufschlagt wird, durch die Kufen-Wendeln (**5**) nahe der Innenseite des rohrförmigen Außenmantels (**1**) im Innenraum (**3**) das Gut mit einem zwingenden axialen und radialen Impuls angehoben wird, um dann aufgelockert und kontinuierlich mit wellenförmigem Verlauf in Richtung der Austragswerkzeuge (**7**)

und dem Gutaustrag (**9**) transportiert zu werden, wobei das Vergasungsmittel dabei ohne Unterbrechung und Zerstörung des Glutbetts sowie unter leichtem Unterdruck nur durch den Gutstrom strömt.

12. Verfahren gemäß Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet,** dass das Vergasungsmittel auf eine Temperatur bis zu 500°C vorgewärmt und durch mindestens einen Vergasungsmitteleintrag (**12**) und/oder mindestens einen Vergasungsmittelschacht (**11**) unterhalb des Gutes eingebracht wird.

13. Verfahren gemäß Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet,** dass zur Stabilisierung der Prozessbedingungen, insbesondere des Energiebedarfs für den exothermen Prozess, über die Schleuse A (**14**) die Zuführung separierten Kohlenstoffs, vorzugsweise aus den nachfolgenden Aggregaten, erfolgt und über die Schleuse B (**15**) die Zuführung von Additiven, vorzugsweise Kalk, zur Schadstoffbindung eingebracht wird, wobei das entstehende Prozessgas anteilig über die Gasabführung (**13**) gefasst und in das nächstfolgende Aggregat geleitet wird.

14. Verwendung eines Thermolyse-Rotations-Reaktors gemäß einem oder mehreren der voranstehenden Ansprüche 1 bis 10 zur Durchführung eines Verfahrens gemäß einem oder mehreren der voranstehenden Ansprüche 11 bis 13 für eine thermochemische Reaktion in Form einer autothermen Entgasung mit partieller Oxidation von Material.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

