



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**17.06.2015 Patentblatt 2015/25**

(51) Int Cl.:  
**C10J 3/66 (2006.01) C10K 1/00 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **14004094.0**

(22) Anmeldetag: **04.12.2014**

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

- **Heidrich, Thomas**  
**09600 Niederschöna OT Hetzdorf (DE)**
- **Gaube, Gerald**  
**01279 Dresden (DE)**
- **Tatschke, Ralf**  
**09599 Freiberg (DE)**

(30) Priorität: **11.12.2013 DE 102013020792**

(71) Anmelder: **Linde Aktiengesellschaft**  
**80331 München (DE)**

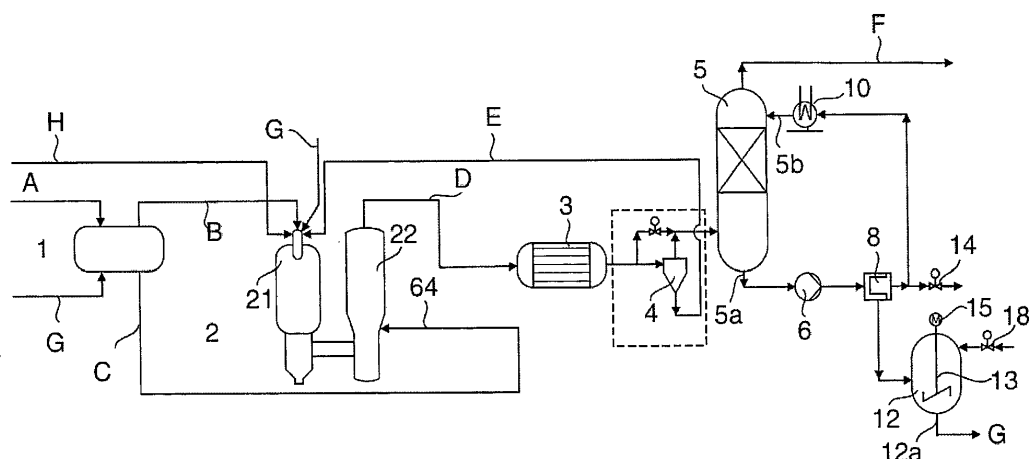
(72) Erfinder:  
• **Halang, Sven**  
**09599 Freiberg (DE)**

(74) Vertreter: **Kasseckert, Rainer**  
**Linde AG**  
**Legal Services Intellectual Property**  
**Dr.-Carl-von-Linde-Strasse 6-14**  
**82049 Pullach (DE)**

(54) **Verfahren und Anlage zur Vergasung von festem, organischem Einsatzmaterial**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur zumindest teilweisen Vergasung von festem organischem Einsatzmaterial (A), bei dem aus dem Einsatzmaterial (A) in einem Niedertemperaturvergaser (1) durch Schwelen ein teerhaltiges Schwelgas gewonnen wird, und das Schwelgas (B) anschließend in einem Hochtemperaturvergaser (2) durch partielle Oxidation und anschließend teilweise Reduktion zu einem Synthesegas (D) umge-

setzt wird, wobei das in dem Hochtemperaturvergaser (2) erzeugte Synthesegas (D) in einer Entstaubungseinrichtung (4) entstaubt und in einem Nasswäscher (5) einer Nasswäsche unter Verwendung einer Waschflüssigkeit unterzogen wird, wobei bei der Nasswäsche vom Synthesegas abgetrennter Restkoks zur Unterstützung der Reduktion dem Hochtemperaturvergaser (2) zugeführt wird.



**Fig. 1**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Anlage zur zumindest teilweisen Vergasung von festem, organischem Einsatzmaterial, insbesondere von Biomasse, mit einem Niedertemperaturvergaser und einem Hochtemperaturvergaser.

### Stand der Technik

**[0002]** Verfahren zur Herstellung von Synthesegas aus festem, organischem Einsatzmaterial, auch kurz als Vergasungsverfahren bezeichnet, sind bekannt. Vorteilhafterweise kommen als Einsatzmaterial für solche Verfahren Kohle oder Biomasse zum Einsatz. Bei Biomassevergasungsverfahren werden beispielsweise Alt- und Waldrestholz oder sogenannte Energiehölzer, aber auch Agrarreststoffe wie Stroh oder Häcksel verwendet.

