

Brevet N° 65201
du 03.04.1981
Titre délivré : 23 JUL 1981

GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG



Monsieur le Ministre
de l'Économie et des Classes Moyennes
Service de la Propriété Intellectuelle
LUXEMBOURG

Demande de Brevet d'Invention

I. Requête

American Can Company, Amrican Lane, Greenwich, CT06830, USA (1)
représentée par Jean Waxweiler, 21-25 Allée Scheffer, Luxembourg
agissant en qualité de mandataire (2)

dépose(nt) ce 3 avril 1981 (3)
à 15.00 heures, au Ministère de l'Économie et des Classes Moyennes, à Luxembourg :

1. la présente requête pour l'obtention d'un brevet d'invention concernant :
Pyrolyseverfahren sowie System, wobei Pyrolyse-Öl-Rezirkulation (4)
angewendet wird.

2. la délégation de pouvoir, datée de Greenwich, CT le 27 janvier 1981
3. la description en langue allemande de l'invention en deux exemplaires;
4. 3 planches de dessin, en deux exemplaires;
5. la quittance des taxes versées au Bureau de l'Enregistrement à Luxembourg,
le trois avril mil neuf cent quatre-vingt-et-un

déclare(nt) en assumant la responsabilité de cette déclaration, que l'(es) inventeur(s) est (sont) :
Mack Donald BOWEN, 910 Reed Road S.E., Smyrna, Georgia 30080 (5)
U.S.A.

Kenneth Rodman Purdy, 1485 Leafmore Ridge, Decatur, Georgia 30080
U.S.A.

revendique(nt) pour la susdite demande de brevet la priorité d'une (des) demande(s) de
(6) brevet déposée(s) en (7) E.U.A.
le 3 décembre 1980 sous le No. 212,041 (8)

au nom de MM. Mack Donald Bowen et Kenneth Rodman Purdy (9)

élit(élisent) pour lui (elle) et, si désigné, pour son mandataire, à Luxembourg
Jean Waxweiler, 21-25 Allée Scheffer, Luxembourg (10)

sollicite(nt) la délivrance d'un brevet d'invention pour l'objet décrit et représenté dans les
annexes susmentionnées, — avec ajournement de cette délivrance à 1 mois. (11)

Le mandataire

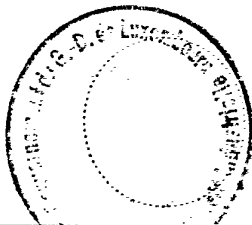
Waxweiler

II. Procès-verbal de Dépôt

La susdite demande de brevet d'invention a été déposée au Ministère de l'Économie et des
Classes Moyennes, Service de la Propriété Intellectuelle à Luxembourg, en date du :

03.04.1981

à 15,00 heures



Pr. le Ministre
de l'Économie et des Classes Moyennes,
p. d.

A 68007

(1) Nom, prénom, firme, adresse — (2) s'il a lieu représenté par ... agissant en qualité de mandataire — (3) date du dépôt
en toutes lettres — (4) titre de l'invention — (5) noms et adresses — (6) brevet, certificat d'addition, modèle d'utilité — (7)
pays — (8) date — (9) déposant originaire — (10) adresse — (11) 6, 12 ou 18 mois.

PRIORITÄTS-BEANSPRUCHUNG

L- 2600

der Patent-Anmeldung

in den Vereinigten Staaten von Amerika
vom 3. Dezember 1980 unter Nr. 212041

B E S C H R E I B U N G

ZU EINER PATENTANMELDUNG

IM

GROSSHERZOGTUM LUXEMBURG

AMERICAN CAN COMPANY

PYROLYSIS PROCESS AND SYSTEM UTILIZING
PYROLITIC OIL RECYCLE.

American Can Company, American Lane,
Greenwich, Connecticut 06830, U.S.A.

"Pyrolyseverfahren sowie System, wobei Pyrolyse-Öl-Rezirkulation angewendet wird."

Die Erfindung bezieht sich auf ein Pyrolyseverfahren sowie ein System, wobei Pyrolyse-Öl-Rezirkulation angewendet wird. Es ist bekannt, dass organische Materialien, insbesondere zellulose-artige Materialien zu wertvollen festen Rückstandprodukten, einschliesslich Holzkohle und Aktivkohle, sowie gasförmiger und flüssiger Brennstoffe pyrolysiert werden können. Solche Verfahren werden in der US-PS 4.145.256 beschrieben, während eine spezifisch auf die Produktion von stark aktivierter Kohle gerichtete Pyrolyse in der US-PS 4.230.602 beschrieben wird. In einem solchen Verfahren wird normalerweise, abhängig von den Durchführungsumständen und den Volumen an eingeführten Gasen (z.B. Luft und Dampf), eine signifikante Menge an feinverteiltem Feststoff mit dem Abgasstrom mitgerissen werden. Weil aus dem Abgasstrom die gewünschten gasförmigen und flüssigen Produkte erhalten werden und solche Produkte verhältnismässig frei von den genannten verunreinigenden Teilchen sein müssen, ist es

wichtig, dass diese Teilchen entfernt werden. Dies ist selbstverständlich ein bekanntes Problem, das in der Vergangenheit in verschiedenen Weise angepackt worden ist.

Der Gasstrom kann zur Entfernung der Festteilchen beispielsweise aus dem Reaktor in einen Zyklonabscheider geführt werden und danach in einem Kondensator und Entnebler behandelt werden. Weil die Pyrolyse-Abgase jedoch neben den feiverteilten Feststoffen signifikante Mengen Teer und Öl enthalten, findet eine erhebliche Kondensation auf die Wände der benutzten Apparatur statt, die bereits nach einer verhältnismässig kurzen Betriebsperiode übermässig wird. Die abgelagerten Kondensate und Feststoffe müssen periodisch entfernt werden, damit das System befriedigend arbeiten kann, wodurch nicht nur oft lange Stillstandperioden zur Wartung notwendig sind, sondern auch unangenehme und gefährliche Arbeiten von Hand durchgeführt werden müssen.

Als Alternative für eine solche "trockene" Abgasbehandlung ist Wasserwaschung angewendet worden. Ein grosser Nachteil dieser Weise ist eine zusätzliche Behandlung des Abwassers, um dieses umweltfreundlich zu machen und daraus soviel wie möglich wertvolle organische Bestandteile zurückzugewinnen, welche Zurückgewinnung schwierig ist, weil mindestens 60% der kondensierten organischen Stoffe in Lösung sind. Für diese Trennung ist also eine Abwasserbehandlungsfabrik notwendig, was eine grosse Kapitalinvestierung erfordert für eine schwierige und teure zusätzliche Behandlung.

Wegen solcher Nachteile wurde schon vorgeschlagen, den Gasstrom durch Auswaschen mit dem pyrolytischen Öl zu reinigen. Hierdurch kann man selbstverständlich die Einführung und so die notwendige Behandlung von Wasser vermeiden, während die Zurückgewinnung von mindestens einem Teil des Öls dadurch gleichfalls möglich ist. Weil weiter das Öl selbst als ein natürliches Lösungsmittel für die kondensierbaren Fraktionen des Abgasstromes dient, werden diese Fraktionen

leicht gelöst und entfernt, während die Teilchen von den Innenwänden des Systems abgewaschen werden, so dass kontinuierlich die richtigen Betriebsbedingungen aufrechterhalten werden, ohne dass regelmässige Reinigung von Hand notwendig ist.

Trotz der Vorteile eines solchen Verfahrens ist dieses insofern bekannt bisher noch nicht in eine solche Form gebracht worden, dass damit eine praktische kontinuierliche Durchführung möglich war. Angenommen wird, dass bisher ein solches System oder eine solche Methode, bei dem bzw. der ein Auswaschen mit pyrolytischem Öl zur Herstellung von Produkten mit einem optimalen Wert, insbesondere angereicherten Gasen, angewendet wird, noch nicht entwickelt worden ist. Es ist daher ein Hauptzweck der Erfindung ein neues kontinuierliches Verfahren zu verschaffen, sowie ein neues System zur Durchführung dieses Verfahrens, zum Pyrolysieren eines zellulose-artigen Materials zur Herstellung eines Pyrolyse-Öls, eines festen Rückstandes und eines gereinigten angereicherten Gasproduktes.

Ein besonderer Zweck der Erfindung ist die Verschaffung eines solchen Verfahrens und eines solchen Systems, bei dem das gebildete Pyrolyse-Öl als Auswaschmedium zur Entfernung von feinverteilten Feststoffen aus dem Gasstrom angewendet wird, wodurch die Probleme, die mit der Anwendung von trockenen und üblichen Wasserauswasch-Reinigungstechniken zusammenhängen, vermieden werden.

Ein weiterer Zweck der Erfindung ist die Verschaffung eines Verfahrens und eines Systems der obengenannten Art, wobei die Eigenschaften des rezirkulierten pyrolytischen Ölstromes automatisch geregelt werden können zum Dehydratisieren des Öls oder zum Vermeiden desselben, wodurch eine optimale Wirkung gewährleistet wird und die obengenannten Zwecke erreicht werden.

Ein anderer Zweck der Erfindung ist die Verschaffung eines neuen Verfahrens und eines neuen Systems, wobei ein Teil des aus den gasförmigen Produkten kondensierten Wasserdampfes direkt als ein nicht-verunreinigender Abwasserstrom abgeführt werden kann.

Weiter bezweckt die Erfindung ein Verfahren und ein dazu brauchbares System, die als Vorteile haben, dass sie in geeigneter, wirtschaftlicher und verhältnismässig einfacher und billiger Weise durchgeführt und angewendet werden können.

Es wurde nun gefunden, dass bestimmte der obengenannten und verwandten Zwecke der Erfindung sich leicht erreichen lassen mit einem kontinuierlichen Verfahren zum Produzieren eines festen Rückstandes und eines reinen angereicherten gasförmigen Produktes aus einem zellulose-artigen Material, das zu einem festen Rückstand und einer gasförmigen Mischung pyrolysiert wird, welche gasförmige Mischung kondensierbare und nicht-kondensierbare Fraktionen umfasst, und in der die kondensierte Fraktion kondensierbare organische Dämpfe und Wasserdampf enthält. Dieses Verfahren umfasst eine kontinuierliche Pyrolyse eines solchen Materials in Form eines sich bewegenden Festbettes, in welchem Bett die Temperatur schwankt und auf einem Zwischenniveau durch einen Maximalwert von etwa 760-1150°C passiert.

Die Produkte umfassen einen festen Rückstand und eine gasförmige Mischung. In der gasförmigen Mischung ist eine signifikante Menge feiner Teilchen des Rückstandes mitgerissen und diese Mischung befindet sich auf einer Temperatur von 110-400°C. Pyrolyse-Öl wird in die gasförmige Mischung injiziert, um die Rückstandsteilchen daraus auszuwaschen und so die Kondensation eines Teiles der kondensierbaren Fraktion davon zu bewirken unter Zurückgewinnung eines verhältnismässig reinen gasförmigen

Produktes und einer die Rückstandsteilchen enthaltenden Pyrolyse-Ölmischung. Die erhaltene Pyrolyse-Ölmischung wird filtriert und in einen Ölteil und einen Filterkuchen getrennt, welcher Kuchen Pyrolyse-Öl und Rückstandsteilchen in einem Gewichtsverhältnis von etwa 1-10:1 enthält. Der Filterkuchen wird zur Behandlung rezirkuliert, wobei dieser in das Bett geführt wird. Die Einführung wird im allgemeinen auf dem Niveau stattfinden, bei dem die Temperatur mindestens etwa 260°C ist, vorzugsweise über dem obengenannten "Zwischenniveau" und es ist am besten, dass der Filterkuchen eingeführt wird auf einem sich unterhalb der Oberfläche befindlichen Niveau, das mindestens etwa 60 cm unterhalb der Oberfläche liegt, weil durch diese Bedingungen das Kracken der Öle gefördert wird, was normalerweise sehr erwünscht ist. Der Ölteil der Pyrolyse-Ölmischung wird rezirkuliert um das zum Auswaschen angewendete injizierte Pyrolyse-Öl zu liefern. In analoger Weise wird eine erhebliche Menge der in der gasförmigen Mischung nach dem Auswaschen vorhandenen organischen Dämpfe und Wasserdampf kondensiert und zurückgewonnen, wobei mindestens ein Teil des Kondensates rezirkuliert wird, dadurch, dass dieser in den Rückstand auf dem Boden des Bettes injiziert wird, um diesen Rückstand wirksam abzukühlen. Die Rezirkulationsstufen werden, was das Mass der Einführung des zelluloseartigen Zufuhrmaterials betrifft, geregelt, um sowohl ein angereichertes gasförmiges Produkt als auch eine Netto-Ausbeute an Pyrolyse-Öl zu produzieren, wobei letzteres mindestens 3% beträgt, bezogen auf das Gewicht der trockenen Zufuhr.

In den Vorzugsausführungsformen des genannten Verfahrens ist das Zellulosezufuhrmaterial Holzabfall, beträgt die Temperatur auf dem Zwischenniveau des Bettes etwa $875-1000^{\circ}\text{C}$, hat die gasförmige Mischung eine Temperatur von etwa $120-370^{\circ}\text{C}$ (vorzugsweise $135-200^{\circ}\text{C}$), wird die Viskosität des rezirkulierten Öls (d.h. des in den Auswascher einge-

fürten Öls) auf einen Wert von 120-175 cps aufrechterhalten werden, wird die Temperatur etwa 10-45°C sein und der Rückstand bei einer Temperatur von etwa 100°C gelöscht werden. Als zusätzliche Stufen kann das Verfahren auch umfassen das Messen oder Ueberwachen des rezirkulierten Öls zur Bestimmung der Temperatur und der Viskosität desselben, das automatische Aufrechterhalten der Viskosität des Öls auf 5-265 cps durch Einstellung dessen Strömungsgeschwindigkeit und das gleichzeitige Aufrechterhalten der Temperatur des rezirkulierten Öls auf etwa 20-40°C.

Andere Stufen des Verfahrens können bestehen aus dem Entnebeln der gasförmigen Mischung, die aus den Öl-Auswascher-Kondensator austritt, um daraus die Aerosolfractionen zu entfernen, die zusammen mit der Pyrolyse-Ölmischung filtriert werden, und dem Ueberwachen oder Steuern des Wassers der Kondensations- und Zurückgewinnungsbehandlungen zur Bestimmung des organischen Gehalts desselben, wodurch es dann möglich ist, die Strömungsgeschwindigkeit des rezirkulierten Öls derart einzustellen, dass ein zuvor gewählter Wert der darin vorhandenen organischen Stoffe erreicht wird.

