

(19)



(11)

EP 3 296 633 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
21.03.2018 Patentblatt 2018/12

(51) Int Cl.:
F23M 5/00 (2006.01) **F23G 5/027 (2006.01)**
F23G 5/04 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **16189520.6**

(22) Anmeldetag: **19.09.2016**

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

(72) Erfinder: **Grimm, Bernhard**
97753 Karlstadt (DE)

(74) Vertreter: **advotec.**
Patent- und Rechtsanwälte
Beethovenstrasse 5
97080 Würzburg (DE)

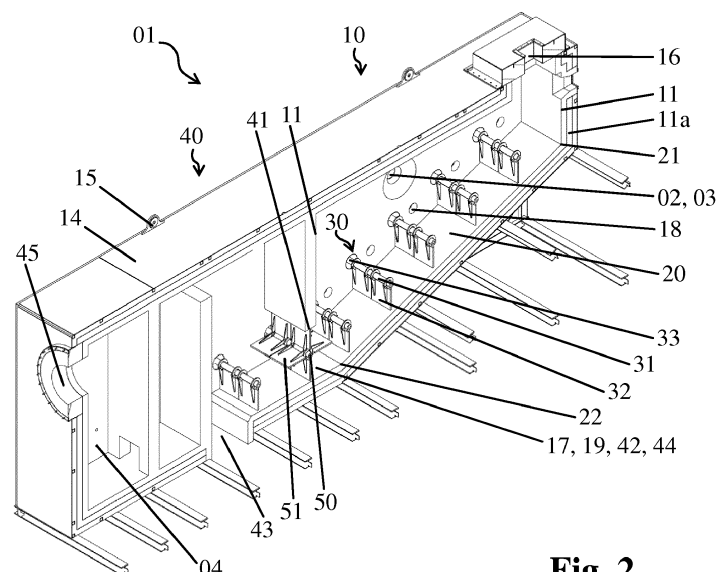
(71) Anmelder: **Grimm, Bernhard**
97753 Karlstadt (DE)

Bemerkungen:
Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 137(2)
EPÜ.

(54) **ANLAGE ZUR THERMISCHEN BEHANDLUNG KONTINUIERLICH DURCHLAUFENDER ABFALLPRODUKTE**

(57) Die Erfindung betrifft eine Anlage (01) zur thermischen Behandlung, insbesondere zur Pyrolyse, Vergasung und/oder Verbrennung, von kontinuierlich durchlaufenden Abfallprodukten, umfassend eine längliche, horizontal ausgerichtete primäre Reaktionskammer (10) mit einem Reaktionsbett (20) und mindestens einem Drehmitnehmer (30), wobei die primäre Reaktionskammer (10) an einer Wandung (11) eine verschließbare Beschickungsöffnung (16) für eine Beschickung mit den Abfallprodukten und an der Wandung (11) eine verschließbare Austragsöffnung (17) für einen Austrag der Reaktionsrückstände aufweist, wobei das Reaktionsbett (20)

in seiner gesamten Fläche geschlossen und frei von Öffnungen ausgebildet ist, wobei das Reaktionsbett (20) einen höchsten Punkt (21) und einen niedrigsten Punkt (22) erreicht, wobei die Fläche dazwischen geneigt und/oder gestuft ist, wobei der Drehmitnehmer (30) quer zur Längsachse der primären Reaktionskammer (10) ausgerichtet und drehbar gelagert ist, und wobei der Drehkreis des Drehmitnehmers (30) von der Oberfläche des Reaktionsbettes (20) beabstandet ist, wobei die Wandung (11) der primären Reaktionskammer (10) vollständig oder teilweise beheizbar ist.

**Fig. 2****EP 3 296 633 A1**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Anlage zur thermischen Behandlung von kontinuierlich durchlaufenden Abfallprodukten nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] In industriellen Ländern stellt sich, basierend auf gesetzlich geregelten Rahmenbedingungen, das Problem, dass entstehende Abfallprodukte umweltgerecht entsorgt werden müssen. Zum Zweck der Volumenreduzierung der Abfallprodukte, unter gleichzeitiger wirtschaftlicher und umweltfreundlicher Betrachtungsweise, insbesondere im Hinblick auf die in den Abfallprodukten enthaltene und nutzbare Energie, setzt sich die thermische Behandlung dieser Produkte zunehmend durch. So müssen lediglich die volumenreduzierten Restmengen der Abfallprodukte weiter verwertet bzw. deponiert werden, was mit erheblich verringerten Kosten verbunden ist.

[0003] Es ist daher nicht verwunderlich, dass aus aktuellem Stand der Technik eine Vielfalt von Verfahren und/oder Vorrichtungen bekannt ist, mit denen durch thermische Behandlung von Abfallprodukten, beispielsweise Pyrolyse, Vergasung und/oder Verbrennung, die Verwertung der Abfallprodukte unter gleichzeitiger Volumenverringerung und Nutzung der darin enthaltenen Energie durchgeführt werden kann.

[0004] Für die Verbrennung von Abfallprodukten sind aus der Praxis Festbettöfen und Öfen mit Rosten bekannt. Der Festbettofen zeichnet sich durch eine feuerfeste Auskleidung des Brennraumes aus, so dass eine vollständige Verbrennung der Abfallprodukte ermöglicht ist. Allerdings ist der Festbettofen hinsichtlich der Größe der zu verbrennenden Abfallprodukte begrenzt und bedarf einer Aufbereitung dieser, da die Abfallprodukte nur in begrenzter Menge angehäuft werden können, um eine vollständige Verbrennung zu gewährleisten. Dies liegt darin begründet, dass für die Verbrennung benötigter Sauerstoff lediglich durch seitlich des Festbettofens angeordnete Öffnungen, nicht jedoch durch das Ofenbett selbst in den Verbrennungsprozess einspeisbar ist. Bei der Rostfeuerung hingegen ist keine Aufbereitung der angelieferten Abfallprodukte erforderlich, da auch von unten her Sauerstoff dem Verbrennungsprozess zuführbar ist. Es hat sich jedoch als nachteilig erwiesen, dass durch die für die Luftzuführung vorgesehenen Öffnungen der Roste hindurch unverbrannte Abfallprodukte in die Asche geraten können. Dadurch gerät ein Teil der dem Ofen hinzugefügten Abfallprodukte unverbrannt wieder aus diesem heraus, was neben der ungenutzten Energie, die in den Abfallprodukten enthalten ist, auch insbesondere bei kontaminierten Abfallprodukten problematisch ist. Dies liegt darin begründet, dass derartige Aschen nachverbrannt werden müssen.

[0005] Für die Pyrolyse und/oder Vergasung von Abfallprodukten sind aus der Praxis Wirbelschichtreaktoren und Durchlauföfen bzw. Fließbettöfen bekannt, in denen das aus den Abfallprodukten austretende Gas verbrannt und/oder anderen technischen Prozessen zuführbar ist.

Allerdings hat es sich bei derartigen Öfen als nachteilig erwiesen, dass diese neben einer äußerst komplexen Bauweise und Betreibung in der Regel jeweils für eine bestimmte Materialart mit ähnlichem kalorischen Gehalt und/oder ähnlicher Größe ausgelegt sind und nicht ohne Weiteres auf verschiedene Materialarten umrüstbar sind.

[0006] Es besteht daher ein großer Bedarf an einer Anlage zur zuverlässigen, sicheren und störungsfrei ablaufenden thermischen Behandlung kontinuierlich durchlaufender Abfallprodukte unterschiedlicher Materialart, Beschaffenheit und/oder Größe. Zudem sollte die Anlage kostengünstig herstellbar, störungsunanfällig und wartungsarm sein, sowie die rückstandsfreie thermische Behandlung der Abfallprodukte, insbesondere auch von kontaminierten und/oder toxischen Abfallprodukten, ermöglichen. Ein weiterer Aspekt besteht darin, dass die Anlage praktisch ohne weitere Überwachung eine teil- bzw. vollautomatische Beschickung, Überwachung und/oder Entsorgung, sowie Regelung und/oder Steuerung der eingeführten Abfallprodukte ermöglicht. Die Erfindung hat sich daher die Aufgabe gestellt, eine Anlage zur thermischen Behandlung von kontinuierlich durchlaufenden Abfallprodukten bereitzustellen, um die oben genannten Schwierigkeiten zu überwinden und um vor allen die Kosten für den Betrieb, sowie reparatur-, wartungs- und/oder ausfallbedingten Kosten gering zu halten.

[0007] Diese Aufgabe wird auf überraschend einfache aber wirkungsvolle Weise durch eine Anlage zur thermischen Behandlung, insbesondere zur Pyrolyse, Vergasung und/oder Verbrennung, von kontinuierlich durchlaufenden Abfallprodukten nach der Lehre des unabhängigen Anspruchs 1 gelöst.

