



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 697 31 127 T2 2006.02.23**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 0 993 499 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **697 31 127.9**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US97/10637**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **97 930 129.8**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 98/058040**

(86) PCT-Anmeldetag: **19.06.1997**

(87) Veröffentlichungstag  
der PCT-Anmeldung: **23.12.1998**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **19.04.2000**

(97) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung beim EPA: **06.10.2004**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **23.02.2006**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **C10G 51/02 (2006.01)**

**C10G 9/28 (2006.01)**

**C10G 9/32 (2006.01)**

**C10G 55/04 (2006.01)**

(73) Patentinhaber:

**ExxonMobil Research and Engineering Co.,  
Annandale, N.J., US**

(74) Vertreter:

**Uexküll & Stolberg, 22607 Hamburg**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**BE, DE, FR, GB, IT, NL**

(72) Erfinder:

**HAMMOND, G., David, Madison, US; JACOBSON,  
Mitchell, West Orange, US; PAGEL, F., John,  
Morris Plains, US; POOLE, Carl, Martin, League  
City, US; SERRAND, Willibald, D-85144 Buxheim,  
DE; GREEN, Charles, Robert, Berkeley Heights,  
US; WIEHE, Andrew, Irwin, Gladstone, US**

(54) Bezeichnung: **VERBESSERTES VERFAHREN ZUR WIRBELSCHICHTVERKOKUNG**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

**Beschreibung**

## Gebiet der Erfindung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein verbessertes Fließbett-Verkokungsverfahren, bei dem ein Rückstands-Einsatzmaterial in eine erste Stufe eingebracht wird, die aus einem Reaktor mit kurzer Dampfkontaktzeit mit einem horizontalen Bewegtbett von fluidisierten (verwirbelten) heißen Teilchen zusammengesetzt ist. Kohlenstoffhaltiges Material wird bei Kontakt mit den heißen Teilchen auf den heißen Teilchen abgelagert und ein Dampfprodukt wird gebildet. Die heißen Teilchen, die die kohlenstoffhaltigen Ablagerungen enthalten, werden in ein Fließbett-Verkokungsverfahren der zweiten Stufe eingespeist.

## Hintergrund der Erfindung

**[0002]** Obwohl Raffinerien viele Produkte herstellen, sind die am meisten erwünschten die Transportbrennstoffe Benzine, Dieselkraftstoffe und Düsenbrennstoffe, sowie leichte Brennöle, die alle hochvolumige, hochwertige Produkte sind. Während leichte Brennöle keine Transportbrennstoffe sind, sind ihre Kohlenwasserstoff-Komponenten mit Dieselkraft- und Düsenbrennstoffen austauschbar und unterscheiden sich in erster Linie in ihren Additiven. Somit ist es ein großes Ziel der Erdölraffinerien, soviel wie möglich des Barrels Rohöl in Transportbrennstoffe umzuwandeln, wie ökonomisch praktikabel ist. Man nimmt an, dass die Qualität von Rohölen langsam mit steigendem Schwefel- und Metallgehalt und steigenden Dichten schlechter wird. Größere Dichten bedeuten, dass mehr von dem Rohöl über etwa 560°C sieden wird und somit höhere Gehalte an Conradson-Kohlenstoff und/oder Metallverbindungen enthält. Historisch wurden dieses hochsiedende Material oder diese hochsiedenden Rückstände als schweres Brennstofföl verwendet, jedoch sank die Nachfrage nach diesen schweren Brennstoffölen auf Grund strengerer Umweltauflagen. Dies setzt einen höheren Schwerpunkt auf Raffinerien, um das gesamte Barrel von Rohöl zu wertvolleren Produkten mit niedrigeren Siedepunkten zu verarbeiten.

**[0003]** Verkokungsverfahren sind zur Zeit die Haupt-Raffinerieverfahren zur Umwandlung von schweren Einsatzmaterialien, wie Rückständen, zu höherwertigeren, niedriger siedenden Produkten, sind jedoch typischerweise zu scharf, um optimale Mengen von Benzin und als Destillat siedenden Produkten zu erhalten, ohne eine unerwünschte Menge an Koks und leichten Gasen herzustellen. Es wäre erwünscht, flüchtige Materialien von Rückständen vor der Verkokung zunächst zu destillieren oder zu verdampfen, um höhere Ausbeuten von solchen erwünschten Transportbrennstoffprodukten zu erhalten.