In bevorzugten Ausführungsformen der Erfindung wird das in der Anfangswasserdampfkondensations- und Zurückgewinnungsstufe gewonnene Wasser völlig in dem Verfahren benutzt werden, wobei nahezu kein Teil desselben als ein Abwasserstrom entfernt wird. Das zurückgewonnene Kondensat wird im allgemeinen in einen Vorratbehälter aufgefangen, während der Rückfluss in geeigneter Weise dadurch geregelt werden wird, dass darin ein zuvor gewähltes Niveau aufrechterhalten wird. Es ist besonders erwünscht, einen weiteren Teil des zurückgewonnenen Kondensates dadurch zu rezirkulieren, dass dieses in das Pyrolyse-Öl, das bei der Filtrationsstufe abgetrennt ist, eingeführt wird.

In diesen Ausführungsformen, wobei zurückgewonnenes Wasser

rezirkuliert wird, insbesondere durch Einführung in den Auswaschölstrom, ist es besonders zweckmässig, im Anschluss an die erste, eine zweite Wasserkondensationsstufe durchzuführen, um einen Hauptteil des in der gasförmigen Mischung vorhandenen Wasserdampfes zu entfernen. Das Kondensat aus der zweiten Wasserkondensationsstufe wird im allgemeinen nahezu frei von Verunreinigungen sein und sich daher zum direkten Abführen aus dem System eignen. Das Verfahren kann daher angewendet werden zur Herstellung eines festen Rückstandes, eines verhältnismässig trockenen, gereinigten gasförmigen Produktes und eines verhältnismässig reinen Abwasserstromes.

Das Verfahren lässt sich am besten dadurch ausführen, dass das pyrolytische Auswaschöl in solchem Masse rezirkuliert wird, dass eine erhebliche Hydratisierung der gasförmigen Mischung und eine entsprechende partielle Dehydratisierung des rezirkulierten Öls auftritt. Nach Wahl kann das Rezirkulationsverhältnis des Öls derart sein, dass Dehydratisierung desselben nahezu vermieden wird. In beiden Fällen wird die Temperatur der Ölmischung nach dem Auswaschen etwa $40-75^{\circ}\text{C}$ sein; die Vorzugstemperatur für das getrocknete Öl ist jedoch $55-68^{\circ}\text{C}$, während dahingegen der Vorzugswert in dem zweiten Fall, wobei nahezu Dehydratisierung des Öls vermieden wird, etwa $45-52^{\circ}\text{C}$ ist.

Andere Zwecke der Erfindung werden in einem System zur Durchführung der kontinuierlichen Pyrolyse einer Zellulosezufuhr des eher beschriebenen Typs leicht erreicht. In dem System verwendet man einen Reaktor zur kontinuierlichen Durchführung der Pyrolyse in der Form eines sinkenden Festbettes, welcher Reaktor Einlässe aufweist für Zufuhr, Filterkuchen, Reaktionsluft und kohlen-löschendes Wasser, sowie Auslässe für Abgase und die Holzkohle oder andere feste Rückstandsprodukte. Öl-Auswascher/Kondensator-Mittel werden mit dem Abgasauslass des Reaktors verbunden, und mindestens ein Anfangswasserkondensator ist in dem Abgasstrom des Öl-

Auswascher/Kondensator-Organen vorgesehen. Das System umfasst auch Organe zum Rezirkulieren des Kondensates aus dem Wasserkondensator nach dem Löschwassereinlass des Reaktors, die Filterorgane in dem Flüssigkeitsstrom aus dem Öl-Auswascher/Kondensator, Organe zum Rezirkulieren von Filterkuchen aus den Filterorganen nach dem Filterkucheneinlass des Reaktors, Organe zum Rezirkulieren von Pyrolyse-Öl aus den Filterorganen nach den Öl-Auswascher/Kondensatororganen und Organe zum Regeln der Rezirkulationsverhältnisse des kondensierten Wassers, der Filterkuchen und des Pyrolyse-Öls. Das System ist also bestimmt für die Produktion von einem angereichertem Gasprodukt und Pyrolyse-Öl aus dem obengenannten Zellulose-Zufuhrmaterial.

In den Vorzugsausführungsformen des Systems befindet sich der Filterkuchenzufuhreinlass des Reaktors in Abstand in Abwärtsrichtung in bezug auf den Kopf desselben, wodurch die Einfuhr auf einem Niveau unter der normalen oberen Oberfläche des darin zustande gebrachten Bettes erfolgen kann. Mehr insbesondere kann der Reaktor Organe aufweisen zum Verteilen des Zufuhrmaterials und zum Aufrechterhalten der oberen Oberfläche des Bettes auf einem vorher bestimmten Niveau, wobei der Zufuhreinlass zum Zuführen des Filterkuchenzufuhrmaterials auf einem Niveau aufgestellt ist, das mindestens etwa 60 cm darunter liegt.

Das System kann auch einen Entnebler in dem Abgasstrom zwischen den Öl-Auswascher/Kondensator-Organen und dem Anfangswasserkondensator aufweisen, wobei der Flüssigkeitsauslass aus dem Entnebler mit den Filterorganen verbunden ist. Es können Organe vorhanden sein, zum Injizieren des Kondensates aus dem Wasserkondensator in den Strom des nach dem Öl-Auswascher/Kondensator rezirkulierten Pyrolyse-Öls, während ein Vorratbehälter zum Aufnehmen des Kondensates und zum Zuführen des Wassers zu dem Reaktor und dem rezir-

kulierten pyrolitischen Ölstrom vorhanden sein kann. Das System kann auch ein zweiter oder Endwasserkondensator umfassen, verbunden mit dem ersten oder Anfangswasserkondensator, um das daraus austretende reine Abgas aufzunehmen und weiter zu trocknen, wobei der Endkondensator vorteilhafterweise vom Typ des direkten Wasserkontaktes sein kann (d.h. ein Wasser-Auswascher/Kondensator). Schliesslich kann eine Uebertragungsvorrichtung für thermische Energie, durch welche der Strom des rezirkulierten Pyrolyse-Öls passiert, damit Regelung der Temperatur desselben möglich wird, angewendet werden.

Kurze Beschreibung der Zeichnung.

Fig. 1 ist eine schematische Darstellung eines Systems gemäss der Erfindung, das für verschiedene Ausführungsformen des betreffenden Verfahrens eingerichtet ist;

Fig. 2 ist eine graphische Darstellung von Daten, wobei bestimmte Eigenschaften der gemäss der Erfindung hergestellten angereicherten gasförmigen Produkte mit denen der üblichen gasförmigen Brennstoffe verglichen werden; während

Fig. 3 eine zweite graphische Darstellung anderer Daten ist, wobei solche Produkte verglichen werden.

Gemäss Fig. 1 umfasst das dargestellte System einen Pyrolysereaktor 10, einen Öl-Auswascher/Kondensator 12, einen Entnebler 14, einen ersten Wasserkondensator 48, einen Wasserpufferbehälter 62, einen zweiten Wasserkondensator 64, einen Filter 16, einen Ölpufferbehälter 18 und einen Erhitzer/Kühler 20. Der Reaktor 10 ist vom vertikalen, sich bewegenden Festbett-Typ, der in Einzelheiten in den eher genannten Patentschriften beschrieben wird, auf welche für eine Beschreibung der relevanten Teile desselben verwiesen wird; der Aufbau des Reaktors 10 ist klar und eine weitere Beschreibung ist daher unnötig. Die Zufuhr wird über die Leitung 22 eingeführt und auf die obere Oberfläche des

Bettes gelagert, wobei der Reaktor 10 normalerweise mit einem Niveauregler zur einheitlichen Verteilung des frischen Zufuhrmaterials versehen ist. Die Zufuhr wird beim Absinken durch den Reaktor pyrolysiert werden. Der feste gebildete Rückstand wird gelöscht und über die Leitung 24 aus dem Boden abgeführt, während die gebildeten Gase (einschliesslich des beim Löschen und auch bei der Reaktionen aus dem Zellulose-Zufuhrmaterial entstandenen Wasserdampfes) durch das Bett nach oben strömen; das erhaltene gasförmige Produkt wird über die Leitung 16 abgeführt.

Nachdem der Abgasstrom in den Öl-Auswascher/Kondensator 12 eingetreten ist, wird das Gas mit Öl ausgewaschen, wie im Nachstehenden in Einzelheiten beschrieben werden wird. Es genügt, zu erwähnen, dass die Öl-Auswaschung eine doppelte Funktion hat, und zwar das Entfernen von Festteilchen aus dem Gasstrom und gleichfalls das Bewirken der Kondensation von Teilen der kondensierbaren organischen Dämpfen und der darin vorhandenen Feuchtigkeit. Aus dem Auswascher/Kondensator 12 wird das behandelte Gas über die Leitung 28 in den Entnebler 14 geführt, wo eventuelle Rest-Aerosole mechanisch entfernt werden und ein^{er}verhältnismässig reines Gas produziert wird, das aus dem Entnebler 14 über die Leitung 30 austritt und in den ersten Wasserkondensator 48 eintritt und danach in den letzten Wasserkondensator 64, in dem Kondensation zusätzlicher Feuchtigkeit bewirkt wird (wie im Nachstehenden vollständiger beschrieben werden wird). Das Kondensat (im wesentlichen Wasser, aber mit einer signifikanten Menge an kondensierten organischen Stoffen) aus dem ersten Wasserkondensator 48 strömt in den Pufferbehälter 62, aus dem es erwünschtenfalls abgeführt werden kann (wie in Einzelheiten weiter erläutert werden wird). Es ist klar, dass ein geeigneter Ventilator oder eine solche Blasvorrichtung in dem Abgassystem vorgesehen wird, damit genug Zug aufrechterhalten wird, um die Gasströme ^{hin} durchzu-

leiten; demzufolge wird der Reaktor 10 normalerweise bei einem Druck arbeiten, der etwas niedriger als der Atmosphärendruck ist.

Verunreinigte (d.h. feine Feststoffe enthaltende) Ölströme 32, 34 fließen aus dem Öl-Auswascher/Kondensator 12 bzw. dem Entnebler 14 und werden kombiniert und über die Leitung 36 in einen rotierbaren Vakuumfilter 16 geführt. In dem Filter 16 werden die festen Rückstandsteilchen aus dem Öl entfernt, das danach über die Leitung 38 dem Ölpufferbehälter 18 zugeführt wird. Ein Teil des in dem Behälter 18 gelagerten Pyrolyse-Öls wird über die Leitung 14 abgeführt und über die Leitung 42 nach dem Öl-Auswascher/Kondensator 12 rezirkuliert und passiert zunächst den Erhitzer/Kühler 20, wo die Temperatur auf einen geeigneten von den Betriebsumständen bedingten Wert eingestellt wird. Der pyrolytische Ölstrom, der durch die Leitung 40 fließt, kann über die Leitung 60 injiziertes Wasser aus dem Behälter 62 enthalten und so erwünschtenfalls ein Auswaschmedium mit einem hohen Feuchtigkeitsgehalt liefern. Nach Wahl kann das Öl ungeändert nach der Einheit 20 und dem Öl-Auswascher/Kondensator 12 geleitet werden. Diese alternativen Ausführungsformen werden im Nachstehenden in Einzelheiten erläutert werden. Immer wird der Rest des Öls aus dem Puffertank 18 über die Leitung 44 abgeführt und als Produktionsöl einer Lagerstelle zugeführt. Dazu kann bemerkt werden, dass durch die Massnahme, dem Öl Wasser zuzufügen, eine partielle Dehydratisierung des Öls während der Auswaschung möglich ist, wodurch die Kühlkapazität des Auswaschmediums in starkem Masse verbessert wird, wodurch wieder der Ölstrom durch den Öl-Auswascher/Kondensator stark vermindert wird. In einem solchen Fall wird das aus dem Öl-Auswascher/Kondensator austretende Öl einen niedrigeren Feuchtigkeitsgehalt haben als das Öl, das in dieselbe Einheit eintritt.

Ein Teil des gewonnenen Wassers kann aus dem Behälter 62 über die Leitung 58 abgeführt werden, wobei dessen Menge

ausreicht, um den auf dem Boden des Reaktors 10 vorhandenen festen Rückstand auf eine gewünschte Temperatur (beispielsweise etwa 100°C) zu kühlen, was charakteristisch in dem Rückstand einen Feuchtigkeitsgehalt von etwa 4-5 Gew.%, auf nasser Basis, ergibt. In dieser Weise wird der Feuchtigkeitsgehalt des Produktgases mit einer Menge herabgesetzt, die der Bildungsgeschwindigkeit des festen Rückstandes proportional ist, wodurch der Heizwert des Produktgases verbessert wird und das Verfahren im Wesen unabhängig von der inneren Wasserzufuhr wird. Trotzdem kann Löschwasser aus einer äusseren Quelle (nicht wiedergegeben), wie aus der Wasserversorgung der Stadt, über die Wasserleitung 58 dem Verfahren zugeführt werden.

Der Filterkuchen wird über die Leitung 46 aus dem Filter 16 entfernt und nach dem Reaktor 10 rezirkuliert und vorzugsweise auf einem Niveau unter der Oberfläche eingeführt. Obwohl in Fig. 1 relative Stellen angegeben werden, wird nicht versucht, die wirkliche Anordnung der Zufuhr-, Filterkuchen- und Wasserrezirkulationsleitungen 22, 46, 58 in bezug auf die Tiefe des Bettes oder die Stelle in dem Reaktor wiederzugeben.

Unabhängig von der Tatsache, ob das System gegebenenfalls den ersten Wasserkondensator 48 enthält, kann es zweckmässig den Endwasserkondensator 64 umfassen, um Wasserdampf aus dem Gas, das durch die Leitung 50 strömt, zu entfernen und so ein trockenes Gas 66 zu bilden, weil solche Feuchtigkeit eine inerte Fraktion darstellt, die den Heizwert des endgültigen Produktes erheblich herabsetzen wird. Es ist besonders erwünscht, dass ein solcher Kondensator 64 mit dem Kondensator 48 zusammenarbeitet, weil der letztgenannte organische Verunreinigungen aus dem Gas entfernen wird (die darauf zurückgeführt werden nach dem Reaktor 10 und dem Auswascher 12 in dem Wasserstrom durch die Leitungen 58

und normalerweise gleichfalls in hydratisiertes Öl, das in der Leitung 42 strömt), was zu einem verhältnismässig nicht-verunreinigten Wasserstrom aus dem Kondensator 64 führt, der rein genug ist, um eine direkte Abfuhr ohne unerwünschte Umwelteffekte zu ermöglichen.