[0008] Erfindungsgemäß ist eine Anlage zur thermischen Behandlung, insbesondere zur Pyrolyse, Vergasung und/oder Verbrennung, von kontinuierlich durchlaufenden Abfallprodukten umfassend eine längliche, horizontal ausgerichtete primäre Reaktionskammer mit einem Reaktionsbett und mindestens einem Drehmitnehmer vorgeschlagen. Die primäre Reaktionskammer weist dabei an einer Wandung eine verschließbare Beschickungsöffnung für eine Beschickung mit den Abfallprodukten und an der Wandung eine verschließbare Austragsöffnung für einen Austrag der Reaktionsrückstände auf. Das Reaktionsbett ist in seiner gesamten Fläche geschlossen und frei von Öffnungen ausgebildet, wobei das Reaktionsbett einen höchsten Punkt und einen niedrigsten Punkt erreicht. Zudem ist die Fläche dazwischen geneigt und/oder gestuft. Der Drehmitnehmer ist dabei quer zur Längsachse der primären Reaktionskammer ausgerichtet und drehbar gelagert, wobei der Drehkreis des Drehmitnehmers von der Oberfläche des Reaktionsbettes beabstandet ist. Die Anlage ist dadurch gekennzeichnet, dass die Wandung der primären Reaktionskammer vollständig oder teilweise beheizbar ist.

[0009] Die erfindungsgemäße Anlage beruht auf dem Grundgedanken, dass die einzelnen Phasen einer thermischen Behandlung, das heißt das Erhitzen, Trocknen,

Verflüchtigen, Vergasen und/oder Verbrennen der Abfallprodukte, getrennt voneinander und kontrolliert in der Anlage ablaufen. Die thermische Behandlung beginnt dabei mit der Beschickung der Anlage mit den Abfallprodukten über eine verschleißbare Beschickungsöffnung an einer Wandung der primären Reaktionskammer, so dass die Abfallprodukte anschließend auf dem höchsten Punkt des Reaktionsbettes aufliegen. Direkt anschließend an die Beschickung erfolgt die Erwärmung und Trocknung der Abfallprodukte, wobei sich diese kontinuierlich in Richtung des niedrigsten Punktes des Reaktionsbettes auf dessen Oberfläche bewegen. Die kontinuierliche Bewegung erfolgt dabei aufgrund der Schwerkraft und ist durch Drehung des Drehmitnehmers unterstützt, wobei die im Drehkreis des Drehmitnehmers befindlichen Abfallprodukte bei dessen Drehbewegung auf der Oberfläche des Reaktionsbettes bewegt werden. Zudem führt die Drehbewegung des Drehmitnehmers zu einer optimalen Durchmischung und/oder Auflockerung der Abfallprodukte, die bevorzugt voll- oder halbautomatisch abläuft, und/oder, abhängig von der Art der entsprechenden thermischen Behandlung, zu einer Steigerung der Kontakte der Abfallprodukte mit dem Oxidationsmittel führt. Des Weiteren ist es, abhängig von der Drehrichtung des Drehmitnehmers, möglich, eine in der primären Reaktionskammer aufgetretene Verstopfung zu beseitigen, beispielsweise durch Drehung des Drehmitnehmers in oder entgegen der Bewegungsrichtung der Abfallprodukte. Nach der Trocknung folgt die Austreibung der flüchtigen Gasbestandteile aus den Abfallprodukten, wobei die festen Bestandteile von diesen anschließend vergast, das heißt in gasförmige Produkte aufgespalten, und/oder verbrannt werden. Die nach der Pyrolyse, Vergasung und/oder Verbrennung übrig bleibenden Reaktionsrückstände sind über die Austragsöffnung an der Wandung der primären Reaktionskammer austragbar.

[0010] Der Begriff "Reaktionsrückstände" betrifft beispielsweise Asche, Schlacke und/oder ein Gemisch daraus, dessen genaue Zusammensetzung und/oder Eigenschaften abhängig von verschiedenen Bedingungen, wie beispielsweise der Zusammensetzung der Abfallprodukte, der Art der thermischen Behandlung, der Verweilzeit in der primären Reaktionskammer und/oder den Prozessbedingungen sind. Unter dem Begriff "Asche" versteht sich ein fester Rückstand aus der thermischen Behandlung der Abfallprodukte, welcher bevorzugt als rieselfähiger Feststoff, als feinkörniges und/oder staubförmiges Produkt, als Agglomerat und/oder als Granulat vorliegt. Die Asche ist bevorzugt eine im Wesentlichen reine Asche, welche keine vergasbaren und/oder brennbaren Bestandteile mehr enthält. Unter "Schlacke" versteht sich ein Gemisch geschmolzener und wieder erstarrter Bestandteile der Abfallprodukte und/oder anderen, höher schmelzenden, festen Bestandteilen, welche noch nicht thermisch behandelte Abfallprodukte und/oder die Asche umschließen können. Schlacke bildet sich schon bei relativ niedrigen Temperaturen, insbesondere aus den modernen Verbundwerkstoffen mit

den darin enthaltenen Aluminiumbestandteilen. Die daraus entstehenden Festkörper sind problematisch, da diese einen beschleunigten Verschleiß und/oder einen frühzeitigen wartungsbedingten Stillstand der Anlage bewirken können.

[0011] Es ist dabei als erfindungswesentlich erkannt worden, dass der Prozess der thermischen Behandlung der Abfallprodukte kontinuierlich abläuft, wobei die einzelnen Phasen der Behandlung teilweise oder vollständig in der primären Reaktionskammer ablaufen und sich dabei teils überlagern.

[0012] Es ist des Weiteren als wesentlich erkannt worden, dass die Anlage für die kontinuierliche thermische Behandlung eines Gemisches diverser Abfallprodukte geeignet ist, ohne dass es einer Vorsortierung, Zerkleinerung, Durchmischung und/oder Auflockerung der Abfallprodukte bedarf. Es ist jedoch verständlich, dass sich die Vorsortierung, Zerkleinerung, Durchmischung und/oder Auflockerung der Abfallprodukte vorteilhaft auf den Prozessablauf der thermischen Behandlung auswirkt. Divers bedeutet, dass die Abfallprodukte hinsichtlich ihres kalorischen Gehalts, ihrer Beschaffenheit, ihrer Größe und/oder Materialart verschieden sein können. So ist es vorgesehen, dass die Anlage kontinuierlich mit Abfallprodukten beschickt wird, wobei es auch im laufenden thermischen Behandlungsprozess unerheblich ist, ob das zu behandelnde Material gleich bleibt oder wechselt. Für die Gewährleistung einer störungsfreien und/oder vollständig ablaufenden thermischen Behandlung ist, in Abhängigkeit des kalorischen Gehalts der entsprechenden Abfallprodukte, lediglich das Intervall der Drehbewegung des Drehmitnehmers, das Zeitintervall der Beschickung und/oder der Beschickungsmassenstrom anzupassen. Dabei ist ein beliebiges, bevorzugt organisches, Abfallprodukt denkbar, wie beispielsweise Altreifen, Kunststoffe, Papier, Holz, Grünpflanzen, Biomasse, Agrar- und Forstabfälle, Restmüll, Bauschutt, Klärschlamm, beispielsweise industrieller und/oder kommunaler Klärschlamm, Rückstände aus der Ölindustrie, medizinischer Abfall, kontaminierter Abfall und/oder gemischter Abfall.

[0013] Die Anlage im Rahmen der Erfindung ist dazu geeignet, entsprechend hohe Temperaturen zu erzeugen, um die kontinuierlich durchlaufenden Abfallprodukte zeiteffizient thermisch zu behandeln. Unter thermischer Behandlung versteht sich dabei eine thermisch aktivierte Stoffumwandlung, -umsetzung und/oder Verbrennung der Abfallprodukte durch Pyrolyse, Vergasen und/oder Verbrennen. Bevorzugt erfolgt die thermische Behandlung der Abfallprodukte bis zu einer im Wesentlichen reinen Asche, welche inert ist und keine brennbaren Bestandteile mehr enthält.

[0014] Der Begriff "Pyrolyse" betrifft eine thermo-chemische Spaltung organischer Verbindungen, wobei durch hohe Temperaturen ein Bindungsbruch innerhalb großer Moleküle in kleinere erzwungen wird. Die Pyrolyse läuft dabei bevorzugt unter der Einwirkung hoher Temperaturen und ohne zusätzlich zugeführten Sauerstoff

ab. Dabei ist es verständlich, dass bei oxidationsmittelhaltigen Abfallprodukten, beispielsweise bei Holz mit einem Sauerstoffanteil von etwa 44 Massen-Prozent, zusätzlich Oxidationsreaktionen an den Zersetzungsprozessen beteiligt sind. Der Begriff "Vergasen bzw. Vergasung" betrifft einen chemischphysikalischen Vorgang, bei dem ein Teil eines Feststoffs und/oder eines Fluids in ein chemisch verändertes, gasförmiges Endprodukt überführt wird. Dabei kommt es zu einer Aufspaltung und/oder Neuordnung bestehender chemischer Verbindungen durch Cracken, Pyrolyse, Reduktion und/oder partielle Oxidation. Die Vergasung geschieht bevorzugt unter Einwirkung hoher Temperaturen, gegebenenfalls unter einer oxidationsmittelarmen Atmosphäre. Der Begriff "Verbrennen bzw. Verbrennung" betrifft eine Redoxreaktion, die unter Abgabe von Energie, beispielsweise in Form von Wärme und/oder Licht, das heißt exotherm, abläuft. Bei der Verbrennung kommt es bevorzugt unter Einwirkung hoher Temperaturen und/oder Feuer zur Oxidation der Abfallprodukte mit Hilfe eines Oxidationsmittels. Im Rahmen der Erfindung ist dabei ein beliebiges Oxidationsmittel denkbar, wie beispielsweise Sauerstoff, Fluor und/oder ein sauerstoffhaltiges Gasgemisch, wie Prozessabluft, Rauchgas und/oder Umgebungsluft. Der Begriff "hohe Temperatur" betrifft einen Bereich von ca. 200°C bis ca. 1300°C, wobei eine Pyrolyse und/oder Vergasung in der Regel in einem Temperaturbereich von ca. 400°C bis ca. 900°C und eine Verbrennung in der Regel in einem Temperaturbereich von ca. 850°C bis ca. 1100°C, maximal bis 1300°C, abläuft.