**[0004]** Die zwei Typen von Verkokung, die am häufigsten kommerziell durchgeführt werden, sind verzögerte Verkokung und Fließbettverkokung. Bei der verzögerten Verkokung wird der Rückstand in einem Ofen erwärmt und in große Trommeln überführt, die bei Temperaturen von etwa 415°C bis 540°C gehalten werden. Während einer langen Verweilzeit in der Trommel bei solchen Temperaturen wird der Rückstand zu Koks umgewandelt. Flüssige Produkte werden zur Gewinnung als "Verkokungsbenzin", "Verkokungs-Gasöl" und "Gas" von der Spitze abgezogen. Gewöhnliche Fließbett-Verkokungsverarbeitungsanlagen beinhalten typischerweise einen Verkokungsreaktor und einen Brenner. Es wird ein Mineralöl-Einsatzmaterial in den Verkokungsreaktor eingebracht, der ein Fließbett von heißen Feststoffen, vorzugsweise Koks, enthält, und wird gleichmäßig über die Oberflächen der Koksteilchen verteilt, wo es in Dämpfe und kohlenstoffhaltiges Material gecrackt wird, das auf den Teilchen abgelagert wird. Die Dämpfe werden durch Zyklone geleitet, die die Mehrzahl der eingetragenen Koksteilchen entfernen. Der Dampf wird dann in eine Waschzone entladen, wo die übrigen Koksteilchen entfernt werden und die Produkte zum Kondensieren von schweren Flüssigkeiten abgekühlt werden. Die resultierende Aufschlammung, die gewöhnlich etwa 1 bis etwa 3 Gew.-% Koksteilchen enthält, wird zur Vernichtung zurück in die Verkokungszone eingetragen.

**[0005]** Die Koksteilchen in der Verkokungszone fließen abwärts in eine Abtreibzone an der Basis des Verkokungsreaktors, wo ein Abtreibgas, wie Dampf, zur Entfernung von Zwischenproduktdämpfen aus oder zwischen den Koksteilchen sowie einigen adsorbierte Flüssigkeiten von den Koksteilchen verwendet wird. Die Koksteilchen fließen dann ein Standrohr abwärts und in ein Steigrohr das sie zu einem Brenner bewegt, wo genügend Luft eingebracht wird, um mindestens einen Teil des Kokes zu verbrennen und den Rest genügend zu erwärmen, um die Wärmanforderungen der Verkokungszone zu erfüllen, wo nicht verbrannter, heißer Koks wiederverwertet wird. Übriger Koks, über dem im Brenner Verbrauchten, wird als Produktkoks entnommen.

**[0006]** Während Fließbettverkokung kommerziell recht erfolgreich war, besteht weiterhin ein Bedarf in der Industrie am Verfahren, die die Ausbeute an Flüssigkeiten, Qualität der Flüssigkeiten oder beides erhöhen.

**[0007]** Die WO-A-97/04043 offenbart ein integriertes Verfahren zum Rückstandsveredlungs- und katalytisches Fließbettcrackverfahren. Bei diesem Verfahren wird ein Rückstands-Einsatzmaterial in einer thermischen Verfahrensanlage mit kurzer Dampfkontaktzeit veredelt, die aus einem horizontalen Bewegtbett aus fluidisierten heißen Teilchen zusammengesetzt ist. Das resultierende veredelte Produkt wird dann in eine katalytische Fließbettcrackverfahrensanlage eingespielt, wo das veredelte Produkt zu niedriger siedenden Produkte umgewandelt wird.

**[0008]** Die US-A-4 426 277 offenbart ein Fließbett-Verkokungsverfahren, bei dem ein kohlenstoffhaltiges Einsatzmaterial zunächst in einer dichten Fließbett-Erstverkokungszone verkokt wird und der Ausfluss des dichten Betts als Schwebstoff durch eine Überführungs-Zweitverkokungszone geleitet wird. Ein größerer Teil der Feststoffe wird aus dem Ausstrom des oberen Endes der Überführungsleitung abgetrennt und in eine dritte Verkokungszone geleitet, die bei einer höheren Temperatur als die anderen Verkokungszonen betrieben wird, und bei dem die erste und zweite Verkokungszonen fest sind.