**[0003]** Durch eine Vergasung von Biomasse zu Synthesegas mit nachgeschalteten Verfahrensschritten (sogenannte Biomass-to-Liquids-Verfahren, BTL) kann beispielsweise synthetischer Biokraftstoff gewonnen werden, der in seinen physikochemischen Eigenschaften bekannten Gas-to-Liquids-(GTL-) und Coal-to-Liquids-(CTL-)Kraftstoffen ähnlich ist. Ein Beispiel einer Anlage zur Herstellung von BTL-Kraftstoffen ist bei Kiener, C. und Bilas, I.: Synthetischer Biokraftstoff der zweiten Generation. Weltweit erste kommerzielle BTL-Produktionsanlage. Energy 2.0, Juli 2008, S. 42 - 44, gezeigt.

**[0004]** Verfahren und Anlagen zur zumindest teilweisen Vergasung von festem, organischen Einsatzmaterial sind auch beispielsweise aus EP 0 745 114 B1, DE 41 39 512 A1 und DE 42 09 549 A1 bekannt. Die vorliegende Anmeldung betrifft hierbei solche Verfahren bzw. Anlagen, die einen Niedertemperaturvergaser und einen Hochtemperaturvergaser aufweisen, wie nachfolgend erläutert. Gegenüber anderen Verfahren ermöglichen diese u.a. einen niedrigeren Verbrauch an Einsatzmaterial und weisen einen höheren Kaltgaswirkungsgrad auf.

**[0005]** In einem Niedertemperaturvergaser wird das Einsatzmaterial, beispielsweise Biomasse, durch Teilvergasung mit einem Vergasungsmittel bei Temperaturen zwischen ca. 300 °C und 600 °C zu Koks (im Fall von Biomasse sogenanntem Biokoks) und Schwelgas umgesetzt. Die Umsetzung wird im Rahmen dieser Anmeldung als "Schwelen" bezeichnet. Schwelen zeichnet sich bekanntermaßen durch unterstöchiometrisches Sauerstoffangebot und damit eine unvollständige Verbrennung bei vergleichsweise geringer Temperatur aus.

**[0006]** Das Schwelgas wird anschließend in eine Brennkammer des Hochtemperaturvergasers überführt und dort mit einem sauerstoffhaltigen Gas, beispielsweise mit mehr oder weniger reinem Sauerstoff, aber auch mit Luft und/oder sauerstoffhaltigen Abgasen, z.B. aus Gasturbinen oder Verbrennungsmotoren, partiell oxidiert. Durch diese Oxidation freiwerdende Wärme bewirkt einen Temperaturanstieg auf 1.200 °C bis 2.000 °C, beispielsweise 1.400 °C. Bei derartigen Bedingungen

werden in dem Schwelgas enthaltene Aromaten, Teere und Oxoverbindungen vollständig zersetzt. Hierdurch bildet sich ein Synthesegas, das im Wesentlichen nur noch Kohlenmonoxid, Wasserstoff, Kohlendioxid und Wasserdampf aufweist. Das Synthesegas kann an dieser Stelle auch als (Synthese-)Rohgas bezeichnet werden.

**[0007]** In einer weiteren Stufe, beispielsweise in einer in dem Hochtemperaturvergaser integrierten oder in einer diesem nachgeschalteten Quencheinheit, kann das auf diese Weise erzeugte Synthesegas mit Koks aus dem Niedertemperaturvergaser in Kontakt gebracht werden. Der Koks kann zuvor gesondert (z.B. durch Mahlen und Sichten) aufbereitet und dann in die Quencheinheit eingebracht werden. Durch endotherme Reaktionen zwischen Koks und Synthesegas (sogenannten chemischem Quench) wird letzteres auf eine Temperatur von beispielsweise 800 °C bis 1200 °C abgekühlt. Dies bewirkt auch eine teilweise Umsetzung des Kohlendioxids zu Kohlenmonoxid.

**[0008]** Das auf diese Weise erzeugte kohlenmonoxidreiche Synthesegas kann anschließend weiter konditioniert werden. Die Konditionierung umfasst beispielsweise eine weitere Abkühlung, eine Entstaubung, eine Verdichtung und/oder die Abtrennung von Restkohlendioxid.

**[0009]** Bei der Abkühlung des kohlenmonoxidreichen Synthesegases (Rohgases) vor der Entstaubung kommt es zu einer Kondensation von im Rohgas vorhandenen gasförmigen Alkalien auf der Oberfläche der Kokspartikel.