[0015] Erfindungsgemäß weist die Anlage eine längliche, horizontal ausgerichtete primäre Reaktionskammer auf, welche an der Wandung eine verschließbare Beschickungsöffnung für die Beschickung mit den Abfallprodukten und an der Wandung eine verschließbare Austragsöffnung für den Austrag der Reaktionsrückstände aufweist. Unter dem Begriff "Wandung" versteht sich dabei eine beliebige Wand der primären Reaktionskammer, wie beispielsweise eine Seitenwand, die Stirnseite, die Rückseite, die Oberseite oder die Unterseite. So ist es beispielsweise denkbar, dass die Beschickungsöffnung und die Austragsöffnung in derselben Wandung oder in sich unterscheidenden Wandungen sind. Über die Beschickungsöffnung gelangen die Abfallprodukte in den primären Reaktionsraum, wobei die entstandenen Reaktionsrückstände über die Austragsöffnung aus diesem ausgetragen werden. Bevorzugt ist die Anlage dabei für eine manuelle, teil- und/oder vollautomatische Beschickung, Überwachung und/oder Austragung eingerichtet.

[0016] Für die Gewährleistung einer störungsfreien und/oder vollständig ablaufenden thermischen Behandlung ist der Zustrom eines Oxidationsmittels, in Abhängigkeit der Art der entsprechenden thermischen Behandlung, zu kontrollieren bzw. zu unterbinden. Bevorzugt umfasst die primäre Reaktionskammer daher mindestens eine Öffnung für Messungen, beispielsweise zur Temperaturmessung, zur Druckmessung und/oder zur Messung der Sauerstoffkonzentration. So ist es denkbar,

während der Beschickung mit den Abfallprodukten und/oder dem Austrag der Reaktionsrückstände, das heißt über die Beschickungsöffnung und/oder die Austragsöffnung, ein Oxidationsmittel in die primäre Reaktionskammer einzuspeisen. Dies ist insbesondere bei thermischen Behandlungsprozessen, welche einer Zuführung eines Oxidationsmittels bedürfen, wichtig, wie bei der Vergasung und/oder Verbrennung. Eine anforderungsgemäße Versorgung des Vergasungs- und/oder Verbrennungsprozesses mit einem Oxidationsmittel ist ebenfalls denkbar, indem die Beschickungsöffnung und/oder die Austragsöffnung nicht und/oder nicht luftdicht verschlossen sind. Des Weiteren ist es denkbar, während der Beschickung mit den Abfallprodukten und/oder dem Austrag der Reaktionsrückstände, das heißt über die Beschickungsöffnung und/oder die Austragsöffnung, die Einspeisung eines Oxidationsmittels in die primäre Reaktionskammer zu unterbinden bzw. zu verhindern. Dies ist insbesondere bei einer thermischen Behandlung, bei welcher sich die Zuführung eines Oxidationsmittels als störend für den Reaktionsprozess auswirkt, wie beispielsweise der Pyrolyse und/oder Vergasung, wichtig. Für die Pyrolyse ist es wichtig, dass die Beschickungsöffnung und/oder die Austragsöffnung verschlossen, bevorzugt luftdicht verschlossen, sind. Dies ist beispielsweise mittels einer Tür, einer Doppelpendelklappe, einer Zellradschleuse, einer Schnecke und/oder einem Schachtrohr denkbar, welches mit den Abfallprodukten bzw. den Reaktionsrückständen abdichtbar ist. Das bei der Pyrolyse und/oder Vergasung entstehende Gas ist dabei über die Austragsöffnung zusammen mit den Reaktionsrückständen austragbar.

[0017] Im Rahmen der Erfindung ist es zudem erkannt worden, dass die Wandung der primären Reaktionskammer, in welcher die einzelnen Phasen der thermischen Behandlung der Abfallprodukte teilweise oder vollständig ablaufen, vollständig oder teilweise beheizbar ist. Im Rahmen der Erfindung ist eine beliebige Beheizung denkbar, beispielsweise mittels eines geeigneten Mediums und/oder einer Einheit, wie beispielsweise einer mediendurchströmten Heizschlange und/oder einer elektrischen Widerstandsheizung. Bevorzugt ist die Wandung isolierbar, beispielsweise mittels eines geeigneten Mittels.

[0018] Die vollständig oder teilweise beheizbare Wandung der primären Reaktionskammer bietet viele Vorteile; so gewährleistet diese beispielsweise eine gleichmäßige Erwärmung der Wandung der primären Reaktionskammer. Dabei sind etwaige Wärme- und/oder Kältebrücken konstruktiv zu vermeiden, da sich besonders an den dadurch entstehenden Kaltzonen Ablagerungen und/oder Anbackungen bilden können. Die Vermeidung von Ablagerungen und/oder Anbackungen ist sehr wichtig, da diese zu einem vorzeitigen wartungsbedingten Stillstand der Anlage führen können. Des Weiteren ist es möglich, den primären Reaktionsraum mittels der Beheizung der Wandung derart aufzuheizen, dass die anforderungsgemäßen Prozessbedingungen für die entspre-

chenden Arten der thermischen Behandlung erfüllt sind. Das heißt mit anderen Worten, dass auf mindestens ein weiteres, den Prozess der thermischen Behandlung startendes Heizmedium verzichtet werden kann, da für den Start und/oder die Durchführung dieser thermischen Behandlung allein die Beheizung der Wandung der primären Reaktionskammer ausreichend ist.

[0019] Zudem weist die Anlage, insbesondere die primäre Reaktionskammer, ein Reaktionsbett auf, welches in seiner gesamten Fläche geschlossen und frei von Öffnungen ausgebildet ist. Im Rahmen der Erfindung ist es denkbar, dass das Reaktionsbett den Boden der primären Reaktionskammer vollständig oder nur teilweise bedeckt. Dabei ist bevorzugt der Boden des Reaktionsbettes in seiner gesamten Fläche geschlossen und frei von Öffnungen ausgebildet. Das Reaktionsbett umfasst zudem eine Schutzschicht aus Reaktionsrückständen, wie beispielsweise aus Asche, aus Schlacke und/oder aus einem Gemisch daraus, welche sich selbstständig und resultierend aus der kontinuierlich ablaufenden thermischen Behandlung auf dem Boden des Reaktionsbettes aufbaut und erhält. Die Dicke der Schutzschicht ist dabei beispielsweise von den Fließ- und/oder Rieseigenschaften der Abfallprodukte bzw. der Reaktionsrückstände, der Beabstandung des Drehmitnehmers und/oder der Art der thermischen Behandlung abhängig. Wichtig dabei ist, dass die Reibung zwischen den kontinuierlich durchlaufenden Abfallprodukten auf der Oberfläche der Schutzschicht stattfindet, so dass ein Abrieb des Materials des Bodens des Reaktionsbettes zuverlässig und/oder nachhaltig vermieden wird. Somit ist das Reaktionsbett vor einem vorzeitigen Verschleiß, einem Abrieb und/oder einer Abnutzung des bodenbildenden Materials geschützt. Dies verringert in erheblichem Maße die wartungsbedingten Standzeiten der Anlage.

[0020] Das Reaktionsbett erreicht dabei einen höchsten Punkt und einen niedrigsten Punkt. Dabei ist es beispielsweise denkbar, dass der höchste Punkt an einem ersten Ende des Reaktionsbettes und der niedrigste Punkt an einem zweiten Ende des Reaktionsbettes erreichbar ist, welches bevorzugt dem ersten Ende gegenüberliegt. Die Fläche dazwischen, das heißt zwischen dem höchsten und dem niedrigsten Punkt des Reaktionsbettes, ist geneigt und/oder gestuft. Die Steigung der Fläche bzw. die Anzahl der Stufen ist dabei abhängig von den Material- und/oder Rieseigenschaften der zu behandelnden Abfallprodukte. So ist es beispielsweise denkbar, dass die Fläche steil oder flach, sowie gleichmäßig oder ungleichmäßig geneigt ist. Es ist weiterhin denkbar, dass die Fläche als Treppe mit mindestens einer Stufe, bevorzugt mit zwei, drei, vier, fünf oder sechs Stufen, ausgebildet ist.

[0021] Des Weiteren weist die Anlage, insbesondere die primäre Reaktionskammer, mindestens einen Drehmitnehmer auf, welcher quer zur Längsachse der primären Reaktionskammer ausgerichtet und drehbar gelagert ist. Im Rahmen der Erfindung ist es dabei als wesentlich erkannt worden, dass der Drehkreis des Drehmitneh-

mers von der Oberfläche des Reaktionsbettes beabstandet ist. Bevorzugt ist der Drehkreis derart beabstandet, dass die von dem Reaktionsbett umfasste Schutzschicht erhalten bleibt. Weiter bevorzugt umfasst der Drehmitnehmer eine Drehmitnehmerwelle und ein mit der Welle verbundenes Paddel. Weiterhin bevorzugt umfasst der Drehmitnehmer zwei, drei, vier, fünf, sechs, sieben, acht, neun, zehn oder mehr mit der Welle verbundene Paddel, welche gleichzeitig und/oder unabhängig voneinander drehbar sind.