**[0009]** Erfindungsgemäß wird ein zweistufiges Verfahren zur Umwandlung eines schweren, kohlenwasserstoffhaltigen Einsatzmaterials mit einem Conradson-Kohlenstoffgehalt von mindestens etwa 5 Gew.-% zu niedriger siedenden Produkten bereitgestellt, bei dem:

(a) das Einsatzmaterial teilweise zu niedriger siedenden Produkten umgewandelt wird, indem das Einsatzmaterial in die erste Stufe eingebracht wird, die in einem oder mehreren Reaktoren mit kurzer Dampfkontaktzeit durchgeführt wird, die aus einem horizontalen Fließbett aus fluidisierten heißen Teilchen zusammengesetzt ist, wobei bei Kontakt des Einsatzmaterials mit den heißen Teilchen Dampfphasenprodukte hergestellt werden und kohlenstoffhaltiges Material auf den heißen Teilchen abgelagert wird, wobei die erste Stufe durchgeführt wird: (i) bei einer Temperatur im Bereich von 450°C bis 700°C, (ii) unter solchen Bedingungen, dass die Verweilzeit der Feststoffe und die Verweilzeit des Dampfes unabhängig gesteuert werden, wobei die Verweilzeit des Dampfes weniger als etwa 2 Sekunden beträgt und die Verweilzeit der Feststoffe im Bereich vom 5 bis 60 Sekunden liegt, und

(b) teilweise umgewandeltes Einsatzmaterial weiter zu niedriger siedenden Produkten in einer zweiten Stufe umgewandelt wird, die aus einer Fließbett-Verkokungseinheit zusammengesetzt ist, die aus einem Verkokungsreaktor und einem Brenner und/oder einem Erwärmer zusammengesetzt ist, wobei der Verkokungsreaktor eine Verkokungszone, eine Waschzone oberhalb der Verkokungszone zum Sammeln von Dampfphasenprodukten und eine Abtreibzone unterhalb der Verkokungszone zum Abtreiben von Kohlenwasserstoffen von Teilchen zusammengesetzt ist, die von der Verkokungszone nach unten geführt werden, wobei die zweite Stufe durchgeführt wird durch:

(i) Führen von Dampfphasenprodukten der ersten Stufe in die Waschzone einer Fließbett-Verkokungseinheit, wobei eingeschlossene Teilchen entfernt werden und Umwandlungsprodukte über Kopf gesammelt werden,

(ii) Sammeln, aus der Waschzone, eines Stroms von leichten Produkten, die einen durchschnittlichen Siedepunkt von etwa 510°C oder weniger aufweisen,

(iii) Sammeln, von der Waschzone, eines Produktstroms mit einem durchschnittlichen Siedepunkt von höher als 510°C,

(iv) Führen, von der ersten Stufe, von Teilchen mit darauf abgelagertem kohlenstoffhaltigen Material zur Verkokungszone der Fließbett-Verkokungseinheit, durch die Abtreibzone, wo Kohlenwasserstoffe mit einem Abtreibgas abgetrieben werden,

(v) Führen eines Teils der gestrippten festen Teilchen von der Abtreibzone zum Brenner und/oder Erwärmer, der eine Verbrennungszone enthält, die aus einem Fließbett von festen Teilchen zusammengesetzt ist und bei einer Temperatur von 40 bis 200°C höher als die der Verkokungszone betrieben wird, um kohlenstoffhaltiges Material auf den Teilchen teilweise zu verbrennen, wodurch die Teilchen auf eine Temperatur oberhalb der Temperatur der Verkokungszone erwärmt werden, und

(vi) Rückführen mindestens eines Teils der erwärmten Teilchen von der Verbrennungszone zum Reaktor mit kurzer Kontaktzeit der ersten Stufe.

**[0010]** Gemäß einer bevorzugten erfindungsgemäßen Ausführungsform wird ein weiterer schwerer, kohlenwasserstoffhaltiger Einsatzmaterialstrom in die Verkokungszone eingebracht.

**[0011]** Gemäß einer weiteren bevorzugten, erfindungsgemäßen Ausführungsform wird ein Teil der heißen Teilchen von dem Brenner (und/oder Erwärmer) zur Verkokungszone der Fließbett-Verkokungseinheit geleitet.