**[0010]** Als Entstaubungseinrichtung wird beispielsweise ein Zyklon verwendet. In der Entstaubungseinrichtung wird der in der Quencheinheit teilweise abreagierte Koks (Restkoks) abgetrennt, und kann der Oxidationseinheit des Hochtemperaturvergasers wieder zugeführt werden. Im nachgeschalteten Gaswäscher wird der Synthesegasstrom mit einem Waschflüssigkeitsstrom in Kontakt gebracht, um unerwünschte Bestandteile des Synthesegasstroms in die Flüssigkeit aufzunehmen. Gereinigtes und konditioniertes Synthesegas wird anschließend der Anlage entnommen.

**[0011]** Der in der Entstaubungseinrichtung vom Synthesegas abgetrennte Restkoks wird typischerweise mittels Kühlschnecken gekühlt und über eine Behälter-schleuse aus der Entstaubungseinrichtung, bzw. aus der Druckatmosphäre, in der dieser sich befindet, ausgeschleust.

**[0012]** Um eine Alkaliaufkonzentration aufgrund von rückgeführtem Restkoks in der Oxidationseinheit des Hochtemperaturvergasers zu vermeiden, wird gemäß dem Stand der Technik nur ein Teil des Restkokses rückgeführt. Ein weiterer Teil des Restkokses muss verworfen, d. h. ohne weitere Verwendung aus der Anlage entfernt werden.

**[0013]** Dies führt zu verschiedenen Nachteilen. Zunächst ist der Wirkungsgrad des Gesamtsystems aufgrund einer teilweisen Nicht-Verwertung von Restkoks vermindert. Die Entfernung von Restkoks aus der Anlage erweist sich als relativ kompliziert und störanfällig.

Schließlich muss der verworfene Restkoks entsorgt werden, was zu weiteren Kostensteigerungen führt.

**[0014]** Aufgabe der Erfindung ist daher eine wirksame Verwertung von Restkoks.

#### Offenbarung der Erfindung

**[0015]** Erfindungsgemäß werden ein Verfahren und eine Anlage zur zumindest teilweisen Vergasung von festem, organischem Einsatzmaterial, insbesondere von Biomasse, mit einem Niedertemperaturvergaser und einem Hochtemperaturvergaser mit den Merkmalen der unabhängigen Patentansprüche vorgeschlagen. Bevorzugte Ausführungsformen sind Gegenstand der Unteransprüche und der nachfolgenden Beschreibung.

#### Vorteile der Erfindung

**[0016]** Die Erfindung geht von einem bekannten Verfahren zur zumindest teilweisen Vergasung von festem, organischem Einsatzmaterial, beispielsweise Biomasse, aus. Aus dem Einsatzmaterial wird in einem Niedertemperaturvergaser durch Schwelen ein teerhaltiges Schwelgas gewonnen, wie zuvor erläutert. Das Schwelgas wird anschließend in einem Hochtemperaturvergaser durch partielle Oxidation und anschließend teilweise Reduktion zu einem Synthesegas umgesetzt und stromab des Hochtemperaturvergasers in entsprechenden Aufbereitungseinrichtungen weiter aufbereitet.

**[0017]** Die vorliegende Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass sie eine effektivere Rückführung und damit Verwertung von Restkoks gestattet. Durch die erfindungsgemäße Reinigung von Restkoks in einem Nasswäscher, und Rückführung dieses einer Nasswäsche unterzogenem Restkoks in den Hochtemperaturvergaser ist z. B. eine vollständige Rückführung des Restkoks möglich.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche

**[0018]** Es ist besonders bevorzugt, dass der bei der Nasswäsche abgetrennte Restkoks dem Hochtemperaturvergaser in Form eines Slurry zugeführt wird. Unter dem Begriff Slurry wird eine Suspension von Restkokspartikeln in einer geeigneten Flüssigkeit, insbesondere Wasser, verstanden. Die Handhabung eines derartigen Slurry, insbesondere die Zwischenspeicherung und die Rückführung zum Hochtemperaturvergaser, erweisen sich als besonders unaufwändig.

**[0019]** Vorteilhafterweise werden im Rahmen der Nasswäsche gelöste Alkalien wenigstens teilweise mit einer Überschuss-Waschflüssigkeit abgezogen. Durch ein derartiges Abziehen von Überschuss-Waschflüssigkeit kann ein tolerierbarer Alkaligehalt des Slurry in wirksamer Weise eingestellt werden.