[0022] In Abhängigkeit der Material- und/oder Rieseigenschaften der zu behandelnden Abfallprodukte und/oder der Größe der primären Reaktionskammer ist es ebenfalls denkbar, dass zwei, drei, vier, fünf, sechs, sieben, acht, neun oder zehn Drehmitnehmer umfasst sind, deren Drehkreise voneinander beabstandet sind und/oder ineinander kämmen. So ist es beispielsweise denkbar, dass der Drehkreis eines ersten Drehmitnehmers nur einen Teil des Querschnitts der primären Reaktionskammer überstreicht und der eines weiteren Drehmitnehmers den vom ersten Drehmitnehmer freigelassenen Bereich überstreicht. Eine derartige Ausgestaltung ist insbesondere dann sinnvoll, wenn die Drehkreise der Drehmitnehmer einander kämmen, weil dadurch der Transport, die Durchmischung, die Auflockerung, die Verhinderung einer Verstopfung und/oder die Steigerung der Kontakte der Abfallprodukte mit dem Oxidationsmittel verbessert werden. Gleichzeitig ist eine seitliche Durchmischungsbewegung erreichbar. Bevorzugt überstreicht der Querschnitt des Drehmitnehmers und/oder des Paddels dabei den der primären Reaktionskammer vollständig, so dass die thermisch behandelten Abfallprodukte, mit Ausnahme der von dem Reaktionsbett umfassten Schutzschicht, stets vollständig und gründlich weitertransportiert werden.

[0023] Der Drehmitnehmer ist dabei derart ausgestaltet, dass dieser bevorzugt nur ein oder eine geringe Anzahl an Paddeln aufweist, welche, abhängig von der Stellung des Drehmitnehmers, in die Abfallprodukte eintauchen oder außerhalb dieser stehen. Auf diese Weise ist es erreichbar, dass die Verweilzeit der kontinuierlich durchlaufenden Abfallprodukte durch die Schwerkraft, die Drehzahl, die Drehrichtung und/oder die Drehpausen des Drehmitnehmers auf der Fläche abhängig von den Abfallprodukten, der Gesamtlänge der primären Reaktionskammer und/oder Anlage, der Neigung der Fläche, dem gewünschten Reinheitsgrad der Reaktionsrückstände und/oder weiteren Bedingungen anpassbar ist.

[0024] Mittels der vorliegenden Anlage wird es vorteilhafterweise erreicht, dass die thermische Behandlung der kontinuierlich durchlaufenden Abfallprodukte unterschiedlicher Materialart, Beschaffenheit und/oder Größe in der primären Reaktionskammer abläuft, wobei die Anlage aufgrund der erfindungsgemäßen Ausgestaltung günstig im Betrieb, sowie störungsfrei und wartungsarm ist. Ein weiterer Vorteil liegt darin, dass die Anlage die vollständige thermische Zersetzung der Abfallprodukte ermöglicht, so dass die Anlage auch für kontaminierte

und/oder toxische Abfallprodukte geeignet ist.

[0025] Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung, welche einzeln oder in Kombination realisierbar sind, sind in den Unteransprüchen dargestellt.

[0026] In einer Weiterbildung der Erfindung ist es denkbar, dass die Wandung vollständig oder teilweise doppelwandig mit einer inneren Wandung und einer äußeren Wandung ausgebildet ist, welche voneinander beabstandet sind und wobei ein zwischen der inneren und der äußeren Wandung ausgebildeter Zwischenraum mit einem Medium und/oder einer Einheit beheizbar ist. So ist eine vollständige doppelwandige Ausgestaltung der Wandung der primären Reaktionskammer oder eine teilweise doppelwandige Ausgestaltung von dieser denkbar, insbesondere bis zu der erwarteten und/oder berechneten Höhe der Abfallprodukte innerhalb der primären Reaktionskammer. Die Beheizung erfolgt dabei bevorzugt indirekt mit einem beliebigen und geeigneten Medium, wie beispielsweise Prozessabluft, Rauchgas, Heißwasser, Dampf, Öl und/oder einer Mischung daraus, und/oder mit einer beliebigen und geeigneten Einheit, wie beispielsweise einer mediendurchströmten Heizschlange und/oder einer elektrischen Widerstandsheizung. Diese Ausgestaltung bietet den Vorteil, dass die Beheizung des Zwischenraumes sehr effizient ist und zu einer noch schnelleren Aufheizung der primären Reaktionskammer führt, um die anforderungsgemäßen Prozessbedingungen für die entsprechenden Arten der thermischen Behandlung zu erfüllen. Dabei ist es möglich, in signifikanter Weise Kosten einzusparen. Weiterhin bevorzugt ist es dabei denkbar, dass die innere und die äußere Wandung parallel zueinander ausgerichtet sind. Dies erweist sich als vorteilhaft, da die Fertigung und/oder Konstruktion einer derartigen doppelwandig ausgestalteten Wandung der primären Reaktionskammer unter Verwendung von im Wesentlichen geraden Bauteilen abläuft und daher sehr stark vereinfacht ist. Somit sind in erheblichem Maße Kosten einsparbar.

[0027] In noch einer Weiterbildung der Erfindung ist es denkbar, dass mindestens ein Brenner für einen Zusatzbrennstoff umfasst ist. Der Begriff "Brenner" betrifft ein Gerät, welches dazu geeignet ist, den Prozess der thermischen Behandlung zu starten, bevorzugt durch Umwandlung von chemischer in thermische Energie. Bevorzugt ist der Brenner für einen gasförmigen Zusatzbrennstoff, wie beispielsweise Propan, Butan und/oder Erdgas, für einen flüssigen Zusatzbrennstoff, wie beispielsweise Benzin, Dieselmotortreibstoff, Heizöl, Kerosin, Lösemittel, Altöl und/oder Petroleum, und/oder für einen festen Zusatzbrennstoff, wie beispielsweise Kohlestaub, geeignet. Vorteilhafterweise startet der Brenner den Prozess der thermischen Behandlung sehr schnell und/oder dient der Absicherung einer Mindesttemperatur in der primären Reaktionskammer, welche für die Gewährleistung einer zuverlässigen und/oder vollständig ablaufenden thermischen Behandlung der Abfallprodukte wesentlich ist.

[0028] Es ist weiterhin denkbar, dass die primäre

Reaktionskammer einen rechteckigen oder rechteckähnlichen Querschnitt aufweist. Dies erweist sich als vorteilhaft, da die Fertigung und/oder Konstruktion einer derartigen primären Reaktionskammer unter Verwendung von im Wesentlichen geraden Bauteilen abläuft und daher sehr stark vereinfacht ist. Zudem entfällt ein aufwendiges Biegen der entsprechenden Teile in der Fertigung, so dass in erheblichem Maße Kosten eingespart werden können.

[0029] In einer Ausgestaltung der Weiterbildung ist es denkbar, dass die primäre Reaktionskammer im Reaktionsbett und/oder der Wandung mindestens eine Gaseinlassöffnung und/oder mindestens eine Gasaustrittsöffnung aufweist. Dabei sind auch mehrere Gaseinlass- und/oder Gasaustrittsöffnungen, in Abhängigkeit der Größe der primären Reaktionskammer, des Reaktionsbettes und/oder der Art der thermischen Behandlung denkbar. Mittels der Gaseinlassöffnung ist es möglich, der thermischen Behandlung im Bereich des Reaktionsbettes, beispielsweise durch seitliche Einspeisung in das Reaktionsbett, und/oder in der Wandung der primären Reaktionskammer ein Gas, ein Gasgemisch und/oder ein Oxidationsmittel hinzuzufügen. Bevorzugt ist die Gaseinlassöffnung an eine Gaseinlassleitung, noch mehr bevorzugt an ein Gebläse, anschließbar. Über die Gasaustrittsöffnung ist es möglich, das bei der thermischen Behandlung entstehende Gas bzw. Abgas abzusaugen, gegebenenfalls unter Erzeugung eines Unterdruckes. Bevorzugt ist die Gasaustrittsöffnung an eine Gasaustrittsleitung, noch mehr bevorzugt an ein Gebläse, anschließbar.

[0030] In einer Alternative ist es denkbar, dass die beheizte Wandung der primären Reaktionskammer in miteinander verbundene und/oder voneinander getrennte Bereiche unterteilbar ist. Dies ist beispielsweise mittels mehrerer miteinander verbundener und/oder voneinander getrennter Heizkreisläufe und/oder mittels Einbauten zur Beeinflussung der Strömung des Heizmediums denkbar, so dass eine Optierung des Temperaturprofils in der primären Reaktionskammer realisierbar ist. Auf diese Weise ist es möglich, die in einem jeden Bereich erforderlichen und/oder anforderungsgemäßen Prozessbedingungen zu gewährleisten und/oder zu erhalten.

[0031] In einer Weiterbildung ist es denkbar, dass der Drehmitnehmer in zwei sich gegenüberliegenden Wandungen, beispielsweise im Bereich der doppelwandigen Ausgestaltung dieser, der primären Reaktionskammer drehbar gelagert ist. Auf diese Weise ist eine gleichmäßige Drehung des Drehmitnehmers realisierbar, um sicherzustellen, dass dessen Drehkreis anforderungsgemäß von der Oberfläche des Reaktionsbettes beabstandet ist. Dabei ist es wichtig, dass das Lager und/oder der Drehmitnehmer ausreichend gegen einen Gasein- und/oder Gasaustritt abgedichtet sind.