Schliesslich wird in bezug auf Fig. 1 bemerkt, dass in den Reaktor 10 Luft über die Leitung 56 eingeführt wird (welche Leitung in der Praxis gewöhnlich Gitter aus Rohren auf verschiedenem Niveau umfassen wird). Hierdurch wird die maximale Temperaturzone in dem Pyrolysebett zustande gebracht werden und wird die Art des Verfahrens und die der daraus gebildeten Produkte erheblich beeinflusst werden (durch die Stelle, Verteilung und Zufuhrstromgeschwindigkeit). Obwohl der Filterkuchen normalerweise über dem maximalen Temperaturniveau eingeführt wird (die relativen Stellen werden hier in der Figur durch die Leitungen 46 und 56 angegeben), braucht dies nicht notwendigerweise der Fall zu sein. Die fühlbare Wärme der Kohle in den niedrigeren Teilen des Bettes kann genug sein, um eine erhebliche Krackung des pyrolytischen Öls in dem Filterkuchen zu bewirken (wie dies für eine maximale Anreicherung des Gases wichtig ist), und der Filterkuchen kann daher an einer niedrigen Stelle in das Bett eingeführt werden, solange die Verweilzeit (bis zur Abfuhr aus dem Reaktor 10 mit dem festen Rückstandsprodukt) nicht ungewöhnlich kurz ist.

In dem Wasserrezirkulationsverfahren kann eine automatische Regelung durch Einstellung der Strömungsgeschwindigkeit des Auswaschölstromes 42 zustande gebracht werden, wobei die Temperatur des Öls automatisch angepasst wird zur Aufrechterhaltung der Temperatur des verunreinigten Ölstromes 36 auf einem Wert, der mit einer partiellen Dehydratisierung des Auswaschöls vereinbar ist. Der Feuchtigkeitsgehalt des filtrierte Ölstromes 38 kann kontinuierlich durch Viskositätsmessung (wie im Nachstehenden vollständiger erläutert werden

wird) überwacht und gemessen werden. Wenn es sich zeigt, dass das Öl in bezug auf den gewünschten Feuchtigkeitsgehalt übermässig getrocknet wird, wird die Strömungsgeschwindigkeit des zusätzlichen Wasserstromes 60 inkrementell erhöht bis der erwünschte Feuchtigkeitsgehalt erreicht worden ist; wird das Öl hydratisiert, dann wird automatisch der entgegengesetzte Vorgang unternommen, um der Zustand zu korrigieren.

Weiter wird es auffallen, dass hinsichtlich der Tatsache, dass die Strömungsgeschwindigkeit des Kondensatstromes 58 durch die Bildungsgeschwindigkeit und den Feuchtigkeitsgehalt des festen Rückstandsproduktes bestimmt wird, und die Strömungsgeschwindigkeit des ölhydratisierenden Stromes 60 durch den Ölfeuchtigkeitsgehalt bestimmt wird, ein einfacher Wasserniveaudetektor in dem Pufferbehälter 62 ausreicht, um das Mass der Kühlung des brennbaren Gasstromes 50 in dem Wasserkondensator 40 zu regeln. Um den Kühleffekt des Gasstromes in richtiger Weise zwischen dem Öl-Auswascher/Kondensator 12 und dem Wasserkondensator 48 zu verteilen, kann der organische Gehalt des kondensierten Wasserstromes 52 kontinuierlich überwacht werden. Wenn dieser von dem gewünschten Wert ab zunimmt, wird die Strömungsgeschwindigkeit des Auswaschölstromes inkrementell erhöht und/oder die Öltemperatur herabgesetzt, wodurch das Mass der Gasstromkühlung in dem Öl-Auswascher/Kondensator und Entnebler verstärkt wird und damit gleichfalls die Kondensation und die Gewinnung von organischen Stoffen in diesen Einheiten erhöht wird; dies führt schliesslich zu einer Herabsetzung der in dem Wasserkondensator 48 gewonnenen organischen Stoffe. Wenn es sich zeigt, dass der Gehalt an organischem Stoff des kondensierten Wasserstromes 52 in bezug auf den erwünschten Wert geringer wird, wird automatisch der entgegengesetzte Vorgang durchgeführt. Schliesslich kann die Strömungsgeschwindigkeit des Produktölstromes 44 und das Ölniveau in dem Ölpufferbehälter 18 überwacht werden zur Regelung der

Strömungsgeschwindigkeit des nach dem Reaktor 10 als Filterkuchenöl in dem Strom 46 rezirkulierten Pyrolyse-Öls; erwünschtenfalls kann Öl aus der Leitung 44 dem nach dem Reaktor zurückgeführten Filterkuchen in der Leitung 46 zugefügt werden. Das Mass der Anreicherung des brennbaren Gasstromes 50 ist selbstverständlich dieser Geschwindigkeit direkt proportional. Eine periodische Bemusterung des Heizgases zur Bestimmung der Zusammensetzung und/oder des Heizwertes wird dazu angewendet, die Ölrezirkulationsgeschwindigkeit in Beziehung zu bringen mit dem Anreicherungsgrad, der als ein Kalibrierung- und Qualitätskontrollverfahren dient.

Zur automatischen Regelung des ohne Wasserrezirkulation durchgeführten Verfahrens wird die Strömungsgeschwindigkeit des Auswaschölstromes 42 aufs neue eingestellt und die Temperatur des Auswaschölstromes 42 automatisch angepasst, um die Temperatur des verunreinigten Ölstromes 36 auf einem für minimale Öldehydratisierung geeigneten Wert aufrechtzuhalten. In analoger Weise wird der richtige Auswaschölstrom bestimmt durch kontinuierliche Ueberwachung des Feuchtigkeitsgehaltes des filtrierte Ölstroms 38. Wenn das Öl in bezug auf seinen gewünschten Feuchtigkeitsgehalt dehydratisiert wird, wird die Auswaschölströmungsgeschwindigkeit inkrementell erhöht und/oder die Öltemperatur herabgesetzt, bis die Werte derart sind, dass der gewünschte Ölfeuchtigkeitsgehalt aufrechterhalten werden kann. Wird das Öl hydratisiert, dann wird zum Korrigieren des Zustandes automatisch die entgegengesetzte Handlung durchgeführt.

Die nachstehenden spezifischen Beispiele erläutern die Zweckmässigkeit der Erfindung.

Beispiele I, II und III

Eine vorgetrocknete Mischung aus Schnitzeln oder Spänen von Hartholz als Zufuhrmaterial, das etwa 7% Feuchtigkeit auf nasser Basis enthielt, wurde in den Kopf eines vertikalen

Reaktors des obenbeschriebenen Typs eingeführt, in einem System des Typs, wie in Fig. 1 dargestellt. Luft wird über ein Volumen bei einer Zwischenzone des Bettes verteilt, wobei die oberen Luftrohre etwa 60 cm unterhalb der Oberfläche liegen, während der feste Rückstand kontinuierlich aus dem Boden des Reaktors mit einer derartigen Geschwindigkeit abgeführt wird, dass die Tiefe des Bettes auf einem nahezu konstanten Wert von etwa 2,4 m gehalten wird. Die Reaktionsmasse erreicht eine maximale Temperatur von annähernd 950°C bei der Zwischenzone des Bettes, während das feste Rückstandsprodukt bei einer Temperatur von etwa 100°C nach Löschen mit rezirkuliertem Wasser abgeführt wird.

Das Abgas aus dem Reaktor enthält darin mitgerissenes festes Rückstandsmaterial, das in dem Öl-Auswascher/Kondensator nahezu völlig daraus entfernt wird, unter Anwendung des in dem Verfahren erhaltenen pyrolytischen Öls, gemischt mit rezirkuliertem Wasser als Auswaschmedium. Das ausgewaschene Gas wird sodann entnebelt, wonach die Ölströme aus dem Öl-Auswascher/Kondensator und Entnebler vermischt und danach filtriert werden unter Anwendung einer Standard-Rotationsfiltrationsvorrichtung, aus welcher der Filterkuchen auf kontinuierlicher Basis entfernt wird. Der Filterkuchen wird nach dem Reaktor zurückgeführt und mittels einer Eintreibvorrichtung oder einer Rohrschraube darin eingeführt auf einem Niveau, das etwa 60 cm unterhalb der Bettoberfläche liegt (an welcher Stelle die Temperatur hoch genug ist, um einen erheblichen Teil des in dem Filterkuchen vorhandenen Öls zu kracken, wie im Nachstehenden ausführlicher erläutert werden wird).

Die durch die Filtrationsbehandlung gebildete Ölfraktion wird in den Vorratsbehälter abgeführt, aus dem sie (mit dem darin injizierten Wasser) nach dem Auswascher/Kondensator rezirkuliert wird, wobei die Temperatur derselben derart angepasst wird, dass die gewünschten Betriebsbedingungen aufrechterhalten werden. Zur Durchführung dieses Verfahrens

wird die Temperatur kontinuierlich überwacht, ebenso wie die Viskosität und der Feuchtigkeitsgehalt des Ölstromes, wie oben beschrieben. Der Ölstrom wird abhängig von den Verfahrensbedingungen erhitzt oder gekühlt, wobei die Verfahrensbedingungen derart in geeigneter Weise angepasst werden, dass die gewünschten Werte der Viskosität und des darin vorhandenen Feuchtigkeitsgehaltes aufrechterhalten werden. Das so geregelte Öl wird kontinuierlich in dem Auswascher/Kondensator versprüht, um den Abgasstrom zu reinigen und die kondensierbaren Fraktionen daraus zu kondensieren. Nach Durchleitung durch den Entnebler wird das reine Gas durch den ersten Wasserkondensator geführt, in optimalem Zustand durch den zweiten und danach gewonnen und auf Reinheit und Heizwert geprüft; es zeigte sich, dass das Gas nahezu frei von Festteilchen war und als gasförmiger Brennstoff angewendet werden konnte.

In der Tabelle A werden spezifische Daten und Parameter für die drei beschriebenen Beispiele angegeben, gemäss der das Gas jedoch nicht einer zweiten Wasserdampfkondensation unterzogen wurde.

TABELLE A

<u>Nr. Strom</u>	<u>Material</u>	<u>Beispiel Temperatur</u>	<u>I</u>	<u>II</u>	<u>III</u>
			<u>Massenstromgeschwindigkeit</u>		
22	Zufuhr	16	1461	1461	1461
	trockene Zufuhr		1359	1359	1359
	Feuchtigkeit		102	102	102
56	Prozessluft	16	290	290	290
58	Kohlenlöschwasser	16	98	98	98
46	Filterkuchen	38	118	197	438
	trockener Feststoff		39	39	39
	trockenes Öl		67	134	339
	Feuchtigkeit		12	24	60
24	Produktkohle	100	387	387	387
	trockene Kohle		367	367	367
	Feuchtigkeit		19	19	19
26	Abgasstrom	149	1581	1660	1901
	feinverteilter Feststoff		39	39	39
	neues Pyrolyseprodukt				
	trockenes kondensier- tes Öl		302	302	302
	trockenes nicht- kondensiertes Öl		17	17	17
	nicht kondensiertes Gas		540	540	540
	Wasserdampf		603	603	603
	gekracktes Ölprodukt				
	trockenes kondensiertes Öl		14	28	72
	trockenes nicht-konden- siertes Öl		7,2	15	38
	nicht-kondensiertes Gas		53	106	267
	Wasserdampf		4,5	9	22
42	Auswaschöl	38	2661	2782	3153
	trockenes Öl		2129	2226	2522
	Feuchtigkeit		532	556	631
36	verunreinigtes Öl	66	2916	3046	3446
	feinverteilte Fest- stoff		39	39	39

TABELLE A

<u>Nr. Strom</u>	<u>Material</u>	<u>Beispiel Temperatur</u>	<u>I Massenstromgeschwindigkeit</u>	<u>II</u>	<u>III</u>
36	trockenes Öl	66	2445	2556	2896
	Feuchtigkeit		432	451	511
38	filtriertes Öl	60	2798	2849	3008
	trockenes Öl		2378	2422	2557
	Feuchtigkeit		420	427	451
40	getrocknetes Auswaschöl	54	2505	2619	2967
	trockenes Öl		2129	2226	2522
	Feuchtigkeit		376	393	445
44	Produktöl	54	293	231	41
	trockenes Öl		249	196	35
	Feuchtigkeit		44	34	5,9
30	mit Öl ausgewasche- nes/entnebeltes Gas ⁽¹⁾		1350	1396	1608
	neues Pyrolyseprodukt				
	trockenes nicht- kondensiertes Öl		17	17	17
	nicht-kondensiertes Gas		540	540	540
	Wasserdampf		603	603	603
	gecracktes Ölprodukt				
	trockenes nicht- kondensiertes Öl		7,3	15	38
	nicht-kondensiertes Gas		53	106	267
	Wasserdampf		4,5	9	22
	Öl dehydratisieren- der Wasserdampf		101	105	120
60	Öl hydratisieren- des Wasser	16	156	163	186
50	Produkt Heizgas	(2)	1072	1134	1324
	neue Pyrolyse- produkte				
	trockenes nicht- kondensiertes Öl		17	17	17
	nicht-kondensier- tes Gas		540	540	540

TABELLE A

<u>Nr. Strom</u>	<u>Material</u>	<u>Beispiel Temperatur</u>	<u>I Massenstromgeschwindigkeit</u>	<u>II</u>	<u>III</u>
	gecracktes Ölprodukt				
	trockenes nicht- kondensiertes Öl		7,2	15	38
	nicht-kondensiertes Gas		53	106	267
	Wasserdampf		454	456	462

In obiger Tabelle bezieht sich die Stromnummer selbstverständlich auf die Figur 1 der Zeichnungen. Die Temperaturen werden in Grad C angegeben und die Massenstromgeschwindigkeiten werden in Einheiten pro kg je Stunde ausgedrückt. Die Temperaturen des Produktgases, das in den Wasserkondensator 48 eintritt (Strom 30, Bemerkung 1) und diesen verlässt (Strom 50, Bemerkung 2) variieren und sind für Beispiel I 88 und 83°C, für Beispiel II 87 und 82°C bzw. für Beispiel III 85 und 79°C.