**[0012]** Gemäß einer weiteren bevorzugten erfindungsgemäßen Ausführungsform ist das Einsatzmaterial ein Vakuumrückstand und die Fließbett-Verkokungseinheit enthält eine Verkokungszone, eine Erwär-

mungszone und eine Vergasungszone, wobei die Feststoffe von der Brenner- und/oder Erwärmungszone zur Verkokungszone zurückgeführt werden und Feststoffe von der Brenner- und/oder Erwärmungszone zur Vergasungszone zurückgeführt werden, wobei die Vergasungszone bei einer Temperatur im Bereich von etwa 870°C bis etwa 1100°C betrieben wird.

**[0013]** Die einzige Figur ist ein schematischer Fließplan einer nichteinschränkenden Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Die Figur zeigt einen horizontalen Fließbettreaktor mit einer ersten Stufe mit kurzer Kontaktzeit, gefolgt von einer Fließbett-Verkokungsverfahrensanlage der zweiten Stufe. Die Fließbett-Verkokungsanlage, die in dieser Figur gezeigt ist, enthält einen Verkokungsreaktor, einen Erwärmer und/oder Brenner (oder einen Erwärmer, der einen Brenner enthält, z. B. einen Brennstoffgasbrenner) und einen Vergaser. Es ist klar, dass die Fließbett-Verkokungseinheit auch nur aus einem Verkokungsreaktor und einem Brenner oder Erwärmer zusammengesetzt sein kann.

**[0014]** Geeignete schwere, kohlenwasserstoffhaltige Einsatzmaterialien zur Verwendung in der vorliegenden Erfindung schließen schwere kohlenwasserstoffhaltige Öle, schwere und reduzierte Mineral-Rohöle, Mineralöl-Atmosphärendestillationsrückstände, Mineralöl-Vakuumdestillations-Rückstände oder Rückstände, Pech, Asphalt, Bitumen, andere schwere Kohlenwasserstoffrückstände, Teersandöl, Schieferöl, Kohle, Kohleaufschlämmungen, flüssige Produkte, die von Kohleverflüssigungsverfahren abgeleitet sind, einschließlich Kohleverflüssigungs-Rückstände, und Mischungen davon ein. Solche Einsatzmaterialien haben typischerweise einen Conradson-Kohlenstoffgehalt von mindestens 5 Gew.-%, im Allgemeinen von etwa 5 bis 50 Gew.-%. Bezüglich des Conradson-Kohlenstoffrückstands siehe ASTM-Test D-189-165. Vorzugsweise ist das Einsatzmaterial ein Mineralöl-Vakuumrückstand.

**[0015]** Ein typisches Mineralöl-Einsatzmaterial, das für die Durchführung der vorliegenden Erfindung geeignet ist, hat die Zusammensetzungen und Eigenschaften innerhalb der unten angegebenen Bereiche.

Conradson Kohlenstoff	5 bis 40 Gew.-%
Schwefel	1,5 bis 8 Gew.-%
Wasserstoff	9 bis 11 Gew.-%
Stickstoff	0,2 bis 2 Gew.-%
Kohlenstoff	80 bis 86 Gew.-%
Metalle	1 bis 200 Gew.-ppm
Siedepunkt	340°C+ bis 650°C+
Spezifische Dichte	-10 bis 35°API

**[0016]** Es wird nunmehr Bezug auf die hier angegebene Figur genommen, wobei ein schweres, kohlenwasserstoffhaltiges Einsatzmaterial, das einen relativ hohen Anteil an Conradson-Kohlenstoff und/oder Metallkomponenten aufweist, teilweise in niedriger siedende Produkte in einer ersten Stufe umgewandelt wird, wobei das Einsatzmaterial über Leitung **10** in Reaktor mit kurzer Dampfkontaktzeit **1** geleitet wird, der ein horizontales Fließbett von fluidisierten heißen Teilchen enthält, die aus dem Erhitzer **3** über Leitung **42** erhalten werden. Es ist bevorzugt, dass die Teilchen in dem Reaktor mit kurzer Dampfkontaktzeit unter Zuhilfenahme eines mechanischen Mittels fluidisiert werden. Die Teilchen werden durch Verwendung eines fluidisierten Gases, wie Dampf, eines mechanischen Mittels und durch die Dämpfe, die sich bei der Verdampfung eines Teils des Einsatzmaterials ergeben, fluidisiert. Es ist bevorzugt, dass das mechanische Mittel ein mechanisches Mischsystem ist, das durch eine relativ hohe Mischeffektivität mit nur geringeren Anteilen an axialer Rückmischung gekennzeichnet ist. Solch ein Mischsystem wirkt wie ein Pfropfenströmungssystem mit einem Strömungsmuster, das gewährleistet, dass die Verweilzeit für alle Teilchen nahezu gleichbleibend ist. Der am meisten bevorzugte mechanische Mischer ist der von Lurgi AG Deutschland als LR-Mischer oder L-R-Flash Coker bezeichnete Mischer, der ursprünglich zur Bearbeitung von Ölschiefer, Kohle und Teersänden entwickelt wurde. Der LR-Mischer besteht aus zwei horizontal orientierten, sich drehenden Schnecken, die die Fluidisierung der Teil-