[0032] In einer alternativen Weiterbildung ist es denkbar, dass der Drehmitnehmer teilweise oder vollständig als Hohlkörper ausgebildet ist, welcher von einem Kühl-

medium durchströmbar ist. Diese Ausgestaltung bietet den Vorteil, dass der Drehmitnehmer und/oder das Lager auf ein geeignetes Niveau kühlbar sind, und dient dem Schutz des Paddelmateri- als. Der Begriff "Kühlmedium" betrifft dabei, in Abhängigkeit von der Temperatur des Kühlkreislaufes, ein geeignetes Fluid, wie beispielsweise Wasser, Öl, Gas und/oder ein Gemisch daraus.

[0033] Weiterhin ist es denkbar, dass die Steigung der Fläche von 0,5% bis 100% ist. Bevorzugt ist die Steigung der Fläche 0,5%, 1%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 100%, wobei weiterhin bevorzugt eine beliebige dazwischenliegende Steigung und/oder ein beliebiger Bereich denkbar ist. Darauf ergibt sich der Vorteil, dass die Anlage optimal an die Material- und/oder Rieseigenschaften der zu behandelnden Abfallprodukte anpassbar ist.

[0034] Es ist weiterhin denkbar, dass eine sekundäre Reaktionskammer umfasst ist, welche der primären Reaktionskammer im Bereich der Austragsöffnung nachgelagert ist. Diese Ausgestaltung bietet den Vorteil, dass das bei der Pyrolyse und/oder der Vergasung aus den Abfallprodukten austretende Gas bzw. die nicht vollständig verbrannten Reaktionsrückstände in der sekundären Reaktionskammer verbrannt bzw. nachverbrannt werden. Zusätzlich ist die bei der Verbrennung entstehende Wärme des Abgases für die Beheizung der Wandung der primären Reaktionskammer nutzbar, beispielsweise indem diese direkt und/oder nach einer Reinigungsbehandlung in den Zwischenraum eingeleitet wird und/oder indem die in dem Abgas enthaltene Wärme mittels eines Wärmetauschers entzogen und anschließend eingeleitet wird. Diese Ausgestaltung bietet den Vorteil, dass nahezu keine zusätzliche Energie zur Durchführung der thermischen Behandlung und damit zum Betrieb der Anlage von außen zugeführt werden muss. Die sekundäre Reaktionskammer weist bevorzugt eine beheizbare und/oder isolierbare Wandung, eine verschließbare Beschickungsöffnung, eine verschließbare Austragsöffnung, ein geneigtes, gestuftes und/oder ebenes Reaktionsbett, mindestens einen Drehmitnehmer, eine Gaseinlassöffnung, eine Gasaustrittsöffnung, mindestens einen Brenner und/oder mindestens eine Öffnung für Messungen auf, welche, weiterhin bevorzugt, gemäß den zuvor aufgeführten Ausführungen ausgestaltet sind.

[0035] In noch einer Ausgestaltung ist es denkbar, dass die Austragsöffnung in einen Austragskanal zum Transport der Reaktionsrückstände mündet. Unter dem Begriff "Austragskanal" versteht sich ein offener, halbgeschlossener und/oder geschlossener Kanal, welcher beispielsweise ein Förderband zum Transport der Reaktionsrückstände umfassen kann. Unter dem Begriff "Transport" versteht sich bevorzugt eine kontinuierliche Förderung in Stoffflussrichtung, welche durch eine elektrisch, elektronisch und/oder pneumatisch steuer- und/oder regelbare Einheit, wie beispielsweise einen Aschetransporteur und/oder eine Sperrpaddereinheit unterstützt ist. Bevorzugt erfolgt die Förderung in hori-

zontaler Stoffflussrichtung. Dabei ist es verständlich, dass die geförderte Menge variieren kann. Zudem ist es bevorzugt, dass die Reaktionsrückstände trocken ausgetragen und/oder transportiert werden. Diese Ausgestaltung bietet den Vorteil, dass die Reaktionsrückstände kontinuierlich aus der primären Reaktionskammer ausgetragen werden.

[0036] In einer alternativen Ausgestaltung ist es denkbar, dass der Austragskanal eine Sperrpaddereinheit mit mindestens zwei, gleichmäßig über den Umfang der Sperrpaddereinheit verteilten, Sperrpaddeln umfasst, wobei die Sperrpaddereinheit quer zur Längsachse des Austragskanals ausgerichtet ist. Dabei ist es bevorzugt, dass die Sperrpaddereinheit fliegend oder in zwei sich gegenüberliegenden Wandungen, beispielsweise zwei sich gegenüberliegenden Seitenwänden, des Austragskanals drehbar gelagert ist. Diese Ausgestaltung bietet den Vorteil, dass die Sperrpaddereinheit die in dem Austragskanal befindlichen Reaktionsrückstände kontinuierlich transportiert. Der Transport erfolgt dabei hauptsächlich durch das untere Sperrpaddel bzw. dessen Fläche. Die Transportleistung der Sperrpaddereinheit wird beispielsweise durch die Drehzahl der Sperrpaddereinheit bestimmt.

[0037] In noch einer alternativen Ausgestaltung ist es denkbar, dass die Sperrpaddereinheit zwischen der primären und sekundären Reaktionskammer anordenbar ist, wobei der Austragskanal die beiden Reaktionskammern verbindet und bevorzugt als geschlossener Kanal ausgestaltet ist. Diese Ausgestaltung der Erfindung bietet den Vorteil, dass die Sperrpaddereinheit die Reaktionsrückstände im Austragskanal zwischen den beiden Reaktionskammern kontinuierlich und unter gleichzeitiger Abdichtung des Reaktionsraumes transportiert. Dadurch kommt es zu einer kontinuierlichen Austragung der Reaktionsrückstände aus der primären Reaktionskammer, sowie einem kontinuierlichen Eintrag der Reaktionsrückstände in die sekundäre Reaktionskammer, so dass eine kontinuierliche thermische Behandlung realisierbar ist. Es ist allerdings wesentlich, dass es bei dem Transport zu keiner signifikanten Absenkung der Temperatur der Reaktionsrückstände kommt, da zusätzliche Energie für die erneute Aufheizung der Reaktionsrückstände in der sekundären Reaktionskammer zur Verfügung gestellt werden müsste. Auf diese Weise kombiniert die Sperrpaddereinheit vorteilhafterweise die Funktion des Transports unter gleichzeitiger Verhinderung der ungewollten Zufuhr eines Oxidationsmittels in den Reaktionsraum, bevorzugt den primären Reaktionsraum. Dies ist wichtig, da es im Rahmen der Erfindung erkannt worden ist, dass eine thermische Behandlung, in Abhängigkeit der entsprechenden Art der Behandlung, durch eine gezielte Zufuhr des Oxidationsmittels besser kontrolliert werden kann. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass es gleichzeitig zu einer Verringerung der Schadstoffbelastung der Emission kommt, um vor allem gesetzlich bestimmte Grenzwerte einzuhalten. Die Wichtigkeit der Verringerung der Schadstoffbelastung zeigt

sich insbesondere darin, dass die Reaktionsrückstände der primären Reaktionskammer teilweise kontaminierte, toxische und/oder schadstoffhaltige Verbindungen, wie beispielsweise Teer und/oder Aromate, enthalten können.

[0038] Der Begriff "Abdichtung" beschreibt ein Maß der Dichtigkeit gegenüber einem Stoff, Gas und/oder Gemisch zwischen zwei Bereichen. Bevorzugt ist der Stoff, das Gas und/oder das Gemisch ein Oxidationsmittel. Es ist dabei verständlich, dass der Begriff Dichtigkeit ein relativer Begriff ist, da es keine absolut dichte Anlage, Reaktionskammer und/oder Teile davon gibt, wie beispielsweise den Drehmitnehmer. Im Rahmen der Erfindung ist unter Abdichtung bzw. Dichtigkeit daher zu verstehen, dass sich diese immer auf vorher bestimmte und/oder vorgegebene Rahmenbedingungen bezieht, wobei es verständlicherweise aufgrund der Drehbewegung der Sperrpaddel einheit innerhalb des Austragskanals dazu kommt, dass kurzzeitig ein Stoff- und/oder Gasdurchtritt bzw. ein Stoff- und/oder Gaseintritt in die primäre und/oder sekundäre Reaktionskammer möglich ist. Die Möglichkeit eines derartigen kurzzeitigen Stoff- und/oder Gasdurchtritts in die primäre und/oder sekundäre Reaktionskammer ist allerdings von untergeordneter Bedeutung, da der zwischen den beiden Reaktionskammern bestehende Druckunterschied einen signifikanten Stoff- und/oder Gaseintritt in die primäre und/oder die sekundäre Reaktionskammer zusätzlich verhindert. Das bedeutet zudem, dass die erfindungsgemäße Sperrpaddel einheit somit einen Austrag von Reaktionsrückständen ermöglicht, wobei die primäre und/oder die sekundäre Reaktionskammer gleichzeitig abgedichtet und daher voneinander getrennt werden.