Es ist klar, dass die Hauptvariable der drei Beispiele die Menge des nach dem Reaktor rezirkulierten Pyrolyse-Öls ist. In all diesen Fällen ist jedoch die Temperatur, die bei dem Punkt der Filterkuchenrezirkulation herrscht (etwa 275°C) derart, dass etwa 79 Gew.% (basiert auf dem Gewicht des trockenen Filterkuchenöls) des Pyrolyse-Öls zu nicht-kondensierbaren Gasen und Dämpfen gecrackt wird. In Beispiel I ist mehr insbesondere der Feststoffgehalt des Filterkuchens 33,3 Gew.%; bei einer Menge an trockenem Feststoff von 39 kg/Stunde bedeutet dies eine Rezirkulationsmenge an feuchtem Öl von 79 kg/Stunde. In Beispiel II ist der Feststoffgehalt des Filterkuchens 20 Gew.% und wird die Menge an trockenem Feststoff auf 39 kg/Stunde gehalten, wobei eine Rezirkulationsmenge an feuchtem Öl von 158 kg/Stunde aufrechterhalten wird. Schliesslich ist in Beispiel III der Feststoffgehalt derart, dass die Produktionsölausbeute einen minimalen praktischen Wert aufweist, d.h. 3 Gew.%. Bei einer Menge an trockenem Feststoff von 39 kg/Stunde umfasst der Filterkuchen 9 Gew.% an

Feststoff und hat die Rezirkulationsmenge an feuchtem Öl einen maximalen Wert von 399 kg/Stunde. Zusätzliche Versuche wurden durchgeführt, wobei die gasförmigen Produkte der oben erwähnten Beispiele weiter getrocknet wurden unter Anwendung eines Endwasserkondensors. Die Eigenschaften der verschiedenen gasförmigen Produkte sowohl vor als auch nach der Endtrocknung werden im Nachstehenden in Einzelheiten beschrieben werden.

Beispiele IV und V

Dieselbe Zufuhr und dasselbe System werden angewendet zur Durchführung von zwei zusätzlichen Beispielen, mit als wichtigsten Unterschieden von den Obengenannten, dass die Wasserrezirkulationsmassnahmen ausgeschaltet werden und die Öl-Auswaschung durchgeführt wird unter minimaler Dehydratisierung des Öls. In dieser Weise werden der Wasserkondensator 48 und der Pufferbehälter 62 ausgeschaltet, wobei Wasser zum Löschen der Kohle von aussen her zugeführt wird (immer in einer genügenden Menge, um die Temperatur der Kohle bis auf eine Abfuhrtemperatur von etwa 100°C herabzusetzen). Die Beispiele IV und V unterscheiden sich dadurch, dass der Filterkuchen in Beispiel IV zusammen mit der Zufuhr nach der oberen Oberfläche des Bettes zurückgeführt wird und das Filterkuchenöl zurückgewonnen wird, während in Beispiel V die Rezirkulation nach demselben Niveau wie in den Beispielen I-III erfolgt, wodurch eine erhebliche Menge des Filterkuchenöls gekrackt wird. Beide Gase sind relativ frei von feinen Feststoffen; es zeigt sich jedoch, dass der Heizwert des Gases nach Beispiel V erheblich höher ist als der nach Beispiel IV. Die Betriebsparameter dieser zwei Beispiele werden in der Tabelle B angegeben.

TABELLE B

<u>Nr. Strom</u>	<u>Material</u>	<u>Beispiel: Temperatur</u>	<u>IV Massenstromgeschwindigkeit</u>	<u>V Massenstromgeschwindigkeit</u>
22	Zufuhr	16	1461	1461
	trockene Zufuhr		1359	1359
	Feuchtigkeit		102	102
56	Prozessluft	16	290	290
58	Kohlenlöschwasser	16	98	98
46	Filterkuchen	38	118	118
	trockener Feststoff		39	39
	trockenes Öl		67	67
	Feuchtigkeit		12	12
24	Produktkohle	100	387	387
	trockene Kohle		367	367
	Feuchtigkeit		19	19
26	Abgasstrom	149	1581	1581
	feinverteilter Feststoff		39	39
	trockenes kondensiertes Öl		369	319
	trockenes nicht-kondensiertes Öl		17,2	24,5
	nicht-kondensiertes Gas		540	593
	Wasserdampf		615	607,9
42	Auswaschöl	38	20258	18377
	trockenes Öl		17219	15620
	Feuchtigkeit		3039	2756
36	verunreinigtes Öl	54	20732	18789
	feinverteilter Feststoff		39,4	39,4
	trockenes Öl		17589	15937
	Feuchtigkeit		3104	2812
44	Produktöl	38	356	29,3
	trockenes Öl		302	249
	Feuchtigkeit		53,5	43,9
30	Produktgas	(3)	1108	1170
	nicht-kondensiertes Gas		540	593

TABELLE B

<u>Nr. Strom</u>	<u>Material</u>	<u>Beispiel: Temperatur</u>	<u>IV Massenstromgeschwindigkeit</u>	<u>V</u>
	nicht-kondensiertes Öl		17,2	24,5
	Wasserdampf		550	552

Die Einheiten der Temperatur und der Massenstromgeschwindigkeit sind wiederum Grad Celsius und Stunden. Der spezifische Wert der Temperatur (Bemerkung 3) des Produktgasstromes 30 in Beispiel IV ist 87°C , während dieser in Beispiel V 86°C ist.

Man wird wahrnehmen, dass die Strömungsgeschwindigkeit des Auswaschöls in jedem der zwei Beispiele viel höher ist als in den ersten drei, was ein beträchtlicher Nachteil der Ausführungsform der Beispiele IV und V ist, weil die in dem Ölsystem angewendete Anlage erheblich grösser sein muss, was in Kapitalsinvestierung und Betriebsdurchführung teurer ist; wenn ausserdem das Produktgas dieser Beispiele (d.h. IV und V) zur Verbesserung seines höheren Heizwertes getrocknet wird, wird das zurückgewonnene Wasser mit organischen Stoffen verunreinigt sein und ein Umweltproblem entsteht. Während dahingegen das Verfahren nach Beispiel IV mehr Pyrolyse-Öl liefert als das gemäss Beispiel V (weil dieses einfacherweise bei der Oberfläche des Bettes aus dem Filterkuchen verdampft und mit wenig Änderung in der Zusammensetzung in dem Ölstrom zurückgewonnen wird) sind sowohl das Volumen und (wie man sehen wird) der Heizwert des gemäss dem letzten Verfahren gebildeten Gasproduktes beide höher (durch das Cracken der pyrolytischen Ölfraktion des Filterkuchens in dem Bett), was der Hauptvorteil des Verfahrens gemäss Beispiel V in bezug auf das nach Beispiel IV ist.

Aus dem Vorhergehenden ist es klar, dass Gasanreicherung nach dem vorliegenden Verfahren erreicht wird durch Cracken des Pyrolyse-Öls, das nach dem Reaktor rezirkuliert wird und/oder

durch Entfernung des rezirkulierten Wassers aus dem System als Feuchtigkeit in den festen Rückstandsprodukt, was in der Nettoverringern der Menge Wasserdampf ersichtlich wird (eine inerte Fraktion, die für die Verbrennungseigenschaften fatal ist), die in den Abgasen vorhanden ist. In den Vorzugsausführungsformen werden beide Effekte benutzt. Das Mass der Gasanreicherung ist selbstverständlich der Menge des nach dem Reaktor rezirkulierten Pyrolyse-Öls direkt proportional und demzufolge wird diese maximal sein, wenn die Netto-Produktion von Pyrolyse-Öl einen Minimumwert zeigt. Obwohl es theoretisch möglich ist, wird ein Kracken des gesamten produzierten Öls bei der Durchführung der Erfindung meistens nicht erfolgen (ausgenommen wahrscheinlich auf einer Interimbasis), wegen der Notwendigkeit, die Qualität des Öls innerhalb bestimmter Grenzen zu halten, was für eine wirksame Auswaschung und für eine befriedigende Filtration erforderlich ist.

Die Ausführungsformen der Wasserrezirkulation sind besonders erwünscht, weil, wie oben erwähnt, die kondensierbaren organischen Verunreinigungen aus dem Abgasstrom entfernt und darauf nach dem Reaktor zurückgeführt werden (entweder mit dem Auswaschölteil des Filterkuchens oder mit dem Löschwasser und vorzugsweise in beiden Strömen) und sich leicht entfernen lassen. In dieser Weise werden die so gewonnenen organischen Stoffe entweder in dem Reaktor gekrackt und schliesslich als nicht-kondensierbare Komponenten des Gasproduktes anfallen, oder sie werden mit der Kohle oder einem anderen festen Rückstand entfernt werden, in welchem Produkt eine solche kleine Menge an organischem Stoff im allgemeinen nicht von Nachteil ist. Die praktische Schlussfolgerung einer solchen Rezirkulation ist jedenfalls, dass die Feuchtigkeit danach aus dem gasförmigen Produkt entfernt werden kann (wie in dem Endwasserkondensator 64 der Fig. 1) und normalerweise direkt, ohne Weiterbehandlung, als ein verhältnismässig harmloser und nicht-verunreinigter Abwasserstrom abgeführt

werden kann.

Es wird klar sein, dass diese Vorteile eine direkte Folge der aufeinanderfolgenden Auswaschungs- und Kondensationsstufen mit anschliessender Rezirkulation von sowohl Pyrolyse-Öl wie Wasserkondensat sind. Die meisten kondensierbaren organischen Stoffe werden aus dem Abgasstrom entfernt beim Passieren desselben durch den Öl-Auswascher/Kondensator, wobei sie entweder als ein Produktöl gewonnen werden oder mit dem Filterkuchen für eine neue Behandlung (meistens Kracken) zurückgeführt werden. Die kondensierbaren organischen Stoffe, die nach der Öl-Auswaschung in dem Abgasstrom zurückbleiben, werden anschliessend in dem Anfangswasserkondensator entfernt und entweder mit dem für das Auswaschen des Gases angewendeten Öl oder mit dem für das Löschen des festen Rückstandes angewendeten Wasser zurückgeführt. In beiden Fällen werden die Teile, die nicht aus dem System als Feuchtigkeit in dem festen Rückstand entfernt werden, wiederum in dem Reaktor behandelt, entweder durch eine endgültige Zirkulation mit dem Öl in dem Filterkuchen, oder durch Verflüchtigen aus dem heissen Festprodukt und Aufwärtsführung durch das Bett hindurch. Weil die Gase, die aus dem Anfangswasserkondensator austreten, im Wesen frei von kondensierbaren organischen Stoffen sind, kann der zweite Wasserkondensator zum Trocknen des Gases angewendet werden (vorzugsweise durch direkten Kontakt), wodurch ein reiner Abwasserstrom geliefert wird.

Die Abgasströme gemäss den Ausführungsformen ..., wobei die Öl-Auswasch- und Wasser-Rezirkulation-Ausführungsformen nicht angewendet werden, können selbstverständlich auch in dem Kondensator 64 getrocknet werden, wodurch die hohen Heizwerte der produzierten Gase noch weiter erhöht werden.

In diesen Fällen wird jedoch der entstandene Abwasserstrom im allgemeinen eine Behandlung erfordern, um die organischen Verunreinigungen zu entfernen und diesen beim Abführen umwelt-

freundlich zu machen.

Wie angegeben, muss die organische Zufuhr, damit sie für das vorliegende Verfahren brauchbar ist, thermisch zersetzen können unter Bildung eines festen kohlenstoffhaltigen Produktes und eines gasförmigen Produktes, das nicht-kondensierbare oder kondensierbare Fraktionen enthält, einschliesslich Wasserdampf. Aus praktischen Gründen soll die Zufuhr ein Abfallmaterial sein, das in grossen Mengen leicht erhältlich ist, um die wirtschaftlichen Faktoren und die Vorteile der Erfindung maximal zu machen. Bei Erwägung aller Umstände ist ein Vorzugsmaterial zur Anwendung bei dem vorliegenden Verfahren ein Holzabfallprodukt (z.B. Rinde, Sägespäne, Holzeinschlagreste od. dgl.) in bezug auf die sehr grossen verfügbaren Mengen, den Bedarf an optimalen Endanwendungen und den Wert der Produkte, die daraus erhalten werden können. Andere Zufuhrmaterialien sind gleichfalls geeignet, einschliesslich Materialien, wie Zuckerrohrabfälle, Stroh, Reis- und Erdnuss-Schalen sowie ähnliche wirtschaftliche Abfallmaterialien. Obwohl das Zufuhrmaterial sich meistens in der erhaltenen Form anwenden lässt, kann es erwünscht sein, dieses vorher zu trocknen, zu kornen oder in anderer Weise zu verdichten und/oder dessen Teilchengrösse zu verringern, in Abhängigkeit von den Arbeitsbedingungen und der Art der herzustellenden Produkte.

Von grundsätzlicher Bedeutung für das Verfahren ist die Zusammensetzung des pyrolytischen Ölproduktes und insbesondere dessen Feuchtigkeitsgehalt, weil eine Hauptfunktion des Öls in dem Verfahren der thermische Kontakt und dadurch die Kühlung des Abgasstromes ist, dessen Mechanismus im wesentlichen und erwünscht ein Verdampfungsmechanismus ist. Demzufolge würde das Öl ohne genug Feuchtigkeit bald völlig dehydratisieren, verflüchtigen und überhitzt werden, wodurch dieses beeinträchtigt wird und schliesslich für Anwendung unbrauchbar wird. Andererseits und insbesondere im Zusammenhang mit den Ausführungsformen der

Erfindung, wobei kein Wasser rezirkuliert wird, würden, wenn die Menge an Feuchtigkeit übermässig ist, Probleme bei der Wasserauswaschung auftreten können. In dieser Weise könnte bis 50% des Pyrolyseöls in das Abwasser gelöst werden und dadurch verlorengehen; die Lösungsmittleigenschaften des Öls würden bedeutend beeinträchtigt und Abwasserbehandlungsfabriken würden notwendig sein. Aus den obengenannten Gründen soll die Menge an Feuchtigkeit in dem Pyrolyse-Öl auf etwa 10-50, vorzugsweise 15-25%, basiert auf dem Gewicht des nassen Öls, aufrechterhalten werden.

Was die stark flüchtigen Komponenten des Öls betrifft (d.h. die, welche bei den Arbeitsumständen erheblich verflüchtigen) gilt, dass, wenn die Menge auf einen zu niedrigen Wert absinken würde, die Lösungsmittleigenschaften des Öls als Auswaschmedium ungenügend sein würden, um das System frei von teerartigen Ablagerungen zu halten. Der flüchtige Stoffgehalt des Öls trägt auch in günstigem Masse zu der Aufrechterhaltung einer gewünschten niedrigen Viskosität bei, aber dies ist an sich kein kritischer Faktor, weil diese Eigenschaft normalerweise durch Zugabe von Wasser leicht korrigiert werden kann. Die Lösungsmittelfähigkeit des Öls könnte selbstverständlich auch dadurch eingestellt werden, dass geeignete Mengen an Lösungsmitteln aus einer unabhängigen Zufuhr eingeführt werden, aber das wäre aus wirtschaftlicher Hinsicht unpraktisch und der grundsätzliche Vorteil der Erfindung, und zwar die Anwendung des Pyrolyse-Öls als Auswaschmedium, würde dadurch beseitigt werden. Aus diesen Gründen ist es für das Verfahren wesentlich, dass eine minimale Menge an überschüssigem Öl auf kontinuierlicher Basis gebildet wird, sonst würde bald die Lösungsmittelfähigkeit durch den konstanten Verlust stark flüchtiger Komponenten, welche die primären Lösungsmittel sind, ungenügend werden. In der Praxis soll daher der Betriebszustand derart sein, dass eine Netto-Produktion von mindestens 3 kg an neuem Öl zu je 100 kg an verarbeiteter trockener Zufuhr erhalten wird.