chen unterstützen. Obwohl es bevorzugt ist, dass die festen Teilchen Koksteilchen sind, können sie jedes andere hitzebeständige Material sein. Nicht limitierende Beispiele solcher anderen geeigneten feuerfesten Materialien schließen solche ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Siliciumdioxid, Aluminiumoxid, Zirkoniumoxid, Magnesiumoxid oder Mullit, synthetisch hergestellte oder natürlich vorkommende Materialien wie Bimsstein, Ton, Kieselgur, Diatomeenerde, Bauxit und dergleichen ein. Die Feststoffe haben eine durchschnittliche Teilchengröße von etwa 40 bis 1000 µm, vorzugsweise von etwa 500 bis 500 µm.

**[0017]** Wenn das Einsatzmaterial mit den heißen Fettstoffen in Kontakt kommt, die vorzugsweise eine Temperatur von 590°C bis etwa 760°C aufweisen, bevorzugter von etwa 650°C bis 700°C, wird ein größerer Teil des Einsatzmaterials verdampft. Die Verweilzeit des Dampfs in der Wärmezone mit kurzer Kontaktzeit **1** ist eine wirksame Zeit, so dass beträchtliches sekundäres Cracken nicht auftritt. Diese Zeitspanne beträgt typischerweise weniger als etwa 2 Sekunden, vorzugsweise weniger als eine Sekunde, noch bevorzugter weniger als etwa 0,5 Sekunden. Der Anteil des Einsatzmaterials, der nicht unmittelbar beim Kontakt mit den heißen Feststoffen verdampft, bildet einen dünnen Film auf den Teilchen, wo Crackreaktionen auftreten. Das führt zur Bildung von zusätzlichen Dampfprodukten und eine geringeren Menge von kohlenstoffhaltigem Material, das sich auf den heißen Teilchen abgelagert. Die Verweilzeit von Feststoffen in dem Reaktor mit kurzer Dampfkontaktzeit beträgt etwa 5 bis 60 Sekunden, vorzugsweise etwa 10 bis 30 Sekunden. Ein neuartiger Aspekt der vorliegenden Erfindung besteht darin, dass die Verweilzeit der Teilchen und die Verweilzeit der Dampfprodukte in dem Reaktor mit kurzer Dampfkontaktzeit jeweils unabhängig gesteuert werden. Die meisten Fließbettverfahren sind so ausgelegt, dass die Feststoffverweilzeit und die Dampfverweilzeit nicht unabhängig gesteuert werden können, insbesondere bei relativ kurzen Dampfverweilzeiten. Es ist bevorzugt, dass der Reaktor mit kurzer Dampfkontaktzeit so betrieben wird, dass das Verhältnis von Feststoffen zu Einsatzmaterial etwa 10 bis 1, vorzugsweise etwa 5 bis 1 beträgt. Es ist klar, dass das genaue Verhältnis von Feststoffen zu Einsatzmaterialien vorwiegend von dem Erfordernis des Wärmeabgleichs des Reaktors mit kurzer Kontaktzeit abhängt. Das Verknüpfen des Öl-zu-Feststoff-Verhältnisses mit dem Erfordernis des Wärmeabgleichs ist dem Durchschnittsfachmann bekannt und wird daher hier nicht weiter ausgeführt. Eine geringere Menge des Einsatzmaterials wird auf den Teilchen abgelagert, um brennbares kohlenstoffhaltiges Material zu bilden. Metallkomponenten werden auch auf den Teilchen abgelagert. Daher enthält der verdampfte Anteil, der aus Wärmeinheit **1** über Leitung **11** einen geringeren Anteil von sowohl Conradson-Kohlenstoff als auch Metallen, im Vergleich zum ursprünglichen Einsatzmaterial. Verwendung dieser ersten Stufe in Kombination mit Fließbettverkokung der zweiten Stufe resultiert in erhöhten Flüssigkeitsausbeuten und verminderten Gas- und Koksbeuten, im Vergleich zu lediglich Fließbettverkokung.