**[0020]** Zweckmäßigerweise wird auch beim Entstauben in der Entstaubungseinrichtung anfallender Rest-

koks vom Synthesegas getrennt, und wenigstens teilweise zur Unterstützung der Reduktion dem Hochtemperaturvergaser zugeführt. Die Kombination einer (trockenen) Restkoksrückführung mit einer (nassen) Restkoks-Slurry-Rückführung in den Hochtemperaturvergaser erweist sich als besonders vorteilhaft, da je nach konkreten Betriebsbedingungen Variationsmöglichkeiten denkbar sind. Es ist beispielsweise möglich, vollständig auf die trockene Abscheidung von Restkoks aus dem Synthesegas zu verzichten. Hierbei wird dann der gesamte Restkoks über den Slurry abgeschieden und zurückgeführt. Es ist gleichfalls möglich, einen großen Teil des Restkoks, insbesondere den größten Teil des Restkoks, z. B. 60 %, 70 %, 80 %, 90 % oder 95 %, trocken über den Zyklon abzuschneiden und dem Hochtemperaturvergaser zuzuführen. Das Slurry-System behandelt in diesem Fall nur die Menge an Restkoks, die der Zyklon nicht abscheidet. In dieser Variante dient das System in erster Linie dazu, die Koksbelastung des Abwassers zu senken.

**[0021]** Vorteilhafterweise wird der Restkoks-Slurry über einen Filter in einen Restkoks-Slurry-Behälter eingebracht. Ein derartiger Behälter kann in einfacher Weise zum Zwischenspeicher von Restkoks-Slurry eingesetzt werden.

**[0022]** Ein Druck innerhalb des Restkoks-Slurry-Behälters ist in besonders einfacher Weise mittels Beaufschlagung mit einem Inertgas, wie etwa Stickstoff oder Kohlendioxid, einstellbar.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

#### **[0023]**

Figur 1 zeigt eine erste bevorzugte Ausführungsform einer Anlage, die zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens eingerichtet ist, in schematischer Darstellung.

#### Ausführungsform der Erfindung

**[0024]** In Figur 1 ist eine Anlage dargestellt, welche zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens eingerichtet ist. Die Anlage umfasst einen Niedertemperaturvergaser 1 und einen Hochtemperaturvergaser 2.

**[0025]** In den Niedertemperaturvergaser 1 kann ein festes organisches Einsatzmaterial A, beispielsweise Biomasse wie Holz oder entsprechende Abfälle, wie zuvor erläutert, eingespeist werden. Der Niedertemperaturvergaser 1 ist zum Verschwelen des festen organischen Einsatzmaterials A eingerichtet. Hierzu kann der Niedertemperaturvergaser 1 extern, d.h. allotherm, beispielsweise auf 300 bis 600 °C aufgeheizt werden. Die Bereitstellung der Wärme kann beispielsweise durch die Abwärme des Hochtemperaturvergasers 2 erfolgen. Des Weiteren kann der Niedertemperaturvergaser 1 auch autotherm, beispielsweise durch Teiloxidation des im festen organischen Einsatzmaterials A befindlichen Kohlenstoffes mit

einem separat zugeführten Sauerstoff G aufgeheizt werden.

**[0026]** Über eine Leitung kann aus dem Niedertemperaturvergaser 1 ein Schwelgas B ausgeleitet und in den Hochtemperaturvergaser 2 überführt werden. Der Hochtemperaturvergaser 2 ist zweiteilig ausgebildet. Er umfasst eine Oxidationseinheit 21 und eine Quencheinheit 22. In der Oxidationseinheit 21 wird das Schwelgas B mit einem zugeführten sauerstoffhaltigen Gas H teilweise oxidiert, wodurch sich Temperaturen von beispielsweise 1.400 °C bis 2.000 °C ergeben. In der Quencheinheit 22 wird das Synthesegas D mit Pyrolysekoks C aus dem Niedertemperaturvergaser 10 in Kontakt gebracht. Durch endotherme Reaktionen (sog. chemischer Quench) zwischen diesem Pyrolysekoks C und dem Synthesegas D wird letzteres beispielsweise auf eine Temperatur von 800 °C bis 1200 °C abgekühlt. Dies bewirkt auch eine teilweise Umsetzung von im Synthesegas D vorhandenem Kohlendioxid zu Kohlenmonoxid.