Eine geeignete Weise zur Überprüfung, ob das rezirkulierte Öl eine geeignete Menge an flüchtigen Bestandteilen enthält, ist die Messung dessen Viskosität. Wenn diese Eigenschaft, unter Berücksichtigung des Feuchtigkeitsgehaltes desselben, innerhalb bestimmter Grenzen gehalten wird, wird eine konstante Qualität des Öls gewährleistet werden; insbesondere soll diese Viskosität etwa 5-265 und vorzugsweise 20-175 cps sein. Niedrigere Werte (5 und 20) entsprechen im allgemeinen einem Feuchtigkeitsgehalt von etwa 40 bzw. 25% in Öl, bei einer Temperatur von etwa 65°C. Andererseits entsprechen bei einer Temperatur von 20°C die höheren Werte (265 und 175 cps) einem Feuchtigkeitsgehalt von 10 bzw. 15%. Zur weiteren Erläuterung wird bemerkt, dass ein befriedigendes Öl bei einer Temperatur von 38°C, das 15, 20 oder 25% Wasser enthält, Viskositätswerte von 70, 40 und 35 cps haben wird. Unter gleichen Bedingungen wird ein Feuchtigkeitsgehalt von 15% in dem Öl im allgemeinen optimal sein für Durchführungen, bei denen Wasser nicht für Rezirkulation zurückgewonnen wird, während eine Konzentration von etwa 20% im allgemeinen optimal sein wird für andere Ausführungsformen, bei denen sowohl eine gewünschte Viskosität (mit geeigneten Mengen vorhandener flüchtiger Stoffe) als auch eine gewünschte scheinbare Wärmekapazität geliefert werden wird, ohne dass Schwierigkeiten bei der Wasser-Auswaschung entstehen. Neben der Aufrechterhaltung einer Netto-Ölproduktion von mindestens 3% ist auch eine Regelung der Umstände zur Vermeidung von Verlusten an flüchtigen Stoffen grösser als etwa 30 (und höchstens 40) Gew.% zur Gewährleistung einer befriedigenden Ausführung erwünscht; dies wird im wesentlichen durch Vermeidung von zu hohen Temperaturen in den verschiedenen Ölströmen, wie z.B. durch das Erhöhen der Strömungsgeschwindigkeiten und dergleichen erreicht.

Der Unterschied in Temperatur des Auswaschöls und der Abgase soll selbstverständlich gross genug sein, um zu gewährleisten, dass eine genügende Uebertragung thermischer Energie für eine zweckmässige Kondensation der kondensierbaren Fraktionen des

Abgasstromes vorhanden ist. Ausserdem soll die Temperatur der Ölschicht ausreichend sein, um eine übermässige Dehydratisierung und Verflüchtigung derselben zu vermeiden; das Öl würde sonst zersetzen und für eine wirksame Auswaschung und Kühlung ungeeignet werden. Insbesondere soll das Öl mindestens 65°C kühler sein als die Abgase und vorzugsweise wird der Unterschied 90°C oder mehr sein. Die Temperatur des Öls muss dahingegen hoch genug bleiben, um ein leichtes Umpumpen und Versprühen zu sichern und Verstopfung der Spritzköpfe zu vermeiden. Bei gleichen Umständen soll daher das Auswaschöl im allgemeinen bei einer Temperatur von $10-45^{\circ}\text{C}$, vorzugsweise $20-40^{\circ}\text{C}$, angewendet werden.

In der Praxis werden die Abgase in dem Öl-Auswascher/Kondensator bis innerhalb $5-10^{\circ}\text{C}$ des scheinbaren Taupunktes gekühlt; abgeraten wird jedoch eine Temperatur des Öls, die dem Taupunkt des Abgasstroms annähert. Wird die Öltemperatur zu hoch, dann wird zuviel Wasser aus dem Öl verdampfen und in das Gas übergehen, wodurch das Öl übermässig dehydratisiert wird und ein erwünschtes nasses Gas produziert wird. Ist jedoch die Temperatur des austretenden Öls zu niedrig (z.B. niedriger als etwa 43°C), dann wird Filtration in der Praxis schwierig, wenn nicht unmöglich (es sei denn natürlich, dass das Öl in anderer Weise erhitzt wird), weil Verstopfung des Filters auftreten wird, wenn die Temperaturen niedrig genug sind. Aus diesen Gründen wird das "schmutzige Öl" aus dem Auswascher/Kondensator im allgemeinen eine Temperatur von etwa $40-75^{\circ}\text{C}$ haben, wobei 52 und 66°C bevorzugte maximale Werte für die nicht-dehydratisierenden bzw. hydratisierenden Fällen darstellen. Das Öl aus dem Entnebler wird vorzugsweise eine Temperatur von etwa 90°C besitzen.

In den meisten Fällen wird das Öl aus dem Auswascher/Kondensator etwa 15 Gew.% Wasser, basiert auf dem Gewicht des Öls, enthalten. Es ist also klar, dass in den Ausführungsformen, wobei keine Wasserrezirkulation angewendet wird, das Verfahren geregelt

werden wird, um eine beträchtliche Nettomasse-Uebertragung von Wasser in der Öl-Auswaschbehandlung zu vermeiden. Andererseits tritt in der Wasser-Rezirkulations-Ausführungsform tatsächlich Hydratisierung des Abgasstromes auf und wird das Auswaschöl im allgemeinen etwa 25 Gew.% seines Feuchtigkeitsgehaltes darauf übertragen (z.B. von einem Anfangswert von 20 bis 15% nach dem Auswaschen).

Wie eher erwähnt, wird der Filterkuchen im allgemeinen ein Öl:Feststoff-Verhältnis von etwa 1-10:1 haben, wobei die praktische Untergrenze des Feststoffes von der Menge des übertragenen Feststoffes, den Filtrationsmethoden und der Konzentration des Feststoffes in dem Ölstrom nach dem Auswaschen abhängt. Die Ölproduktion und die Filterkapazität des Systems werden normalerweise zur Handhabung von Übertragungsmengen grösser als 30-40% des Zufuhrgewichtes nicht ausreichen. Wenn das Pyrolyse-Öl in einer verhältnismässig niedrigen Menge produziert wird, ist es erwünscht, dass die Feststoffübertragung dementsprechend niedrig ist, damit gesichert wird, dass die Menge des mit dem Filterkuchen rezirkulierten Öls kein Defizit in dem 3% Netto-Ausbeute-Parameter des Verfahrens verursacht. Obwohl in manchen Fällen ein Filterhilfsmittel erwünscht ist, kann der Filterkuchen selbst als Filtrationsmedium dienen, unter der Bedingung, dass nötigenfalls ein Teil seiner Dicke entfernt wird.

Die Stelle, wo der Filterkuchen in das Bett eingeführt wird, hat einen sehr besonderen Effekt auf die Art der schliesslich erhaltenen Produkte und daher auf die Vorteile, die durch bestimmte Abwandlungen des Verfahrens erreicht werden. Obwohl es also vollkommen akzeptabel ist, den Filterkuchen zusammen mit der Zufuhr in den Kopf des Bettes einzuführen, ist diese Ausführungsform in bezug auf eine Verbesserung der Brennstoffprodukte wenig vorteilhaft. Bei den verhältnismässig niedrigen Temperaturumständen, die an der Oberfläche herrschen, wird der Filterkuchen im Wesen nur einer Verdampfung unterworfen, wodurch

zwar das Filterkuchenöl zurückgewonnen wird, aber nicht die Heizwerte des Gases erheblich verbessert werden.

Trotzdem kann ein solcher Vorgang in den Wasserrezirkulations-Ausführungsformen gemäss der Erfindung angewendet werden, um erhöhte Öl-Ausbeuten zu erhalten, wobei nur auf Grund der Wasserdampferabsetzung in dem Abgasstrom die Anreicherung bewirkt wird, aber in den Vorzugsausführungsformen werden wiederum die kombinierten Effekte der Feuchtigkeitsentfernung und der erhöhten Menge an brennbaren Komponenten in dem Gasprodukt angewendet.

Wie angegeben, lässt die Einführung des Filterkuchens auf Niveaus unterhalb der Oberfläche des Bettes, wo höhere Temperaturen herrschen, eine schnelle Erhitzung und eine damit verbundene Krackung des Öls zu, unter Bildung von Kohlenwasserstoffgasen mit hohen Verbrennungswerten, wie Propan und Butanen. Zum Erreichen dieser Vorteile wird der Filterkuchen normalerweise auf einem Niveau, das mindestens 60 cm unterhalb der oberen Oberfläche des Bettes liegt, eingeführt und jedenfalls an einer Stelle, wo die Temperatur mindestens 260°C ist. In dieser Weise kann der KJ-Wert des endgültigen Gasproduktes mindestens um 10% erhöht werden.

Während dahingegen ein gasförmiges Produkt mit einem Verbrennungswert von etwa $5,59-7,44 \text{ KJ/dm}^3$ ($150-200 \text{ BTU per cf}$) leicht mit der herkömmlicheren Pyrolysemethode erhalten werden kann, wird es mehr insbesondere mit dem Verfahren gemäss der Erfindung möglich sein, die Gase mit Verbrennungswerten im Bereich von $7,44-0,30 \text{ KJ/dm}^3$ ($200-250 \text{ BTU per cf}$) zu produzieren. Die Bildung eines Gases mit einem solchen Verbrennungswert ist selbstverständlich sehr vorteilhaft, und zwar in bezug auf das Verhältnis zwischen dem Verbrennungswert eines Gases und dem Volumen der Verbrennungsproduktgase, die bei Verbrennung davon gebildet werden. In gasförmigen Brennstoffen mit weniger als etwa $7,44 \text{ KJ/dm}^3$ nimmt die Masse der Verbrennungs-

gase, die bei stöchiometrischen Bedingungen gebildet werden, pro Einheit frei gewordene Wärme schnell zu, weil der Verbrennungswert des Gases abnimmt; bei Gasen mit einem Verbrennungswert von etwa $7,44 \text{ KJ/dm}^3$ oder mehr wird dahingegen das Verhältnis für die meisten Brennstoffe verhältnismässig konstant sein. Also kann $7,44 \text{ KJ/dm}^3$ als ein minimaler "Knickpunkt" betrachtet werden, über dem die am meisten gewünschten Heizgase geliefert werden (dieses Verhältnis ist am besten aus der graphischen Darstellung der Figur 2 ersichtlich, wie im Nachstehenden erläutert werden wird).

So sind unter spezifischer Hinweis auf die Figuren 2 und 3 die Hauptvorteile der Erfindung klar. Fig. 2 zeigt eine Kurve, wobei die darauf eingetragenen Punkte für verschiedene Standardbrennstoffe in Gasform und für die Produkte der Erfindung das Verhältnis wiedergeben zwischen den volumetrischen höheren Verbrennungswerten oder Heizwerten des Gases und den Masse an Produkten, die durch die Verbrennung davon mit stöchiometrischen Mengen Luft produziert werden (Gas bei einem Druck von 760 mm Hg und einer Temperatur von 88°C). Die Kurve der Fig. 3 gibt das Verhältnis zwischen dem höheren Verbrennungswert derselben Gase und dem höheren Verbrennungswert der Mischungen derselben mit Luft in stöchiometrischen Mengen wieder. In den graphischen Darstellungen sind die mit "trocken" angegebenen Produkte dieselben wie die, welche mit gleichen Ziffern bezeichnet sind, aber sie sind durch Wasserdampfkondensation getrocknet, wie in dem Kondensator 64 nach Fig. 1 (d.h. das Abgas, das in der Leitung 66 strömt). Diese zwei graphischen Darstellungen zeigen zusammen äusserst deutlich das Mass der Austauschbarkeit zweier Brennstoffe für eine bestimmte Anwendung und die Vorteile, die mit der Anwendung von niedrigen BTU gasförmigen Brennstoffen verbunden sind.

Wenn man "Texas"-Erdgas als Standard nimmt, kann man ungeachtet der beträchtlichen Abwandlung in den volumetrischen höheren Verbrennungswerten anderer charakteristischer Brennstoffgase (beispielsweise Methan, Koksofengas und Wassergas), wahrnehmen,

dass nahezu kein Unterschied vorliegt in entweder den volumetrischen höheren Verbrennungswerten ihrer stöchiometrischen Luftmischungen, oder in den Masse an Produkten, die pro Million BTU, durch Verbrennung solcher Gase gebildet werden. In bezug auf den Energiegehalt können diese Gase daher durch Erdgas ausgewechselt werden, ohne dass die Energieabfuhr oder die thermische Ausbeute der Erhitzungsvorrichtung (z.B. ein versetzbarer Kessel, Trockenofen, innerer Verbrennungsmotor usw.) beeinträchtigt wird.

Nebenproduktgase (d.h. die gemäss der Erfindung) sind jedoch einer ganz anderen Art. Die Anwesenheit von inerten Gasen, wie Kohlendioxid, Stickstoff und Wasserdampf, hat einen erheblichen Einfluss auf beide genannten Eigenschaften. Eine stöchiometrische Mischung von Hochofengas und Luft hat beispielsweise nur 57% des volumetrischen Energiegehaltes von Erdgas und Luft, und produziert fast zweimal (d.h. 1,86 mal) der Masse Verbrennungsprodukte pro Einheit Brennstoffenergie. Wenn eines dieser Gase das Erdgas ersetzt, wird daher die Energieabfuhr und die thermische Ausbeute der Erhitzungsvorrichtung erheblich abnehmen.

Auf Basis der obigen Kriterien zeigen daher die Figuren 2 und 3, dass die Gase, die nach den Beispielen I, II und III produziert und anschliessend durch Wasserkondensation getrocknet worden sind, sehr gewünschte Substituenten (in der Reihenfolge zunehmender Werte von Trockengas 1 nach Trockengas 3 was die zunehmenden Rezirkulationsmengen des pyrolytischen Öls davon wiedergibt) für übliche Heizgase jedes der gasförmigen Nebenprodukte sind. Von gleichem Wert wie das Trockengas 1 ist das Trockengas 5 (obwohl deutlichshalber in bezug auf die Kurve verschoben und obwohl bei der Produktion davon ein erhebliches Problem in bezug auf die Entfernung des Abwassers entstehen würde), was das Produkt ist, das ohne Wasserrezirkulation erhalten wird aber wobei der Filterkuchen auf einem Niveau unter der Oberfläche des Bettes injiziert wird.