**[0018]** Sowohl der verdampfte Produktstrom als auch die Feststoffe werden zu einer zweiten Stufe geführt, der Fließbettverkokungsstufe, über Leitungen **11** bzw. **15**, zum Raum **13** zwischen dem Kopf des Feststoff-Fließbetts **14** im Verkokungsreaktor **2** und dem Wäscher **25**. Die Feststoffe fließen abwärts durch den Reaktor **2**, passieren die Abtreibzone **17**, zu Erwärmer **3**. Der verdampfte Produktstrom läuft durch Zyklonsystem **20**, in dem eingeschlossene Feststoffe entfernt werden und zu dem Feststoff-Fließbett durch Dipleg **22** zurückgeführt werden. Ein leichter Produktstrom, der aus Dampf und (510°C-)-Fraktionen zusammengesetzt ist, wird über Kopf über Leitung **28** gesammelt. Ein schwerer Strom, der aus einer (500°C+)-Fraktion zusammengesetzt ist, wird über Leitung **26** gesammelt, von dem zumindest ein Teil über Leitung **27** in den Reaktor mit kurzer Dampfkontaktzeit **1** zurückgeführt werden kann.

**[0019]** Die Fließbett-Verkokungsanlage kann irgendeine konventionelle Fließbettverkokungsverfahrensanlage sein und deren spezielle Konfiguration ist erfindungsgemäß nicht kritisch. Zu Illustrationszwecken ist eine Fließbett-Verkokungsverfahreneinheit gezeigt, die aus einem Verkokungsreaktor, einem Erwärmer und einem Vergaser besteht. Breit ausgedrückt schreitet der Betrieb der Verkokungsanlage wie folgt fort: Ein schweres, kohlenwasserstoffhaltiges Einsatzmaterial wird über Leitungen **10a** und **27** zur Verkokungszone **12** des Verkokungsreaktors **2** geführt, wobei die Verkokungszone ein Fließbett von festen oder sogenannten "Keim"-Teilchen mit einer Obergrenze, die bei **14** angegeben ist, enthält. Ein fluidisierendes Gas, z. B. Dampf, wird an der Basis des Verkokungsreaktors **2** über Leitung **16** in Abtreibzone **17** des Verkokungsreaktors in einer ausreichenden Menge zugegeben, um eine Oberflächenfluidisierungsgeschwindigkeit zu erhalten. Solch eine Geschwindigkeit liegt typischerweise im Bereich von 0,5 bis 5 ft/s. Ein Teil des zersetzten Einsatzmaterials bildet eine Schicht aus frischem Koks oder kohlenstoffhaltigem Material auf den heißen, fluidisierten Teilchen. Die Feststoffe werden teilweise von frischem Koks und eingeschlossenen Kohlenwasserstoffen in Abtreibzone **13** durch Verwendung eines Abtreibgases, vorzugsweise Dampf, gestrippt und über Leitung **18** zu Erwärmer **3** geführt, der bei einer Temperatur von etwa 40°C bis 200°C, vorzugsweise von etwa 65°C bis 175°C und insbesondere 65°C bis 120°C oberhalb der tatsächlichen Betriebstemperatur der Verkokungszone betrieben wird.

**[0020]** Der Druck in der Verkokungszone wird im Bereich von etwa 0 bis 150 psi Überdruck, vorzugsweise im

Bereich von etwa 5 bis 45 psi Überdruck gehalten. Umwandlungsprodukte aus sowohl dem Reaktor mit kurzer Dampfkontaktzeit als auch der Verkokungszone werden durch das Zyklonsystem **20** des Verkokungsreaktors geführt, um eingeschlossene Feststoffe zu entfernen, die über Dipleg **22** zur Verkokungszone zurückgeführt werden. Die Dämpfe verlassen den Zyklon über Leitung **24** und werden in den Wäscher **25** geleitet, der eine Waschzone an der Spitze des Verkokungsreaktors enthält. Wenn gewünscht kann ein Strom von schweren Materialien, die im Wäscher kondensiert werden, über Leitungen **26** bzw. **27**, in entweder den Reaktor mit kurzer Dampfkontaktzeit **1** oder dem Verkokungsreaktor **2** zurückgeführt werden. Die Verkoker-Umwandlungsprodukte werden von dem Wäscher **25** über Leitung **28** zur Fraktionierung in einer konventionellen Weise entfernt.