**[0027]** Das auf diese Weise erzeugte kohlenmonoxidreiche Synthesegas D wird anschließend in einer der Quencheinheit 22 nachgeschalteten Kühleinrichtung 3 beispielsweise auf eine Temperatur von 600 bis 800°C abgekühlt. Bei einer derartigen Abkühlung kommt es zu einer Kondensation von Alkalien, die zunächst in gasförmigem Zustand im Synthesegas D vorliegen, auf der Oberfläche des im Synthesegas noch vorhandenen Kokes..

**[0028]** Der Kühleinrichtung 3 nachgeschaltet sind eine Entstaubungseinrichtung 4, beispielsweise ein Zyklon, und ein Nasswäscher 5. In der Entstaubungseinrichtung 4 wird der in der Quencheinheit 22 teilweise abreagierte Koks, der sogenannte Restkoks E, abgetrennt und zur Oxidationseinheit 21 des Hochtemperaturvergasers 2 geleitet.

**[0029]** Im nachgeschalteten Nasswäscher 5 wird der Synthesegasstrom mit einem Waschflüssigkeitsstrom, insbesondere Wasser, in Kontakt gebracht, um unerwünschte Bestandteile des Synthesegasstroms in die Flüssigkeit aufzunehmen. Ausreichend gereinigtes und konditioniertes Synthesegas F kann anschließend der Anlage entnommen und nachgeschalteten Verfahren, beispielsweise zur Gewinnung von synthetischen Biokraftstoffen, zugeführt werden.

**[0030]** Durch die in dem Nasswäscher 5 erfolgende Kontaktierung von kontaminiertem Synthesegas mit Waschflüssigkeit (beispielsweise Wasser erhält man, neben dem gereinigten Synthesegas, eine kontaminierte Waschflüssigkeit. Hierbei werden Alkalien, welche auf verbleibenden Restkokspartikeln kondensiert sind, in der Waschflüssigkeit gelöst. Die kontaminierte Waschflüssigkeit enthält somit insbesondere Restkokspartikel, gelöste Alkalien und andere wasserlösliche Bestandteile des Rohsynthesegases.

**[0031]** Es ist ferner ein Kreislauf für Waschflüssigkeit vorgesehen, über den an einem Ausgang 5a des Nasswäschers Waschflüssigkeit entnommen, und nach Durchlaufen des Kreislaufs an einem Eingang 5b wieder

in den Nasswäscher eingebracht werden kann. In diesem Kreislauf ist eine Kreislaufpumpe 6, ein rückspülbarer Filter 8 sowie ein Kreislaufkühler 10 vorgesehen.

**[0032]** Dieser Waschmittelkreislauf dient zum Abzug von Waschflüssigkeit, welche, wie erwähnt, insbesondere gelöste Alkalien und Restkoks enthält. Mittels des Filters 8 wird in der Waschflüssigkeit vorhandener Restkoks ausgefiltert, und einem Restkoks-Slurry-Behälter 12 zugeführt. Das Waschwasser mit den hierin gelösten Alkalien passiert den Filter 8, und kann entweder über ein Ventil 14 als Überschusswasser aus dem System abgezogen werden, oder über den Kreislaufkühler 10 und den Eingang 5b wieder dem Nasswäscher 5 zugeführt werden.

**[0033]** Der Restkoks-Slurry-Behälter 12 ist zur Bereitstellung eines Slurrys einer gewünschten Viskosität mit einer entsprechenden Flüssigkeit, beispielsweise Wasser, beaufschlagbar. Der Restkoks-Slurry-Behälter ist mit einer Mischeinrichtung 13, welche über einen Motor 15 antreibbar ist, vorgesehen. Über ein Ventil 18 kann dem Restkoksslurry-Behälter 12 ein Inertgas zugeführt werden, wodurch ein gewünschter Druck in dem Behälter bereitstellbar ist. Bei Bedarf wird Restkoks-Slurry G über einen Ausgang 12a aus dem Restkoks-Slurry-Behälter abgezogen und dem Hochtemperaturvergaser 2 zugeführt. Die Verbindung zwischen dem Ausgang 12a und der Oxidationseinheit 21 des Hochtemperaturvergasers ist nicht im Einzelnen dargestellt.