Das Trockengas 5 lässt sich leicht mit dem gasförmigen Produkt vergleichen, das in gleicher Weise gebildet wird, aber unter Einführung des Filterkuchens an dem Kopf des Bettes (Trockengas 4) das einen niedrigeren Heizgaswert und höhere stöchiometrische Luftmischungswerte hat und (wie erwartet werden konnte) eine erheblich grössere Masse Verbrennungsprodukte liefert, ausgedrückt auf KJ-Basis. Der Wert der zurückbleibenden Produkte lässt sich leicht durch Verweisung auf die zwei graphischen Darstellungen feststellen. Im allgemeinen kann man wahrnehmen, dass die Produkte der Wasserrezirkulation und Tiefbettinjizierung des Filterkuchens besser sind als die, welche nur mit Tiefbettinjizierung erhalten werden, und dass die Heizgase mit dem geringsten Wert erhalten werden, wenn kein einziger Effekt angewendet wird.

Die Menge und die Mischung der Produkte, die aus der Pyrolyse-reaktion gewonnen werden können, hängen von verschiedenen Faktoren ab, einschliesslich von der Ölrezirkulationsmenge, der Stelle der Filterkucheninjizierung und der Temperatur, die in dem Abgasstrom aufrechterhalten wird (wobei es selbstverständlich ist, dass die Massnahmen, die zur Regelung der Temperatur notwendig sind, wieder von verschiedenen Faktoren abhängig sein können, wie von der Art und der Form der Zufuhr, dem Feuchtigkeitsgehalt davon, den angewendeten Luft-Zufuhrverhältnissen, den Produktionsgeschwindigkeiten usw.). Was die Zusammensetzung betrifft, wird das Abgas normalerweise Stickstoff, Kohlendioxid, Kohlenmonoxid, Wasserstoff, Methan und höhere Kohlenwasserstoffe umfassen, sowie Wasserdampf und verdampfte Teer- und Ölsubstanzen. Die Ölkrackreaktionen produzieren kennzeichnend etwa 76 Gew.% an nicht-kondensierbaren Gasen und Dämpfen, einschliesslich ziemlich grosser Mengen Kohlenmonoxid und Kohlendioxid, und kleinerer Mengen Wasserstoff, Methan, Äthan, Propan und Butan.

Es ist besonders wichtig, dass die Temperatur des mit Öl ausgewaschenen Produktgases auf mindestens 5, und vorzugsweise

8°C oder mehr über dem scheinbaren Taupunkt aufrechterhalten wird, um eine übermässige Feuchtigkeitskondensation in dem Öl-Auswascher zu vermeiden. Wenn sich ausserdem die Temperatur des Abgases dem Taupunktwert nähert, werden die meisten kondensierbaren organischen Stoffe auskondensieren. Im Zusammenhang mit dem Vorhergehenden wird der breite Bereich von anfänglichen Abgastemperaturen innerhalb einer solchen Ausführung im allgemeinen befriedigend 110-400°C sein; zweckmässig wird das Verfahren mit einer Abgastemperatur von etwa 120-370°C, vorzugsweise etwa 135-200°C, durchgeführt. Als obere praktische Grenze soll die Temperatur des Abgases nicht so hoch sein, dass die Bildung von Pyrolyse-Öl verhindert wird; andererseits soll diese nicht so niedrig sein, dass "Überbrücken oder Verstopfen" des Bettes durch Kondensation von Öl, Teer und Wasser in den verhältnismässig kühlen oberen Gebieten davon stattfindet. Wie eher erwähnt worden ist, wird eine solche Regelung der Gastemperatur normalerweise durch Abwandlungen des Luftzufuhrverhältnisses, der Betttiefe u.dgl. erfolgen.

Mehr insbesondere wird das angewendete Luftzufuhrverhältnis im allgemeinen in dem Bereich von 0,15-1,5 kg Luft pro kg Trockenzufuhr sein, abhängig von den verschiedenen Faktoren, einschliesslich der gewünschten Produkte, des Feuchtigkeitsgehaltes und des Schüttgewichtes der Zufuhr usw. Die höheren Verhältnisse werden beispielsweise niedrige Ausbeuten an Holzkohle oder an anderem festem Rückstandsmaterial fördern, während dahingegen Werte bei der Untergrenze des Bereiches vorteilhaft sein können in bezug auf eine minimale Übertragung feiner Stoffteilchen und eine maximale Bildung an festem Rückstandsmaterial, wenn dies erwünscht wird. In dieser Hinsicht ist es selbstverständlich, dass obwohl Holzkohle oft der erwünschte produzierte feste Rückstand sein wird, andere derartige Produkte in manchen Fällen besser sein können, und Verfahren zur Herstellung davon somit völlig im Rahmen der Erfindung liegen.

Es ist also klar, dass die Erfindung ein neues kontinuierliches Verfahren verschafft, und ein neues System zur Durchführung desselben, für das Pyrolysieren eines zellulosehaltigen Materials zur Bildung eines Pyrolyse-Öls, eines festen Rückstandes und eines gereinigten angereicherten gasförmigen Produktes. In Übereinstimmung damit wird das gebildete Pyrolyse-Öl als Auswaschmedium zur Entfernung von feinen Feststoffen aus dem Gasstrom angewendet, wodurch Probleme, die mit der Anwendung von Trocken- und Wasser-Auswasch-Reinigungstechniken verbunden sind, vermieden werden. Dadurch, dass die Abgase nacheinander den Öl-Auswasch- und Wasserdampfkondensationsstufen unter Rezirkulation von Abfuhrströmen unterzogen werden, können organische Verunreinigungen entweder mit Vorteil benutzt oder ohne nachteilige Folgen entfernt oder abgeführt werden, wobei eine erhebliche Menge an zurückbleibendem Wasserdampf unter Bildung eines reinen Abwasserstromes, der praktisch frei von Verunreinigungen ist, kondensiert werden kann. Die Erfindung verschafft gleichfalls ein Verfahren und ein System der vorbeschriebenen Art, worin die Eigenschaften des rezirkulierten Pyrolyse-Ölstroms automatisch eingestellt werden können, um entweder Dehydratation des Öls möglich zu machen oder zu verhindern, wodurch eine optimale Wirkung gesichert wird und die Zwecke der Erfindung erreichbar sind.

Neben allen obengenannten Vorteilen sind das Verfahren und das System gemäss der Erfindung leicht, wirtschaftlich und verhältnismässig einfach und billig anzuwenden.

Ansprüche

1. Verfahren zur kontinuierlichen Herstellung eines festen Rückstandes und eines reinen, angereicherten gasförmigen Produktes aus einem Zellulosematerial, das zu einem festen Rückstand und einer gasförmigen Mischung pyrolysiert werden kann, welche gasförmige Mischung kondensierbare organische Dämpfe und Wasserdampf, sowie nicht-kondensierbare Fraktionen umfasst, gekennzeichnet durch folgende Stufen:

(a) das kontinuierliche Pyrolysieren einer Zufuhr des genannten zellulosehaltigen Materials in Form eines sich bewegenden Festbettes, in dem die Temperatur variiert und auf einem Zwischenniveau durch einen Maximumwert von $760-1150^{\circ}\text{C}$ passiert, unter Bildung des Rückstandes und der gasförmigen Mischung, in welcher gasförmigen Mischung eine erhebliche Menge feiner Teilchen des genannten Rückstandes mitgerissen ist bei einer Temperatur von etwa $110-400^{\circ}\text{C}$;

(b) das Injizieren von Pyrolyse-Öl in die gasförmige Mischung zum Auswaschen der genannten Rückstandsteilchen daraus und Kondensation eines Teiles des genannten kondensierbaren Dämpfe desselben, wodurch die Zurückgewinnung eines verhältnismässig reinen gasförmigen Produktes und einer pyrolytischen Ölmischung, welche die genannten Rückstandsteilchen enthält, ermöglicht wird;

(c) das Filtrieren der genannten pyrolytischen Ölmischung zum Trennen derselben in einen Ölteil und einen Filterkuchen, welche Filterkuchen Pyrolyse-Öl und Rückstandsteilchen in einem Gewichtsverhältnis von etwa 1-10:1 enthält,

(d) das Rezirkulieren des genannten Filterkuchens, wobei dieser in das genannte Bett geführt wird auf einem Niveau von mindestens etwa 60 cm unter der Oberfläche des genannten Bettes, und über dem genannten Zwischenniveau und bei einer Temperatur, die wenigstens etwa 260°C ist zum Kracken des in dem Filterkuchen vorhandenen Öls;

(e) das Rezirkulieren des genannten Ölteiles der pyrolytischen Ölmischung zur Lieferung des injizierten Pyrolyse-Öls der Stufe (b);

(f) die Kondensation und Zurückgewinnung einer erheblichen

Menge an organischen Dämpfen und Wasserdampf, die in der genannten gasförmigen Mischung, anschliessend an der Stufe (b) vorhanden sind; und

(g) das Rezirkulieren von mindestens einem Teil des Kondensates aus der Stufe (f) durch Injizieren desselben in den genannten Rückstand bei dem Boden des genannten Bettes zum wirksamen Löschen des genannten Rückstandes, welche Rezirkulationsstufen geregelt werden in bezug auf die Einfuhrgeschwindigkeit des genannten zellulosehaltigen Zufuhrmaterials, um ein angereichertes gasförmiges Produkt zu liefern, sowie eine Netto-Ausbeute an Pyrolyse-Öl, die mindestens 3%, basiert auf dem Gewicht des genannten Zufuhrmaterials, beträgt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Temperaturwert des Zwischenniveaus des Bettes 875-1000°C ist, die gasförmige Mischung eine Temperatur von 120-370°C hat und die Viskosität des rezirkulierten Öls auf einem Wert von etwa 20-175 cps aufrechterhalten wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die gasförmige Mischung eine Temperatur von etwa 135-200°C hat und das rezirkulierte Öl eine Temperatur von etwa 10-45°C hat.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die genannte Zufuhr von Zellulosematerial Holzabfall umfasst.

5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Rückstand bis zu einer Temperatur von 100°C in einer Stufe (g) gelöscht wird.

6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass dieses die nachstehenden zusätzlichen Stufen umfasst:

(h) das rezirkulierte Öl wird überwacht zur Bestimmung der Temperatur und der Viskosität desselben und

(i) die Viskosität des rezirkulierten Öls wird automatisch auf einem Wert von 5-265 cps dadurch aufrechterhalten, dass die Strömungsgeschwindigkeit desselben eingestellt wird und gleichzeitig die genannte Temperatur des genannten rezirkulierten Öls auf einem Wert von etwa 20°C aufrechterhalten wird.

7. Verfahren nach Anspruch 1, einschliesslich der zusätzlichen Stufe, durchgeführt zwischen den Stufen (b) und (f), dadurch gekennzeichnet dass diese besteht aus:

(j) das Entnebeln der genannten gasförmigen Mischung zum Entfernen der Aerosolfraktionen daraus, die der Filtrierstufe (c) unterworfen werden zusammen mit der pyrolytischen Ölmischung.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass dieses die folgenden zusätzlichen Stufen umfasst:

(k) die Überwachung des Kondensates aus der Stufe (f) zur Bestimmung des Gehaltes an organischen Stoffen desselben und
(l) das Einstellen der Strömungsgeschwindigkeit des rezirkulierten Öls zur Einstellung des organischen Gehaltes auf einen vorher gewählten Wert.

9. Verfahren zur kontinuierlichen Herstellung eines festen Rückstandes und eines reinen, angereicherten gasförmigen Produktes aus einem zellulosehaltigen Materials, das zu einem festen Rückstand und einer gasförmigen Mischung pyrolysiert werden kann, welche gasförmige Mischung kondensierbare organische Dämpfe, Wasserdampf und nicht-kondensierbare Fraktionen umfasst, dadurch gekennzeichnet, dass die folgenden Stufen umfasst werden:

(a) das kontinuierliche Pyrolysieren einer Zufuhr von zellulosehaltigem Material in Form eines sich bewegenden Festbettes, in dem die Temperatur schwankt und auf einem Zwischenniveau durch einen maximalen Wert von etwa 760-150°C passiert zur Bildung des genannten Rückstandes und der gasförmigen Mischung, in welche gasförmige Mischung eine erhebliche Menge feiner Teilchen des Rückstandes mitgerissen ist, die eine Temperatur von etwa 110-400°C hat;

(b) das Injizieren von Pyrolyse-Öl in der genannten gasförmigen Mischung zum Auswaschen der Rückstandsteilchen daraus und zur Kondensation eines Teiles der kondensierbaren Dämpfe desselben, wodurch die Zurückgewinnung eines verhältnismässig reinen gasförmigen Produktes und einer pyrolytischen Ölmischung, welche die genannten Rückstandsteilchen enthält, möglich ist;

(c) das Filtrieren der pyrolytischen Ölmischung zum Trennen derselben in einen Ölteil und einen Filterkuchen, welcher Filterkuchen pyrolytisches Öl und Rückstandsteilchen in einem Gewichtsverhältnis von etwa 1-10:1 enthält;

(d) das Rezirkulieren des Filterkuchens, wobei dieser in das genannte Bett zur Behandlung in der Stufe (a) eingeführt wird;

(e) das Rezirkulieren des Ölteils der pyrolytischen Ölmischung zur Lieferung des injizierten pyrolytischen Öls der Stufe (b);

(f) das Kondensieren und Zurückgewinnen einer erheblichen Menge der organischen Dämpfe und Wasserdampf, die in der genannten gasförmigen Mischung, anschliessend an die Stufe (b) vorhanden sind, und

(g) das Rezirkulieren von mindestens einem Teil des Kondensats aus der Stufe (f) durch Injizieren desselben in den genannten Rückstand bei dem Boden des Bettes zum wirksamen Löschen des Rückstandes, welche Rezirkulationsstufen geregelt werden in bezug auf die Zufuhrgeschwindigkeit des zellulosehaltigen Materials zur Lieferung eines angereicherten gasförmigen Produktes mit einer Netto-Ausbeute an Pyrolyse-Öl, die mindestens 3%, basiert auf dem Gewicht der genannten Zufuhr, beträgt. 10.

Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der genannte Temperaturwert auf dem genannten Zwischen-niveau des Bettes etwa 875-1000°C ist, die gasförmige Mischung eine Temperatur von etwa 120-370°C hat und die Viskosität des rezirkulierten Öls auf einem Wert von etwa 20-175°C aufrechterhalten wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die gasförmige Mischung eine Temperatur von etwa 135-200°C hat und das rezirkulierte Öl eine Temperatur von etwa 20-40°C hat.

12. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Filterkuchen in das Bett eingeführt wird auf einem Niveau, das mindestens etwa 60 cm unterhalb der Oberfläche desselben liegt.

13. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Zufuhr von zellulosehaltigem Material Holzabfall umfasst.

14. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Kondensat, das zurückgewonnen wird in der Stufe (f) völlig in dem Verfahren benutzt wird, wobei nahezu kein Teil desselben aus dem Verfahren als ein Abwasserstrom entfernt wird.
15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass das zurückgewonnene Kondensat in einem Lagerbehälter aufgefangen wird und die Rezirkulation desselben teilweise durch Aufrechterhaltung eines vorher gewählten Niveaus in den genannten Behälter geregelt wird.
16. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass das gewonnene Kondensat teilweise dadurch rezirkuliert wird, dass dieses in den genannten Pyrolyse-Öl-Teil, der in der genannten Stufe (c) abgetrennt ist, eingeführt wird.
17. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass dieses die folgenden zusätzlichen Stufen umfasst:
(h) eine zweite Kondensation von Wasserdampf im Anschluss an die genannte Stufe (f) zur Entfernung einer überwiegenden in der genannten gasförmigen Mischung vorhandenen Menge desselben.
18. Verfahren nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass die genannte überwiegende Menge Wasserdampf nahezu frei von Verunreinigungen ist und direkt als Abwasserstrom aus dem Verfahren entfernt wird.
19. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Ölrezirkulation der Stufe (e) mit einer solchen Geschwindigkeit durchgeführt wird, dass eine nahezu vollständige Hydratation der genannten gasförmigen Mischung und eine entsprechende und teilweise Dehydratation des genannten rezirkulierten Öls auftritt.
20. Verfahren nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass die genannte Ölmischung ein Temperatur von etwa 55-68°C hat.
21. Verfahren zur kontinuierlichen Herstellung eines festen Rückstandes und eines reinen, angereicherten gasförmigen Produktes aus einem zellulosehaltigen Materials, das zu einem festen Rückstand und einer gasförmigen Mischung pyrolysiert

wird, welche gasförmige Mischung kondensierbare organische Dämpfe und Wasserdampf, sowie nicht-kondensierbare Fraktionen umfasst, dadurch gekennzeichnet, dass die folgenden Stufen umfasst werden:

- (a) das kontinuierliche Pyrolysieren einer Zufuhr des genannten zellulosehaltigen Materials in Form eines sich bewegenden Festbettes, in dem die Temperatur variiert und auf einem Zwischenniveau durch einen Maximalwert von etwa 760-1150°C passiert, zur Herstellung des genannten Rückstandes und der genannten gasförmigen Mischung, in welcher gasförmigen Mischung eine erhebliche Menge kleiner Teilchen des Rückstandes mitgerissen ist, die eine Temperatur von etwa 110-400°C hat;
- (b) das Injizieren von Pyrolyse-Öl in die genannte gasförmige Mischung zum Auswaschen der Rückstandsteilchen daraus und zum Kondensieren von mindestens einem Teil der kondensierbaren Fraktion desselben, wodurch die Zurückgewinnung eines verhältnismässig reinen gasförmigen Produktes und einer pyrolytischen Ölmischung, welche die genannten Rückstandsteilchen enthält, möglich wird;
- (c) das Filtrieren der pyrolytischen Ölmischung zur Trennung desselben in einen Ölteil und einen Filterkuchen, welcher Filterkuchen Pyrolyse-Öl und Rückstandsteilchen in einem Gewichtsverhältnis von etwa 1-3:1 enthält,
- (d) das Rezirkulieren des Filterkuchens, wobei dieser in das genannte Bett eingeführt wird auf einem Niveau, das mindestens etwa 60 cm unter der Oberfläche des genannten Bettes liegt und über dem genannten Zwischenniveau und bei einer Temperatur, die mindestens etwa 260°C ist zum Kracken des genannten in dem Filterkuchen vorhandenen Öls;
- (e) das Rezirkulieren des genannten Ölteils der genannten pyrolytischen Ölmischung zur Lieferung des injizierten Pyrolyse-Öls der Stufe (b), welche Rezirkulationsstufen geregelt werden in bezug auf die Zufuhrgeschwindigkeit des genannten Zellulosezufuhrmaterials zur Herstellung eines angereicherten gasförmigen Produktes und eine Netto-Ausbeute von Pyrolyse-Öl, die mindestens 3%, basiert auf dem Gewicht der genannten Zufuhr, beträgt.

22. Verfahren nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass der Temperaturwert auf dem Zwischenniveau des Bettes etwa 875-1000°C ist, die gasförmige Mischung eine Temperatur von 120-370°C hat und die Viskosität und der Feuchtigkeitsgehalt des rezirkulierten Öls auf Werten von etwa 20-175 cps und 15-25% aufrechterhalten werden.

23. Verfahren nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, dass die gasförmige Mischung eine Temperatur von etwa 135-200°C hat und das rezirkulierte Öl eine Temperatur und einen Feuchtigkeitsgehalt von etwa 20-40°C bzw. etwa 15-20% hat.

24. Verfahren nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass die Zufuhr von zellulosehaltigem Material Holzabfahl umfasst.

25. Verfahren nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass dieses die nachstehenden zusätzlichen Stufen umfasst:
(h) die Ueberwachung des rezirkulierten Öls zur Bestimmung der Temperatur, der Viskosität und des Feuchtigkeitsgehaltes desselben und
(i) die automatische Aufrechterhaltung der Viskosität und des Feuchtigkeitsgehaltes des rezirkulierten Öls auf Werten von 5-265 cps und 10-50% durch Einstellung der Strömungsgeschwindigkeit desselben und gleichzeitige Aufrechterhaltung der Temperatur des genannten rezirkulierten Öls auf einem Wert von etwa 20-40°C.

26. Verfahren nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, dass die Ölströmungsgeschwindigkeit der Stufe (i) derart eingestellt wird, dass Hydratation der genannten gasförmigen Mischung und entsprechende Dehydratation des rezirkulierten Öls verhindert wird.

27. Verfahren nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, dass die Ölmischung eine Temperatur von etwa 45-52°C hat.

28. Kontinuierliches, nahezu nicht-umweltverschmutzendes Verfahren zur Herstellung eines festen Rückstandes und eines verhältnismässig trockenen gereinigten gasförmigen Produktes aus einem zellulosehaltigen Material, das zu einem festen Rückstand und einer gasförmigen Mischung pyrolysiert wird, welche gasförmige Mischung kondensierbare organische Dämpfe

und Wasser, sowie nicht-kondensierbare Fraktionen umfasst, dadurch gekennzeichnet, dass dieses die folgenden Stufen umfasst:

- (a) das kontinuierliche Pyrolysieren einer Zufuhr von zellulosehaltigem Material in Form eines sich bewegenden Festbettes zur Herstellung des genannten Rückstandes und der gasförmigen Mischung, in welcher gasförmigen Mischung eine erhebliche Menge feiner Teilchen des Rückstandes mitgerissen ist;
- (b) das Injizieren des Pyrolyse-Öls in die gasförmige Mischung zum Auswaschen der Rückstandsteilchen daraus und Kondensation eines Teiles der kondensierbaren Dämpfe davon, wodurch die Zurückgewinnung eines verhältnismässig reinen gasförmigen Produktes und einer pyrolytischen Ölmischung, welche die Rückstandsteilchen enthält, möglich wird;
- (c) das Entfernen der Rückstandsteilchen aus der pyrolytischen Ölmischung zur Lieferung eines Ölteiles;
- (d) das Rezirkulieren des Ölteils der pyrolytischen Ölmischung zur Lieferung des injizierten Pyrolyse-Öls der Stufe (b),
- (e) das Kondensieren und das Zurückgewinnen einer erheblichen Menge der in der gasförmigen Mischung vorhandenen organischen Dämpfe und Wasser, anschliessend an der Stufe (b) zur Bildung einer gereinigten Gasmischung;
- (f) das Rezirkulieren von mindestens einem Teil des Kondensats aus der Stufe (e) durch Injizieren desselben in den genannten Rückstand bei dem Boden des genannten Bettes zum wirksamen Löschen des Rückstandes und
- (g) das Kondensieren und das Zurückgewinnen von Wasserdampf, der in der gereinigten gasförmigen Mischung zurückbleibt zur Bildung eines verhältnismässig trockenen, gereinigten, gasförmigen Produktes und eines verhältnismässig reinen Abwasserstromes.

29. Verfahren nach Anspruch 28, dadurch gekennzeichnet, dass ein Teil des Kondensats aus der Stufe (e) injiziert wird in den und rezirkuliert wird mit dem genannten Ölteil aus der Stufe (d).

30. Verfahren nach Anspruch 28, dadurch gekennzeichnet, dass die Stufe (c) ausgeführt wird durch Filtration unter Bildung eines Filterkuchens, der Pyrolyse-Öl und die Rückstandsteilchen in einem Gewichtsverhältnis von etwa 1-10:1 umfasst, welches Verfahren die zusätzliche Stufe der Re-
kulation des Filterkuchens umfasst, wobei dieser in das ge-
nannte Bett zur Behandlung in der Stufe (a) eingeführt wird.

31. Verfahren nach Anspruch 30, dadurch gekennzeichnet, dass der Filterkuchen in das Bett eingeführt wird auf einem Niveau unter der Oberfläche und dass die Temperatur hoch genug ist, um eine erhebliche Krackung des Pyrolyse-Öls des Filter-
kuchens zu bewirken, wodurch eine Anreicherung des gasförmigen Produktes erreicht wird.

32. System zur Durchführung der kontinuierlichen Pyrolyse einer Zufuhr von zellulosehaltigem Material, das in einen festen Rückstand und eine gasförmige Mischung pyrolysiert werden kann, wobei der feste Rückstand eine erhebliche Menge feine Stoffteilchen enthält und die gasförmige Mischung nicht-kon-
densierbare und kondensierbare Fraktionen umfasst, welche letzteren eine erhebliche Menge Wasserdampf enthalten, dadurch gekennzeichnet, dass die Kombination besteht aus:

- (a) einem Reaktor zur kontinuierlichen Durchführung der Pyrolyse einer derartigen Zufuhr in Form eines absinkenden Festbettes, welcher Reaktor Einlässe für die Zufuhr, den Filterkuchen, die Reaktionsluft und das Löschwasser sowie Auslässe für Abgase und das feste Rückstandsprodukt aufweist;
- (b) Öl-Auswascher/Kondensororganen, die mit dem Abgasauslass des Reaktors verbunden sind;
- (c) Wasserkondensororganen in dem Abgasström aus dem Auswascher/Kondensororganen;
- (d) Organen zum Rezirkulieren des Kondensates der Wasserkondensororgane nach dem Löschwassereinlass des Reaktors;
- (e) Filterorganen in dem Flüssigkeitsstrom aus dem genannten Auswascher/Kondensator;
- (f) Organen zum Rezirkulieren des Filterkuchens aus den Filterorganen nach dem Filterkucheneinlass des Reaktors;
- (g) Organen zum Rezirkulieren des Pyrolyse-Öls aus den Filterorganen nach den Öl-Auswascher/Kondensororganen zur Anwendung

als Auswaschmedium; und

(h) Organen zum Regeln der Rezirkulationsmenge des kondensierten Wassers des Filterkuchens und des Pyrolyse-Öls, wodurch das System angewendet werden kann zum aus dem zellulosehaltigen Material Herstellen von einem angereicherten gasförmigen Produkt und Pyrolyse-Öl.

33. System nach Anspruch 32, dadurch gekennzeichnet, dass der Filterkucheneinlass abwärts in Abstand von dem Reaktor angeordnet ist, wodurch der Filterkuchen auf einem Niveau unterhalb der normalen oberen Oberfläche des zustande gebrachten Bettes eingeführt werden kann.

34. System nach Anspruch 33, dadurch gekennzeichnet, dass der Reaktor Organe umfasst zum Verteilen des Zufuhrmaterials und zur Aufrechterhaltung der oberen Oberfläche des Bettes auf einem bestimmten Niveau, welcher Filterkucheneinlass zum Einführen des Filterkuchenmaterials auf einem Niveau von mindestens etwa 60 cm unter dem vorher bestimmten Niveau aufgestellt ist.

35. System nach Anspruch 32, dadurch gekennzeichnet, dass dieses gleichfalls einen Entnebler in dem Abgasstrom zwischen den Aufwascher/Kondensororganen und den Wasserkondensororganen umfasst, wobei der Auslass des Entneblers mit den Filterorganen verbunden ist.

36. System nach Anspruch 32, dadurch gekennzeichnet, dass dieses auch Organe umfasst zum Injizieren von Wasser aus den Wasserkondensororganen in den Strom von Pyrolyse-Öl, das nach den Aufwascher/Kondensororganen rezirkuliert wird.

37. System nach Anspruch 36, dadurch gekennzeichnet, dass dieses auch eine Lagerbehälter umfasst zum Auffangen von Wasser aus den Wasserkondensororganen, woraus Wasser dem Reaktor und den rezirkulierten Pyrolyse-Öl-Strömen zugeführt wird.

38. System nach Anspruch 32, dadurch gekennzeichnet, dass dieses gleichfalls einen zweiten Wasserkondensator umfasst, welcher zweite Wasserkondensator mit dem ersten Wasserkondensator verbunden ist zum Aufnehmen der daraus austretenden Abgase und zum Bewirken von Kondensation des darin vorhandenen Wasserdampfes.

39. System nach Anspruch 38, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Wasserkondensator ein Wascherauswascher ist.

40. System nach Anspruch 32, dadurch gekennzeichnet, dass dieses auch einen Wärmeaustauscher umfasst, durch den der Strom von rezirkuliertem Pyrolyse-Öl hindurchgeführt wird zur Regelung dessen Temperatur.