**[0021]** In Erhitzer **3** wird gestrippten Koks von der Abtreibzone **17** des Verkokungsreaktors **2** (kalter Koks) über Leitung **18** in ein Fließbett von heißem Koks geleitet, dass ein durch **30** angedeutetes oberes Niveau aufweist. Das Bett wird teilweise erwärmt, indem ein Brennstoffgas in den Erhitzer über Leitung **32** geleitet wird. Zusätzliche Wärme wird zu dem Erwärmer durch Koks geliefert, das vom Vergaser **4** über Leitung **34** zirkuliert. Der gasförmige Ausfluss vom Erwärmer, einschließlich eingeschlossenen Feststoffen, wird durch ein Zyklonsystem geführt, das ein erster Zyklon **36** und ein zweiter Zyklon **38** sein kann, wo die Abtrennung der größeren eingeschlossenen Feststoffe stattfindet. Die abgetrennten größeren Feststoffe werden durch das Erwärmerbett über die entsprechenden Zyklonabtropfer **39** zurückgeführt. Der erhitzte gasförmige Ausfluss, der eingeschlossene Feststoffe enthält, wird vom Erhitzer **3** über Leitung **40** entfernt.

**[0022]** Wie bereits erwähnt, wird heißer Koks vom Fließbett in Erwärmer **3** entfernt und zum Reaktor mit kurzer Dampfkontaktzeit **1** über Leitung **42** zurückgeführt, dann zum Verkokungsreaktor **2**, um sowohl dem Reaktor mit kurzer Dampfkontaktzeit als auch dem Verkokungsreaktor Wärme zu liefern. Es ist klar, dass ein Teil des heißen Kokses auch direkt zur Verkokungszone **12** geführt werden kann. Ein weiterer Teil des Kokses wird aus Erwärmer **3** entnommen und über Leitung **44** zu einer Vergasungszone **46** in den Vergaser **4** geführt, in dem ebenfalls ein Feststoff-Fließbett auf einem durch **48** angedeuteten Niveau gehalten wird. Wenn gewünscht kann ein gespülter Strom von Koks von Erwärmer **3** über Leitung **50** entnommen werden.

**[0023]** Die Vergasungszone wird bei einer Temperatur im Bereich von etwa 870°C bis 1100°C, bei einem Überdruck im Bereich von etwa 0 bis 150 psi, vorzugsweise bei einem Überdruck im Bereich von etwa 25 bis etwa 45 psi gehalten. Dampf wird über Leitung **52** und ein Sauerstoff-enhaltendes Gas, wie Luft, kommerzieller Sauerstoff oder mit Sauerstoff angereicherte Luft über Leitung **54**, über Leitung **56** in den Vergaser **4** geführt. Die Reaktion der Koksteilchen in der Vergasungszone mit dem Dampf und dem Sauerstoff enthaltenden Gas erzeugt ein Wasserstoff und Kohlenmonoxid enthaltendes Brennstoffgas. Das vergaste Produktgas, das etwas eingeschlossene Feststoffe enthalten kann, wird über Kopf vom Vergaser **4** durch Leitung **32** entfernt und in den Erwärmer **3** eingebracht, um einen Teil der erforderlichen Wärme wie zuvor beschrieben, bereitzustellen.

**[0024]** Wie zuvor erwähnt hätte man, obwohl die vorliegende Erfindung durch eine Verfahrensanlage illustriert wurde, die aus einem Verkokungsreaktor, einem Erwärmer und einem Vergaser zusammengesetzt ist, sie gleichwohl durch eine Fließbett-Vergasungsverfahrensanlage veranschaulichen können, die nur einen Verkokungsreaktor und einen Brenner enthält. Beide diese Typen von Fließbett-Verkokungseinheiten sind dem Durchschnittsfachmann sehr gut bekannt und es ist somit nicht notwendig, sie detailliert in Bezug auf ihre vorhandene Ausstattung, wie Ventile, Kompressoren, Pumpen, etc. zu beschreiben.