[0039] Für einen Fachmann auf dem einschlägigen Gebiet ist es daher offensichtlich, dass die erfindungsgemäße Ausgestaltung keine absolute Dichtigkeit realisieren soll. Vielmehr ist es bevorzugt, dass der Stoff- und/oder Gasdurchtritt bzw. der Stoff- und/oder Gaseintritt weitestgehend behindert ist. Noch mehr bevorzugt ist der Stoff- und/oder Gasdurchtritt bei mindestens einer bestimmten Ausrichtung der Sperrpaddel in dem Austragskanal vollständig behindert, so dass zumindest teilweise und/oder kurzzeitig eine absolute Dichtigkeit erreichbar ist. Eine Dichtigkeit ist ebenfalls durch konstruktiven Aufwand und/oder entsprechenden Materialeinsatz den Anforderungen der Prozesse der thermischen Behandlung anpassbar, was allerdings mit erhöhten Kosten verbunden ist. Vorteilhafterweise wird durch die Sperrpaddel einheit daher eine kostengünstige und zuverlässige Möglichkeit geschaffen, dass die Reaktionsrückstände zwischen den Reaktionskammern unter Luftabschluss transportiert werden können.

[0040] Durch die vorteilhafte Verbesserung der Trennung der primären und sekundären Reaktionskammer ist es möglich, die jeweiligen in den Reaktionsräumen ablaufenden Phasen der thermischen Behandlungen zu kontrollieren. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass es gleichzeitig zu einer Verringerung der Schadstoffbelas-

tung der Emission kommt. Um dies zu realisieren, ist es als erfindungswesentlich erkannt worden, dass die Sperrpaddel der Sperrpaddel einheit bzw. die Flächen der Sperrpaddel abhängig von ihrer Ausrichtung den Austragskanal verschließen und/oder frei geben. In dem Fall, dass der Austragskanal verschlossen ist, sind wenigstens zwei Sperrpaddel derart zu dem Austragskanal ausgerichtet, dass kein Stoff- und/oder Gasdurchtritt zwischen den zwei Reaktionskammern ermöglicht ist.

[0041] Es ist weiterhin denkbar, dass die Sperrpaddel einheit mindestens drei Sperrpaddel aufweist. Bevorzugt weist die Sperrpaddel einheit vier, fünf, sechs, sieben, acht, neun, zehn oder mehr Sperrpaddel auf. Die Erhöhung der Anzahl der Sperrpaddel führt zu einer verbesserten Beschränkung des Stoff- und/oder Gasdurchtritts in die primäre und/oder sekundäre Reaktionskammer, da sich die Menge des durchtretenden Stoff- bzw. Gasvolumens umso mehr verringert, je mehr Sperrpaddel die Sperrpaddel einheit aufweist. Dabei ist der Austragskanal bei mindestens drei Sperrpaddeln länger verschlossen, was ebenfalls zu einer Verbesserung der Abdichtung der Reaktionskammern führt. Weiterhin bevorzugt ist die Oberfläche der Sperrpaddel gerade und/oder gewölbt.

[0042] In noch einer Weiterbildung ist es denkbar, dass eine Einheit zur Steuerung und/oder Regelung der Temperatur in der primären und/oder sekundären Reaktionskammer, der Beheizung, eines Gaseinlasses und/oder Gasaustritts mittels der Gaseinlass- und/oder Gasaustrittsöffnung, des Brenners, des Drehmitnehmers, der Beschickung, der Austragung und/oder der Sperrpaddel einheit umfasst ist. Auf diese Weise ist ein teil- bzw. voll-automatischer Betrieb der Anlage zur Realisierung optimaler Prozessbedingungen erreichbar. Zudem ist es möglich, mittels der Einheit die Zusammensetzung des Abgases der thermischen Behandlung zu beeinflussen. Einem Fachmann sind dabei geeignete Mittel für eine derartige Einheit bekannt. Bevorzugt ist auch eine Einheit zur Steuerung und/oder Regelung der Gaseinlass- und/oder Gasaustrittsleitung umfasst, welche beispielsweise mittels einer Regeleinrichtung, wie einer Klappe, zu einem verbesserten Gaseinlass und/oder Gasaustritt des Reaktionsbettes und/oder der primären Reaktionskammer beiträgt.

[0043] Es wird davon ausgegangen, dass die Definitionen und Ausführungen der oben genannten Begriffe für alle in dieser Beschreibung im Folgenden beschriebenen Aspekte gelten, sofern nichts anderes angegeben ist.

[0044] Weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung der bevorzugten Ausführungsbeispiele in Verbindung mit den Unteransprüchen. Hierbei können die jeweiligen Merkmale für sich alleine oder zu mehreren in Kombination miteinander verwirklicht sein. Die Erfindung ist nicht auf die Ausführungsbeispiele beschränkt. Die Ausführungsbeispiele sind in den Figuren schematisch dargestellt. Gleiche Bezugsziffern in den einzelnen Figuren bezeichnen dabei gleiche oder funktionsgleiche

bzw. hinsichtlich ihrer Funktion einander entsprechende Elemente.

[0045] Im Einzelnen zeigen:

Fig. 1 eine Darstellung eines Halbschnitts der erfindungsgemäßen Anlage; und

Fig. 2 eine isometrische Darstellung eines Halbschnitts der erfindungsgemäßen Anlage.

[0046] In **Fig. 1** und **Fig. 2** ist eine erfindungsgemäße Anlage 01 zur thermischen Behandlung von kontinuierlich durchlaufenden Abfallprodukten im Halbschnitt (**Fig. 1**) bzw. in isometrischer Darstellung des Halbschnitts (**Fig. 2**) dargestellt.

[0047] Wie in den **Fig. 1** und **Fig. 2** deutlich zu erkennen ist, umfasst die Anlage 01 eine längliche, horizontal ausgerichtete primäre Reaktionskammer 10 mit einem Reaktionsbett 20 und fünf Drehmitnehmern 30. Der primären Reaktionskammer 10 ist eine sekundäre Reaktionskammer 40 nachgeordnet, wobei in beiden Reaktionskammern 10, 40 eine Öffnung 03 für einen nicht dargestellten Brenner 02 vorgesehen ist. Zudem sind in beiden Reaktionskammern 10, 40 Öffnungen 04 für Messungen, beispielsweise zur Temperaturmessung, zur Druckmessung und/oder zur Messung der Sauerstoffkonzentration, vorgesehen. Die sekundäre Reaktionskammer 40 weist zudem einen Drehmitnehmer 30, eine verschließbare Gasaustrittsöffnung 45 und eine verschließbare Austragsöffnung 43 für die Reaktionsrückstände auf.

[0048] Die Anlage 01 zeichnet sich gerade dadurch aus, dass die Wandung 11 der primären Reaktionskammer 10 und/oder der sekundären Reaktionskammer 40 vollständig oder teilweise beheizt ist. Zudem ist die Wandung 11 von außen mit einer dreilagigen Isolierung 11a umgeben. Alternativ ist es auch denkbar, dass die Wandung 11 vollständig oder teilweise doppelwandig mit einer inneren Wandung und einer äußeren Wandung ausgebildet ist, wobei die beiden Wandungen voneinander beabstandet und bevorzugt parallel zueinander ausgerichtet sind. So ist es möglich, den zwischen der inneren Wandung und der äußeren Wandung ausgebildeten Zwischenraum zu beheizen. Die Beheizung erfolgt beispielsweise mit dem in der sekundären Reaktionskammer 40 entstehenden Abgas bzw. der Wärme daraus.

[0049] In dem Ausführungsbeispiel gemäß **Fig. 1** und **Fig. 2** weist die primäre Reaktionskammer 10 dabei an einer Oberseite 14 zwei Transportösen 15 und eine verschließbare Beschickungsöffnung 16 für eine Beschickung mit den Abfallprodukten auf. In der Wandung 11 der primären Reaktionskammer 10 ist eine Austragsöffnung 17, welche gleichzeitig auch eine Gasaustrittsöffnung 19 der primären Reaktionskammer 10, sowie eine Beschickungsöffnung 42 und Gaseinlassöffnung 44 der sekundären Reaktionskammer 40 ist, für einen Austrag bzw. Eintrag der gasförmigen und/oder festen Reaktionsrückstände vorgesehen, welche in einen Austrags-

kanal 41 mit einer Sperrpaddereinheit 50 mündet. Die Sperrpaddereinheit 50 weist dabei vier Sperrpaddel 51 auf, welche in Abhängigkeit ihrer Orientierung die Austragsöffnung 17, die Gasaustrittsöffnung 19, die Beschickungsöffnung 43, die Gaseinlassöffnung 44 und/oder den Austragskanal 41 vollständig oder teilweise verschließen. Zudem sind in **Fig. 1** und **Fig. 2** an der Wandung 11 der primären Reaktionskammer 10 mehrere Gaseinlassöffnungen 18 dargestellt.

[0050] Das Reaktionsbett 20 ist hierbei in seiner gesamten Fläche geschlossen und frei von Öffnungen ausgebildet. In dem Ausführungsbeispiel gemäß **Fig. 1** und **Fig. 2** erreicht das Reaktionsbett 20 nahe der Beschickungsöffnung 16 seinen höchsten Punkt 21 und nahe der Austragsöffnung 17 seinen niedrigsten Punkt 22. Dabei ist die Fläche zwischen diesen beiden Punkten 21, 22 gleichmäßig geneigt.