41. System zur nahezu ohne Umweltverschmutzung Durchführen einer kontinuierlichen Pyrolyse einer Zufuhr von zellulosehaltigem Material, das in einem festen Rückstand und eine gasförmige Mischung pyrolysiert werden kann, wobei der feste Rückstand eine erhebliche Menge feiner Stoffteilchen umfasst und die gasförmige Mischung nicht-kondensierbare und kondensierbare Fraktionen umfasst, wobei letztere erhebliche Mengen organische Dämpfe und Wasserdampf umfassen, dadurch gekennzeichnet, dass die Kombination besteht aus:

(a) einem Reaktor zum kontinuierlichen Durchführen der Pyrolyse einer solchen Zufuhr in Form eines absinkenden Festbettes, mit Reaktoreinlässen für die Zufuhr, die Reaktionsluft und das Löschwasser und Auslässen für Abgase und das feste Rückstandsprodukt,

(b) Öl-Auswascher/Kondensatororganen, die mit dem Abgasauslass des Reaktors verbunden sind,

(c) ersten Wasserkondensatororganen in dem Abgasstrom aus den Öl-Auswascher/Kondensatororganen,

(d) zweiten Wasserkondensatororganen in dem Abgasstrom aus den ersten Wasserkondensatororganen,

(e) Organen zum Rezirkulieren eines Kondensates aus den ersten Wasserkondensatororganen nach dem Löschwassereinlass des Reaktors,

(f) Organen zum Entfernen des Feststoffes in dem Flüssigkeitsstrom aus dem Auswascher/Kondensator und

(g) Organen zum Rezirkulieren von Pyrolyse-Öl aus den Feststoff-Entfernungsorganen nach den Öl-Auswascher/Kondensatororganen zur Benutzung als Auswaschmedium, wodurch das System angewendet werden kann zum Produzieren von einem verhältnismässig

trockenen, gereinigten, gasförmigen Produkt und einem festen Rückstand aus dem genannten zellulosehaltigen Material und einem verhältnismässig reinen Abwasserstrom.

42. System nach Anspruch 41, dadurch gekennzeichnet, dass der Reaktor einen Einlass zum Einführen eines Filterkuchens in das Bett aufweist, wobei die genannten Feststoff-Entfernungsorgane Filterorgane umfassen und wobei das System auch ein Organ zum Rezirkulieren des Filterkuchens aus den Filterorganen nach dem Filterkucheneinlass des Reaktor umfasst.

43. System nach Anspruch 42, dadurch gekennzeichnet, dass der Filterkucheneinlass derart aufgestellt ist, dass Einführung des Filterkuchens auf einem Niveau unterhalb der normalen Oberfläche des Bettes möglich ist, wenn das System in Wirkung ist.

44. Verfahren nach den Ansprüchen 1, 9 und 28, dadurch gekennzeichnet, dass das gasförmige Produkt der Stufe (b) auf einer Temperatur ist, die mindestens 5°C über dem scheinbaren Taupunkt desselben liegt.

KURZE ZUSAMMENFASSUNG

Zellulosematerial wird in einem sich bewegenden Festbett pyrolysiert zu einem festen Rückstand und einem reinen, angereicherten Heizgas; Pyrolyse-Öl wird zum Auswaschen der Gasmischung angewendet, wobei der Filterkuchen derart rezirkuliert wird, dass optimale Produkte erhalten werden und die Notwendigkeit der Wartung und des Stilliegens des Systems vermieden wird. Rezirkulation des in dem Verfahren gewonnenen Wassers kann zur Anreicherung des gasförmigen Produktes angewendet werden. Ein umweltfreundlicher Abwasserstrom wird erhalten, der direkt aus dem System abgeführt werden kann.

---.---

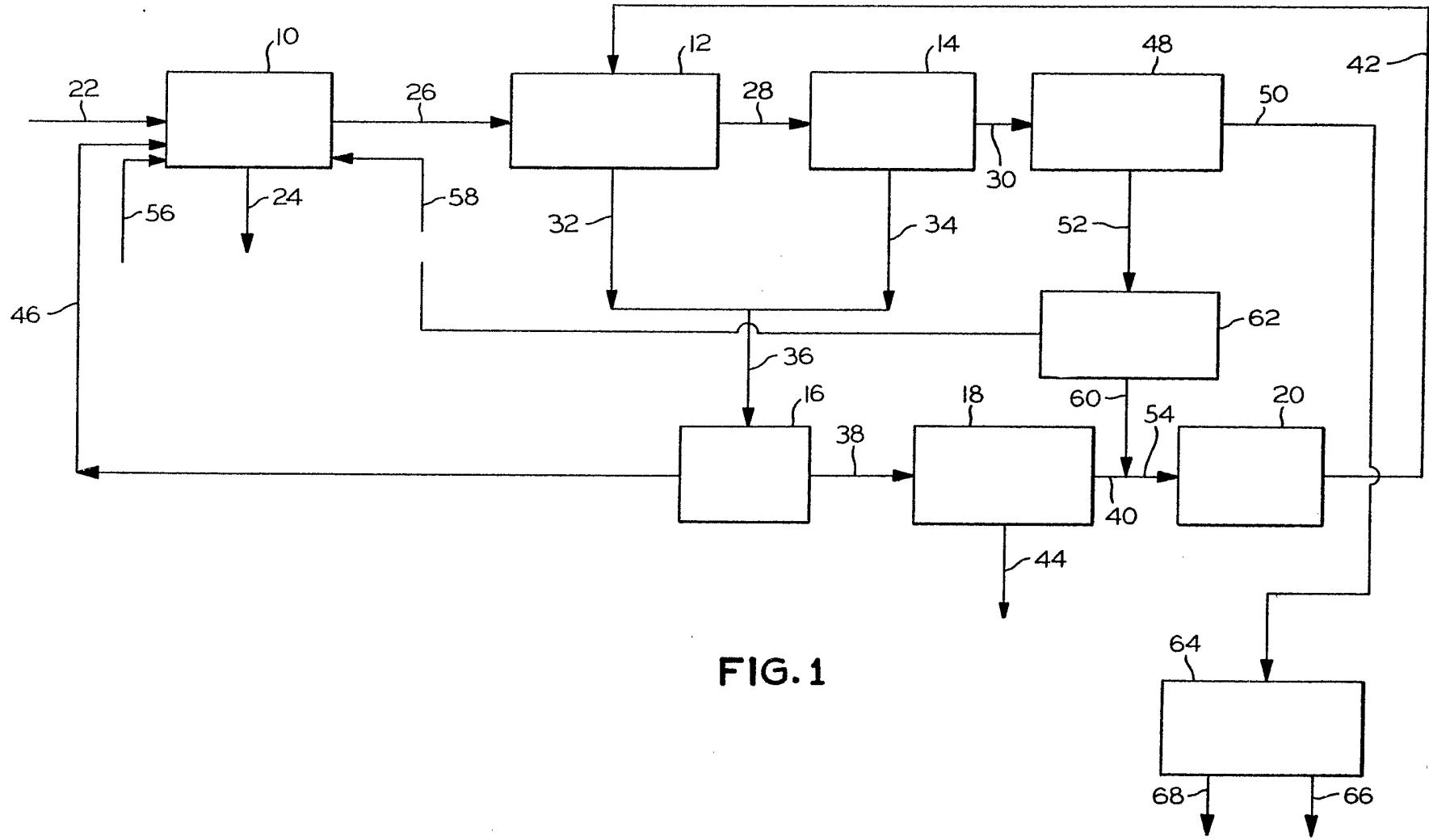


FIG. 1

kg/10⁶kJ lb/10⁶Btu

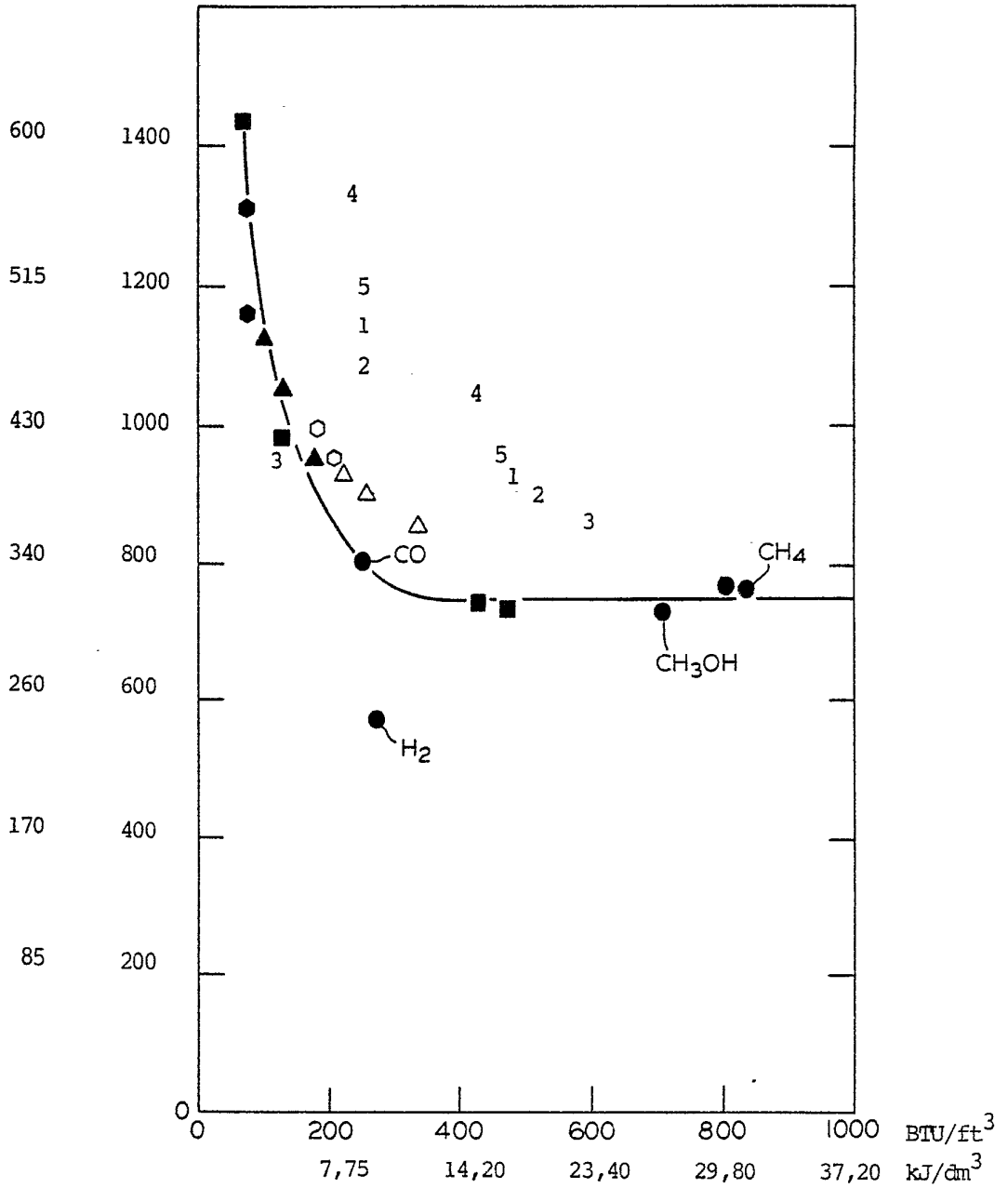


FIG.2

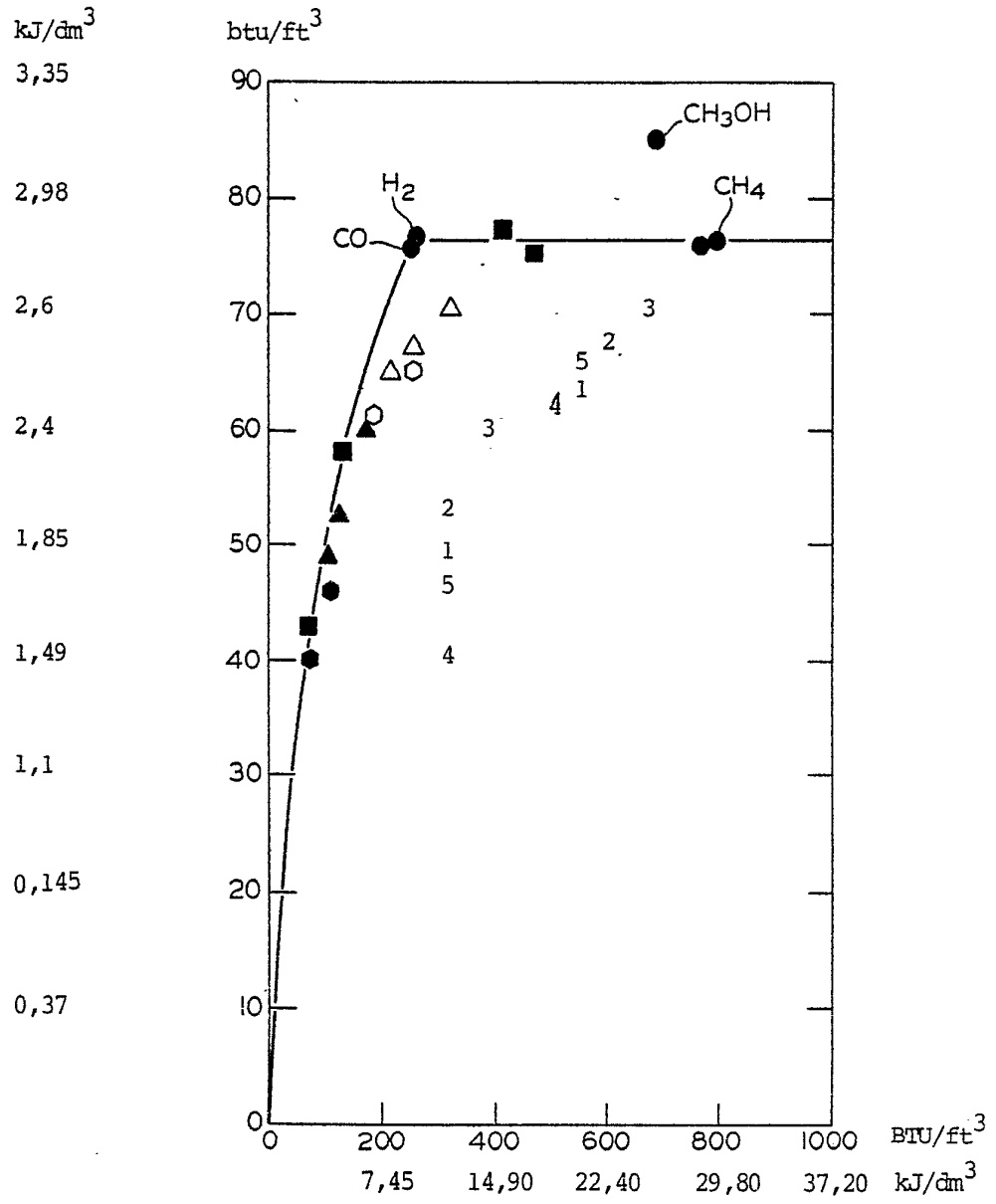


FIG.3