### Patentansprüche

1. Zweistufiges Verfahren zur Umwandlung eines schweren, kohlenwasserstoffhaltigen Einsatzmaterials mit einem Conradson-Kohlenstoffgehalt von mindestens etwa 5 Gew.-% zu niedriger siedenden Produkten, bei dem:

(a) das Einsatzmaterial teilweise zu niedriger siedenden Produkten umgewandelt wird, indem das Einsatzmaterial in die erste Stufe eingebracht wird, die in einem oder mehreren Reaktoren mit kurzer Dampfkontaktzeit durchgeführt wird, die aus einem horizontalen Fließbett aus fluidisierten heißen Teilchen zusammengesetzt ist, wobei bei Kontakt des Einsatzmaterials mit den heißen Teilchen Dampfphasenprodukte hergestellt werden und kohlenstoffhaltiges Material auf den heißen Teilchen abgelagert wird, wobei die erste Stufe durchgeführt wird: (i) bei einer Temperatur im Bereich von 450°C bis 700°C, (ii) unter solchen Bedingungen, dass die Verweilzeit der Feststoffe und die Verweilzeit des Dampfes unabhängig gesteuert werden, wobei die Verweilzeit des Dampfes weniger als 2 Sekunden beträgt und die Verweilzeit der Feststoffe im Bereich vom 5 bis 60 Sekunden liegt, und

(b) teilweise umgewandeltes Einsatzmaterial weiter zu niedriger siedenden Produkten in einer zweiten Stufe umgewandelt wird, die aus einer Fließbett-Verkokungseinheit zusammengesetzt ist, die aus einem

Verkokungsreaktor und einem Brenner und/oder einem Erwärmer zusammengesetzt ist, wobei der Verkokungsreaktor eine Verkokungszone, eine Waschzone oberhalb der Verkokungszone zum Sammeln von Dampfphasenprodukten und eine Abtreibzone unterhalb der Verkokungszone zum Abtreiben von Kohlenwasserstoffen von Teilchen zusammengesetzt ist, die von der Verkokungszone nach unten geführt werden, wobei die zweite Stufe durchgeführt wird durch:

- (i) Führen von Dampfphasenprodukten von der ersten Stufe in die Waschzone einer Fließbett-Verkokungsverfahrenseinheit, in der eingeschlossene Teilchen entfernt werden und Umwandlungsprodukte über Kopf gesammelt werden,
- (ii) Sammeln, aus der Waschzone, eines Stroms von leichten Produkten, die einen durchschnittlichen Siedepunkt von etwa 510°C oder weniger aufweisen,
- (iii) Sammeln, von der Waschzone, eines Produktstroms mit einem durchschnittlichen Siedepunkt von höher als 510°C,
- (iv) Führen, von der ersten Stufe, von Teilchen mit darauf abgelagerten kohlenstoffhaltigen Material zu der Verkokungszone der Fließbett-Verkokungsverfahrenseinheit, durch die Abtreibzone, wo Kohlenwasserstoffe mit einem Abtreibgas abgetrieben werden,
- (v) Führen eines Teils der gestrippten festen Teilchen von der Abtreibzone zum Brenner und/oder Erwärmer, der eine Verbrennungszone enthält, die aus einem Fließbett von festen Teilchen zusammengesetzt ist und bei einer Temperatur von 40 bis 200°C höher als die der Verkokungszone betrieben wird, um kohlenstoffhaltiges Material auf den Teilchen teilweise zu verbrennen, wodurch die Teilchen auf eine Temperatur oberhalb der Temperatur der Verkokungszone erwärmt werden, und
- (vi) Rückführen mindestens eines Teils der erwärmten Teilchen von der Verbrennungszone zu dem Reaktor mit kurzer Kontaktzeit der ersten Stufe.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die erwärmten Teilchen von dem Verbrenner und/oder Erwärmer zu der Verkokungszone geführt werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, bei dem die Verweilzeit des Dampfs der ersten Stufe weniger als eine Sekunde beträgt.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem das Einsatzmaterial Vakuumrückstand ist.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei dem die Verweilzeit von Feststoffen der ersten Stufe im Bereich von 10 bis 30 Sekunden liegt.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei dem der Reaktor mit kurzer Kontaktzeit der ersten Stufe eine Einheit ist, bei der ein mechanisches Mittel verwendet wird, um die Teilchen bei der Fluidisierung zu unterstützen.

7. Verfahren nach Anspruch 6, bei dem das mechanische Mittel aus einem Satz von horizontal angeordneten Schnecken innerhalb des Reaktors mit kurzer Dampfkontaktzeit zusammengesetzt ist.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