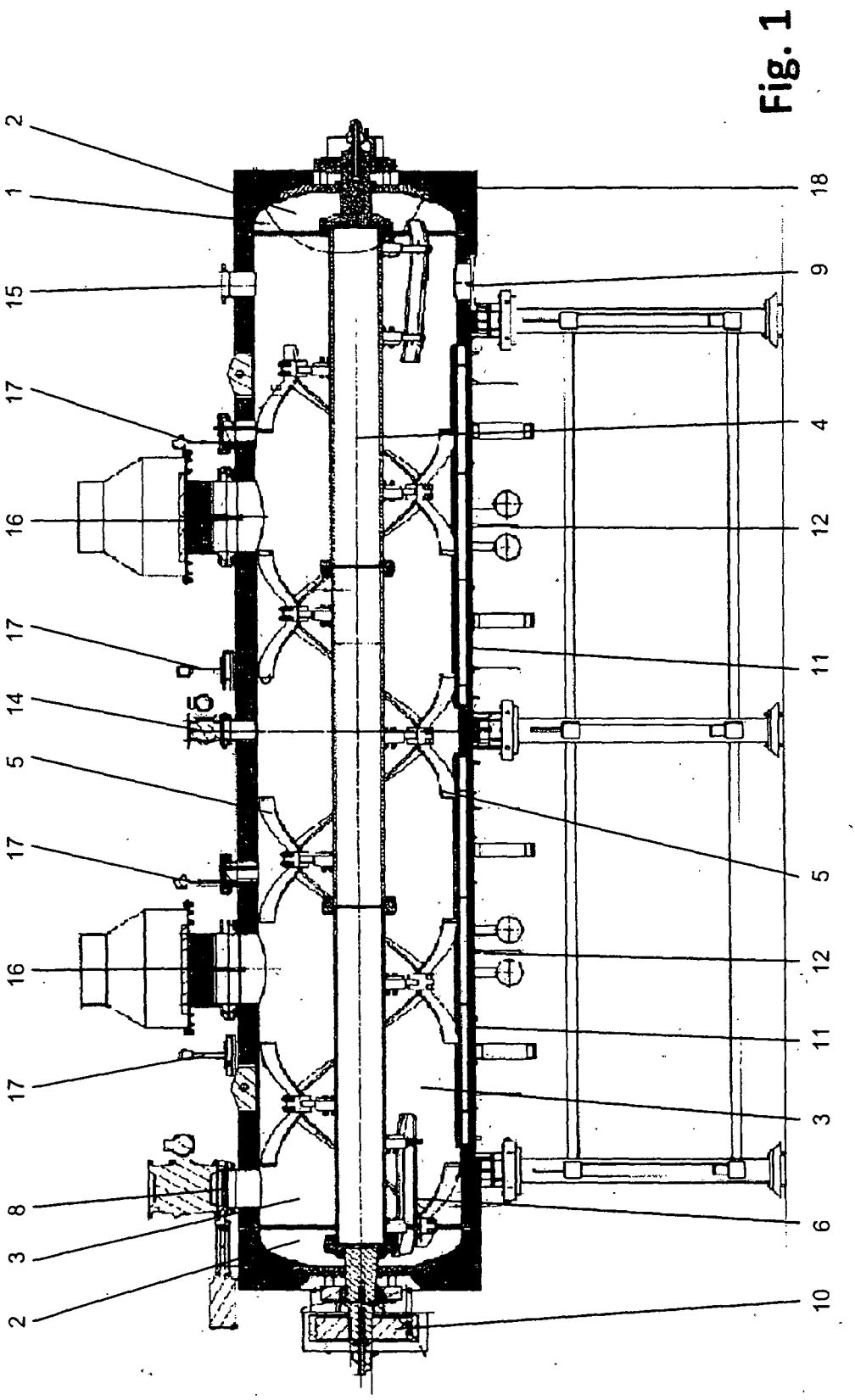


Fig. 1

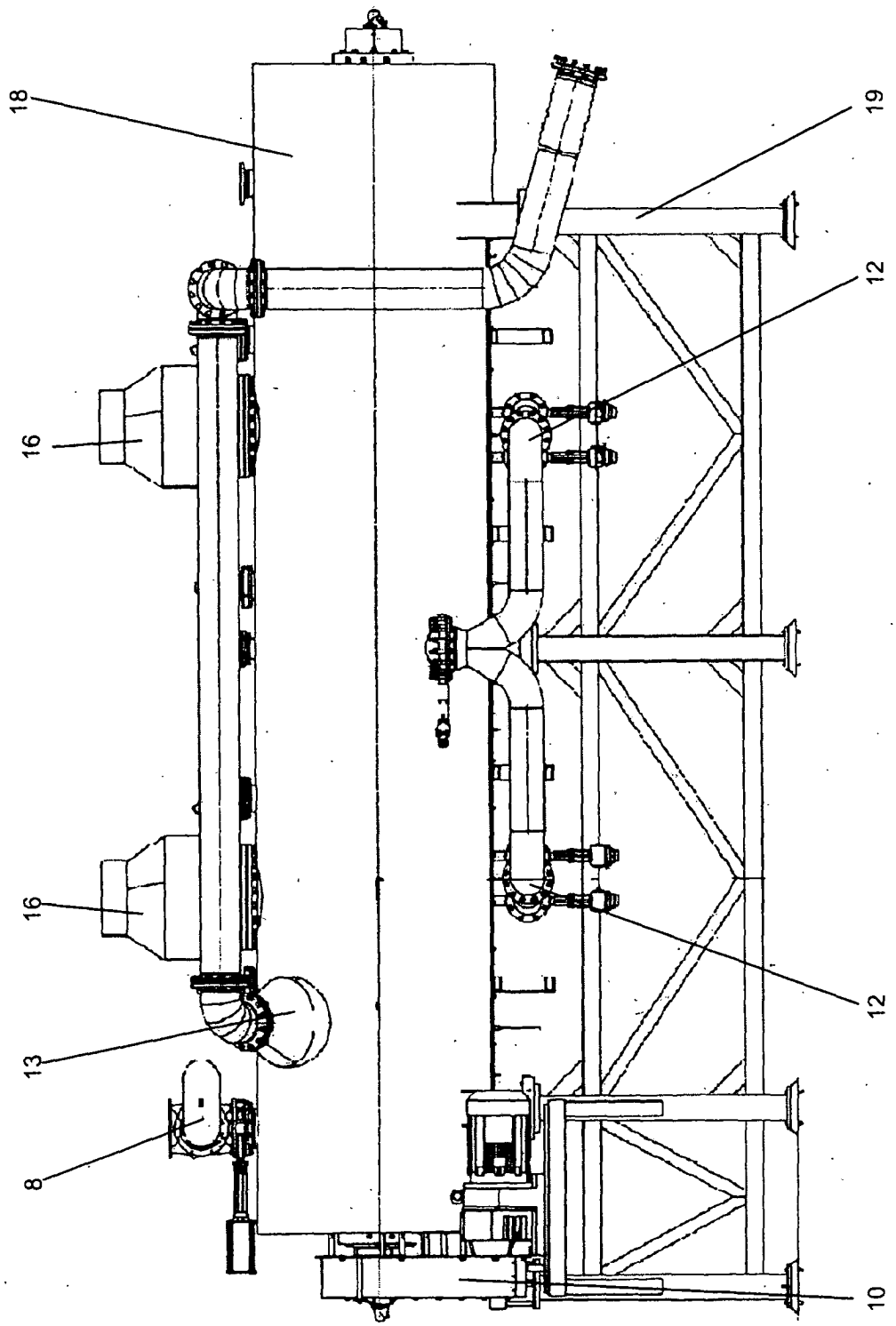