**[0034]** Die optionale Entstaubungseinrichtung 4 ist mittels einer Bypassleitung 20, in welcher ein Ventil 22 vorgesehen ist, teilweise oder vollständig umgehbar. Insbesondere bei vollständiger Umgehung der Entstaubungseinrichtung 4 (beispielsweise durch vollständige Öffnung des Ventils 22) kann auf eine trockene Abscheidung von Restkoks mittels der Entstaubungseinrichtung vollständig verzichtet werden, wobei in diesem Fall der gesamte Restkoks über die Leitung 20 (zusammen mit dem Synthesegas) in den Nasswäscher 5 eingeführt wird. Beispielsweise durch Einstellung des Ventils 22 kann in einfacher Weise bestimmt werden, welcher Anteil von Synthesegas über die Entstaubungseinrichtung, und welcher ein Teil von Synthesegas unter Umgehung der Entstaubungseinrichtung direkt in den Nasswäscher 5 eingeführt werden soll.

**[0035]** Bei vollständiger Schließung des Ventils 22 wird beispielsweise der größte Teil des Restkokses weiterhin über die Entstaubungseinrichtung 4 abgeschieden. In diesem Fall behandelt das Slurry-System nur die Menge, die die Entstaubungseinrichtung 4 nicht abscheidet. Bei dieser Einstellung dient das System in erster Linie dazu, die Koksbelastung des Abwassers zu senken.

**[0036]** Das beschriebene Slurry-Restkokssystem ist wesentlich kostengünstiger bereitstellbar als Restkokssysteme gemäß dem Stand der Technik. Insbesondere weist ein derartiges Restkokssystem wesentlich weniger mechanisch bewegte Teile auf, und erweist sich daher als in der Praxis zuverlässiger. Das dargestellte Slurry-

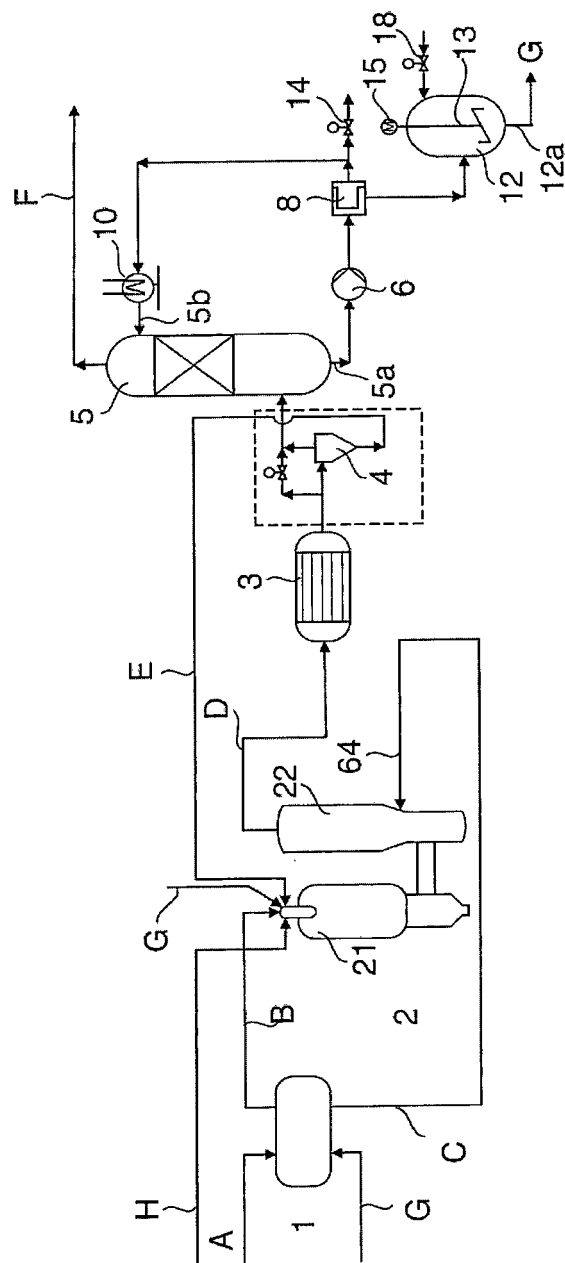
Restkokssystem ermöglicht eine Reduzierung der Belastung des Abwassers mit Koks, wodurch eine vereinfachte Abwasserbehandlung zur Verfügung gestellt ist. Der Wirkungsgrad des Vergasers insgesamt steigt, da keinerlei Koks verworfen werden muss. Es erweist sich, dass ein derartiges Slurry-Restkokssystem weniger elektrische Energie benötigt als Lösungen gemäß dem Stand der Technik.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur zumindest teilweisen Vergasung von festem organischem Einsatzmaterial (A), bei dem aus dem Einsatzmaterial (A) in einem Niedertemperaturvergaser (1) durch Schwelen ein teerhaltiges Schwelgas gewonnen wird, und das Schwelgas (B) anschließend in einem Hochtemperaturvergaser (2) durch partielle Oxidation und anschließend teilweise Reduktion zu einem Synthesegas (D) umgesetzt wird, wobei das in dem Hochtemperaturvergaser (2) erzeugte Synthesegas (D) in einer Entstaubungseinrichtung (4) entstaubt und in einem Nasswäscher (5) einer Nasswäsche unter Verwendung einer Waschflüssigkeit unterzogen wird, wobei bei der Nasswäsche vom Synthesegas abgetrennter Restkoks zur Unterstützung der Reduktion dem Hochtemperaturvergaser (2) zugeführt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei der Nasswäsche abgetrennter Restkoks dem Hochtemperaturvergaser in Form eines Slurry zugeführt wird.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Rahmen der Nasswäsche gelöste Alkalien wenigstens teilweise mit einer Überschuss-Waschflüssigkeit abgezogen werden.
4. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** beim Entstauben in der Entstaubungseinrichtung (4) anfallender Restkoks vom Synthesegas getrennt und wenigstens teilweise zur Unterstützung der Reduktion dem Hochtemperaturvergaser (2) zugeführt wird.
5. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Restkoks-Slurry über einen Filter (8) in einen Restkoks-Slurry-Behälter (12) eingebracht wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Druck innerhalb des Restkoks-Slurry-Behälters (12) mittels eines Inertgases einstellbar ist.
7. Anlage zur Durchführung eines Verfahrens nach ei-