[0051] Wie deutlich in **Fig. 2** zu erkennen ist, ist der Drehmitnehmer 30 quer zur Längsachse der primären und sekundären Reaktionskammer 10, 40 ausgerichtet und in zwei sich gegenüberliegenden Wandungen 11, insbesondere den Seitenwänden, der primären und sekundären Reaktionskammer 10, 40 durch ein Lager 33 drehbar gelagert. Der Drehmitnehmer 30 umfasst dabei eine Drehmitnehmerwelle 31 und ein mit der Welle 31 verbundenes Paddel 32, wobei der Drehmitnehmer 30 als Hohlkörper ausgebildet ist und somit von einem Kühlmedium durchströmbar ist. Der Drehkreis des Drehmitnehmers 30 ist, wie deutlich in **Fig. 1** zu erkennen, von der Oberfläche des Reaktionsbettes 20 beabstandet.

Bezugszeichenliste

[0052]

01	Anlage
02	Brenner
03	Öffnung für den Brenner
04	Öffnung für Messungen
10	Primäre Reaktionskammer
11	Wandung
11a	Isolierung der Wandung
12a	Innere Wandung
12b	Äußere Wandung
13	Zwischenraum
14	Oberseite
15	Transportöse
16	Beschickungsöffnung
17	Austragsöffnung
18	Gaseinlassöffnung
19	Gasaustrittsöffnung
20	Reaktionsbett
21	Höchster Punkt des Reaktionsbetts
22	Niedrigster Punkt des Reaktionsbetts
30	Drehmitnehmer
31	Drehmitnehmerwelle
32	Paddel des Drehmitnehmers
33	Lager des Drehmitnehmers

- 40 Sekundäre Reaktionskammer
- 41 Austragskanal
- 42 Beschickungsöffnung der sekundären Reaktionskammer
- 43 Austragsöffnung der sekundären Reaktionskammer
- 44 Gaseinlassöffnung der sekundären Reaktionskammer
- 45 Gasaustrittsöffnung der sekundären Reaktionskammer
- 50 Sperrpaddeleinheit
- 51 Sperrpaddel

Patentansprüche

1. Anlage (01) zur thermischen Behandlung, insbesondere zur Pyrolyse, Vergasung und/oder Verbrennung, von kontinuierlich durchlaufenden Abfallprodukten, umfassend eine längliche, horizontal ausgerichtete primäre Reaktionskammer (10) mit einem Reaktionsbett (20) und mindestens einem Drehmitnehmer (30), wobei die primäre Reaktionskammer (10) an einer Wandung (11) eine verschließbare Beschickungsöffnung (16) für eine Beschickung mit den Abfallprodukten und an der Wandung (11) eine verschließbare Austragsöffnung (17) für einen Aus-
trag der Reaktionsrückstände aufweist, wobei das Reaktionsbett (20) in seiner gesamten Fläche geschlossen und frei von Öffnungen ausgebildet ist, wobei das Reaktionsbett (20) einen höchsten Punkt (21) und einen niedrigsten Punkt (22) erreicht, wobei die Fläche dazwischen geneigt und/oder gestuft ist, wobei der Drehmitnehmer (30) quer zur Längsachse der primären Reaktionskammer (10) ausgerichtet und drehbar gelagert ist, und wobei der Drehkreis des Drehmitnehmers (30) von der Oberfläche des Reaktionsbettes (20) beabstandet ist,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Wandung (11) der primären Reaktionskammer (10) vollständig oder teilweise beheizbar ist.
2. Anlage (01) nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Wandung (11) vollständig oder teilweise doppelwandig mit einer inneren Wandung (12a) und einer äußeren Wandung (12b) ausgebildet ist, welche voneinander beabstandet sind, und wobei ein zwischen der inneren und der äußeren Wandung (12a, 12b) ausgebildeter Zwischenraum (13) mit einem Medium und/oder einer Einheit beheizbar ist.
3. Anlage (01) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass mindestens ein Brenner (02) für einen Zusatzbrennstoff umfasst ist.

4. Anlage (01) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die primäre Reaktionskammer (10) einen rechteckigen oder rechteckähnlichen Querschnitt aufweist.
5. Anlage (01) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die primäre Reaktionskammer (10) im Reaktionsbett (20) und/oder der Wandung (11) mindestens eine Gaseinlassöffnung (18) und/oder mindestens eine Gasaustrittsöffnung (19) aufweist.
6. Anlage (01) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die beheizte Wandung (11) der primären Reaktionskammer (10) in miteinander verbundene und/oder voneinander getrennte Bereiche unterteiltbar ist.
7. Anlage (01) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Drehmitnehmer (30) in zwei sich gegenüberliegenden Wandungen (11) der primären Reaktionskammer (10) drehbar gelagert ist.
8. Anlage (01) nach dem vorhergehenden Anspruch,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Drehmitnehmer (30) teilweise oder vollständig als Hohlkörper ausgebildet ist, welcher von einem Kühlmedium durchströmbar ist.
9. Anlage (01) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Steigung der Fläche von 0,5% bis 100% ist.
10. Anlage (01) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass eine sekundäre Reaktionskammer (40) umfasst ist, welche der primären Reaktionskammer (10) im Bereich der Austragsöffnung (17) nachgelagert ist.
11. Anlage (01) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Austragsöffnung (17) in einen Austragskanal (41) zum Transport der Reaktionsrückstände mündet.
12. Anlage (01) nach dem vorhergehenden Anspruch,
dadurch gekennzeichnet,

dass der Austragskanal (41) eine Sperrpaddereinheit (50) mit mindestens zwei, gleichmäßig über den Umfang der Sperrpaddereinheit (50) verteilten, Sperrpaddeln (51) umfasst, wobei die Sperrpaddereinheit (50) quer zur Längsachse des Austragskanals (41) ausgerichtet ist.

13. Anlage (01) nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Sperrpaddereinheit (50) zwischen der primären und der sekundären Reaktionskammer (10, 40) anordenbar ist.

14. Anlage (01) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Sperrpaddereinheit (50) mindestens drei Sperrpaddel (51) aufweist.

15. Anlage (01) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** eine Einheit zur Steuerung und/oder Regelung der Temperatur in der primären und/oder sekundären Reaktionskammer (10, 40), der Beheizung, eines Gaseinlasses und/oder Gasaustritts mittels der Gaseinlass- und/oder Gasaustrittsöffnung (18, 19), des Brenners (02), des Drehmitnehmers (30), der Beschickung, der Austragung und/oder der Sperrpaddereinheit (50) umfasst ist.

Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 137(2) EPÜ.

1. Anlage (01) zur thermischen Behandlung, insbesondere zur Pyrolyse, Vergasung und/oder Verbrennung, von kontinuierlich durchlaufenden Abfallprodukten, umfassend eine längliche, horizontal ausgerichtete primäre Reaktionskammer (10) mit einem Reaktionsbett (20) und mindestens einem Drehmitnehmer (30), wobei die primäre Reaktionskammer (10) an einer Wandung (11) eine verschließbare Beschickungsöffnung (16) für eine Beschickung mit den Abfallprodukten und an der Wandung (11) eine verschließbare Austragsöffnung (17) für einen Ausstrag der Reaktionsrückstände aufweist, wobei das Reaktionsbett (20) in seiner gesamten Fläche geschlossen und frei von Öffnungen ausgebildet ist, wobei das Reaktionsbett (20) einen höchsten Punkt (21) und einen niedrigsten Punkt (22) erreicht, wobei die Fläche dazwischen geneigt und/oder gestuft ist, wobei der Drehmitnehmer (30) quer zur Längsachse der primären Reaktionskammer (10) ausgerichtet und drehbar gelagert ist, und wobei der Drehkreis des Drehmitnehmers (30) von der Oberfläche des Reaktionsbettes (20) beabstandet ist, wobei die Wandung (11) der primären Reaktions-

kammer (10) vollständig oder teilweise beheizbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** eine sekundäre Reaktionskammer (40) umfasst ist, welche der primären Reaktionskammer (10) im Bereich der Austragsöffnung (17) nachgelagert ist.

2. Anlage (01) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Wandung (11) vollständig oder teilweise doppelwandig mit einer inneren Wandung (12a) und einer äußeren Wandung (12b) ausgebildet ist, welche voneinander beabstandet sind, und wobei ein zwischen der inneren und der äußeren Wandung (12a, 12b) ausgebildeter Zwischenraum (13) mit einem Medium und/oder einer Einheit beheizbar ist.
3. Anlage (01) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** mindestens ein Brenner (02) für einen Zusatzbrennstoff umfasst ist.
4. Anlage (01) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die primäre Reaktionskammer (10) einen rechteckigen oder rechteckähnlichen Querschnitt aufweist.
5. Anlage (01) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die primäre Reaktionskammer (10) im Reaktionsbett (20) und/oder der Wandung (11) mindestens eine Gaseinlassöffnung (18) und/oder mindestens eine Gasaustrittsöffnung (19) aufweist.
6. Anlage (01) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die beheizte Wandung (11) der primären Reaktionskammer (10) in miteinander verbundene und/oder voneinander getrennte Bereiche unterteilt ist.
7. Anlage (01) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** der Drehmitnehmer (30) in zwei sich gegenüberliegenden Wandungen (11) der primären Reaktionskammer (10) drehbar gelagert ist.
8. Anlage (01) nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** der Drehmitnehmer (30) teilweise oder vollständig als Hohlkörper ausgebildet ist, welcher von einem Kühlmedium durchströmbar ist.