Fig. 2

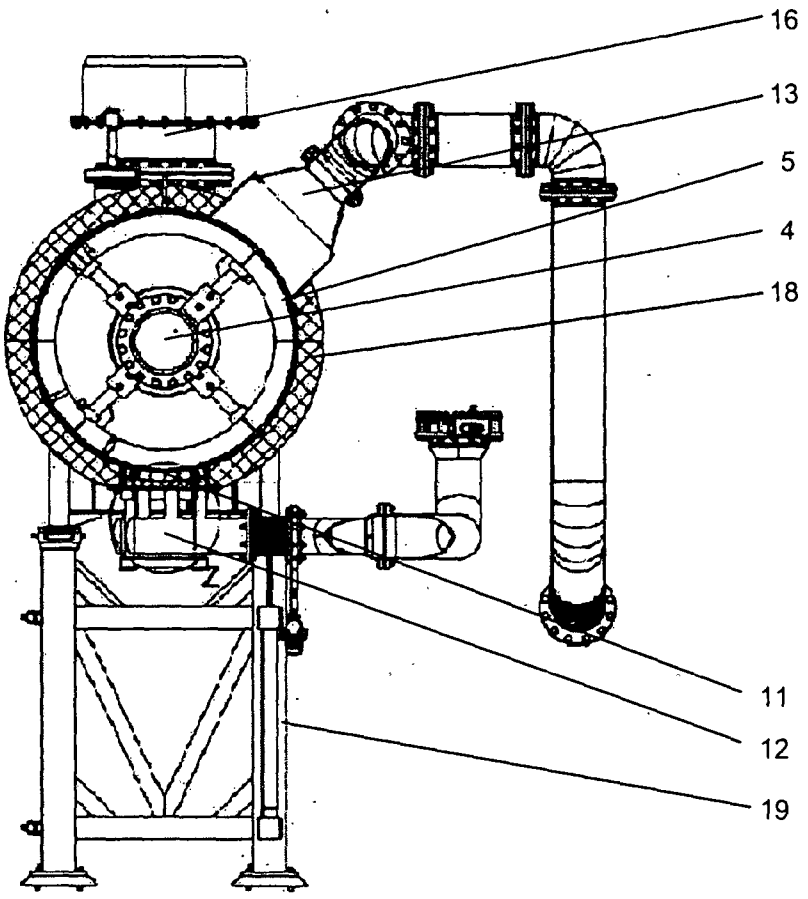


Fig. 3