9. Anlage (01) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Steigung der Fläche von 0,5% bis 100% ist. 5
10. Anlage (01) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Austragsöffnung (17) in einen Austragskanal (41) zum Transport der Reaktionsrückstände mündet. 10
11. Anlage (01) nach dem vorhergehenden Anspruch,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Austragskanal (41) eine Sperrpaddereinheit (50) mit mindestens zwei, gleichmäßig über den Umfang der Sperrpaddereinheit (50) verteilten, Sperrpaddeln (51) umfasst, wobei die Sperrpaddereinheit (50) quer zur Längsachse des Austragskanals (41) ausgerichtet ist. 15
 20
12. Anlage (01) nach dem vorhergehenden Anspruch,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Sperrpaddereinheit (50) zwischen der primären und der sekundären Reaktionskammer (10, 40) anordenbar ist. 25
13. Anlage (01) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, 30
dass die Sperrpaddereinheit (50) mindestens drei Sperrpaddel (51) aufweist.
14. Anlage (01) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, 35
dadurch gekennzeichnet,
dass eine Einheit zur Steuerung und/oder Regelung der Temperatur in der primären und/oder sekundären Reaktionskammer (10, 40), der Beheizung, eines Gaseinlasses und/oder Gasaustritts mittels der Gaseinlass- und/oder Gasaustrittsöffnung (18, 19), des Brenners (02), des Drehmitnehmers (30), der Beschickung, der Austragung und/oder der Sperrpaddereinheit (50) umfasst ist. 40
 45

50

55

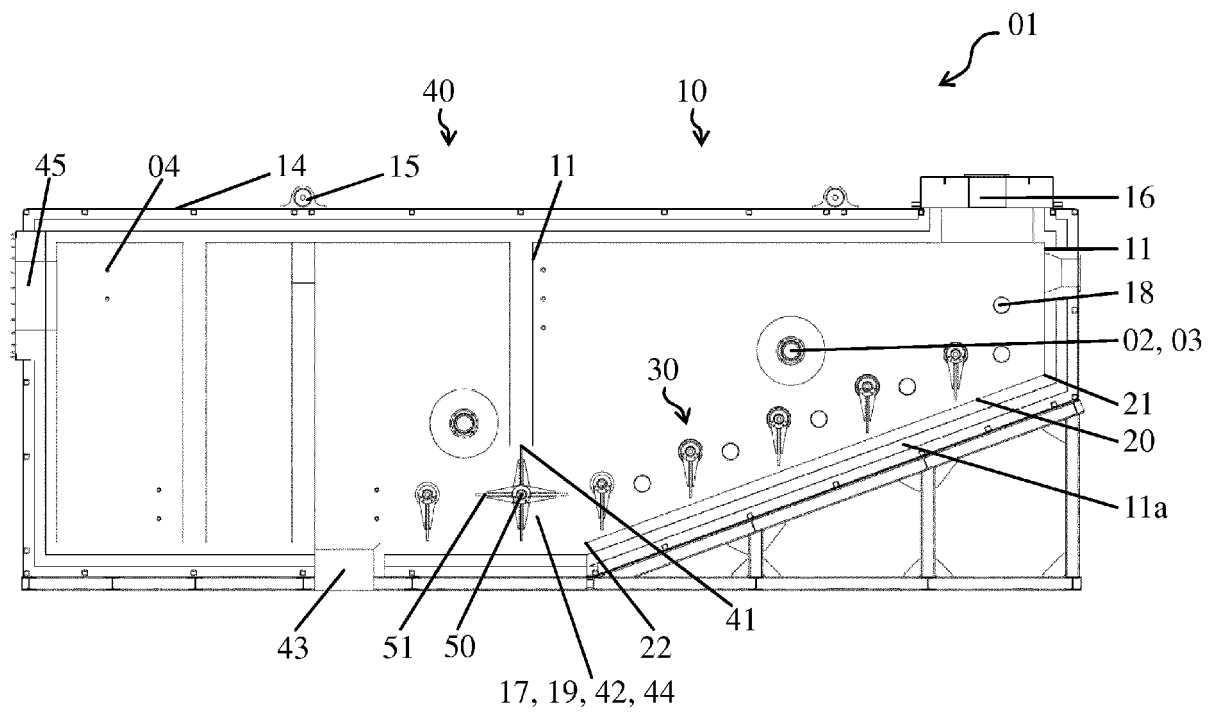


Fig. 1

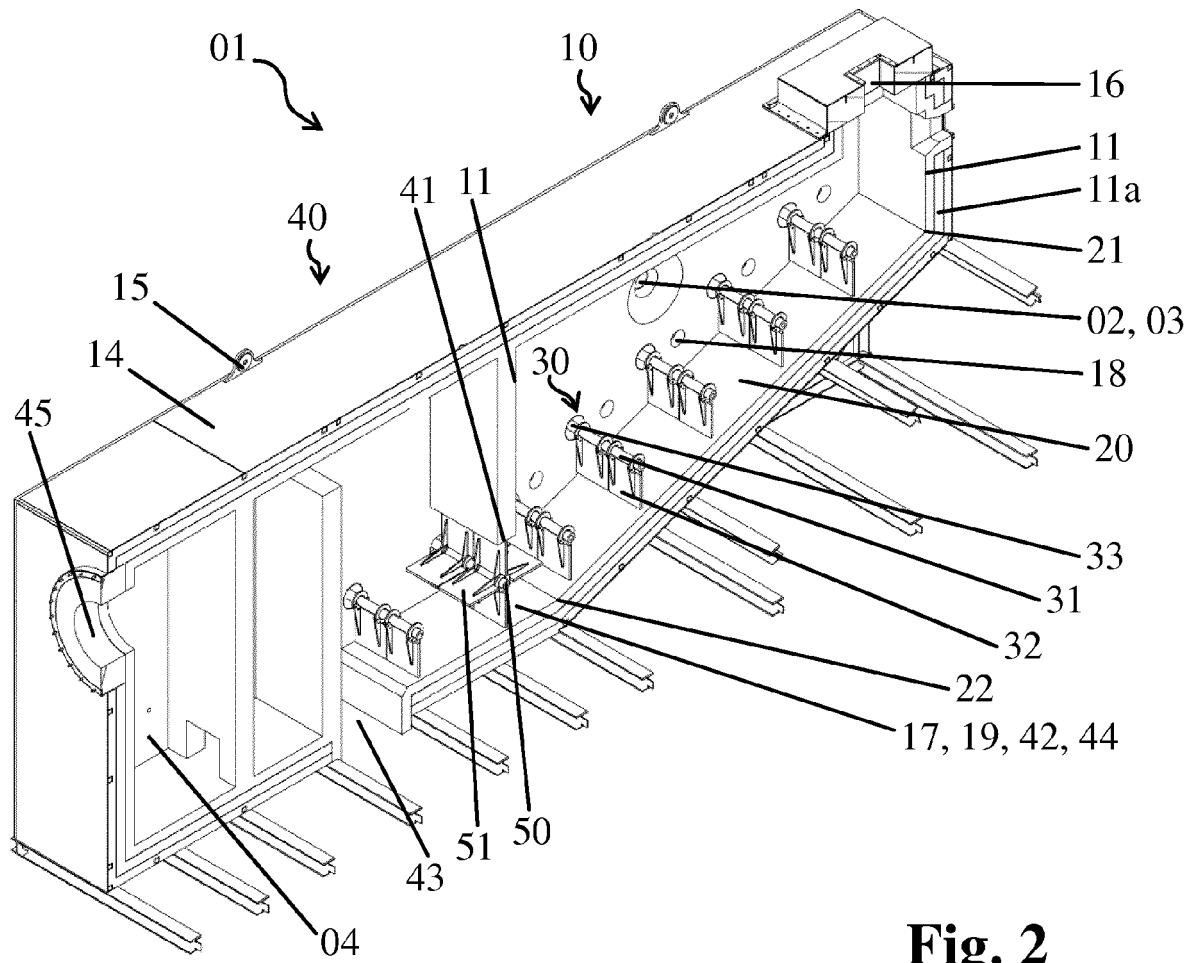


Fig. 2



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 16 18 9520

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 10 2006 015261 A1 (MICHAELIS GMBH & CO KG [DE]) 4. Oktober 2007 (2007-10-04)	1,3-9, 11,15	INV. F23M5/00
Y	* Absätze [0001], [0005], [0008];	2	F23G5/027
A	Abbildung 1 * * Absatz [0010] - Absatz [0014] * * Absätze [0021], [0023] * * Absatz [0032] - Absatz [0039] *	10,12-14	F23G5/04
Y	US 2008/308017 A1 (BROOKES DAVID [CA]) 18. Dezember 2008 (2008-12-18)	2	
A	* Absatz [0003]; Abbildung 2 * * Absatz [0012] - Absatz [0016] * * Absatz [0035] *	1,10, 12-14	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F23M F23G
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 28. Februar 2017	Prüfer Hauck, Gunther
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

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

EP 16 18 9520

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

28-02-2017

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	DE 102006015261 A1	04-10-2007	KEINE	
15	US 2008308017 A1	18-12-2008	CA 2688080 A1	18-12-2008
			US 2008308017 A1	18-12-2008
			WO 2008151436 A1	18-12-2008
20				
25				
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

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