nem der vorstehenden Ansprüche mit einem Niedertemperaturvergaser (1), einem Hochtemperaturvergaser (2), einer Gaskühlungseinrichtung (3), einer Entstaubereinrichtung (4) und einem Nasswäscher (5), wobei eine Einrichtung (8, 12) vorgesehen ist, mittels der bei der Nasswäsche vom Synthesegas abgetrennter Restkoks zur Unterstützung der Reduktion dem Hochtemperaturvergaser zugeführt werden kann.

8. Anlage nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einrichtung (8, 12) zur Bereitstellung eines restkokshaltigen Slurry ausgebildet ist.



**Fig. 1**



## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 14 00 4094

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 100 47 787 A1 (VER ENERGIEWERKE AG [DE]) 28. März 2002 (2002-03-28) * Absatz [0010] - Absatz [0015]; Abbildung 1 * * Absatz [0021] - Absatz [0025] *	1-8	INV. C10J3/66 C10K1/00
X	WO 2010/069068 A1 (ENERKEM INC [CA]; CHORNET ESTEBAN [CA]; VALSECCHI BORIS [CA]; RHEAULT) 24. Juni 2010 (2010-06-24) * Seite 19, Absatz 2 - Seite 26, Absatz 1; Abbildung 1 *	1-8	
A	US 2011/197510 A1 (EITENEER BORIS NICKOLAEVICH [US] ET AL) 18. August 2011 (2011-08-18) * das ganze Dokument *	1-8	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			C10J C10K
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 2. April 2015	Prüfer Iyer-Baldew, A
KATEGORIE DER GENANNTE DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 14 00 4094

5

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

02-04-2015

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 10047787 A1	28-03-2002	KEINE	
WO 2010069068 A1	24-06-2010	AU 2009327261 A1	30-06-2011
		CA 2688862 A1	19-06-2010
		CN 102356143 A	15-02-2012
		CN 104232168 A	24-12-2014
		EP 2376607 A1	19-10-2011
		JP 5576394 B2	20-08-2014
		JP 2012512282 A	31-05-2012
		US 2010224835 A1	09-09-2010
		WO 2010069068 A1	24-06-2010
US 2011197510 A1	18-08-2011	CN 102834492 A	19-12-2012
		US 2011197510 A1	18-08-2011
		WO 2011102925 A2	25-08-2011

EPO FORM P0461

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



## IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

### In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 0745114 B1 [0004]
- DE 4139512 A1 [0004]
- DE 4209549 A1 [0004]

### In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- **KIENER, C. ; BILAS, I.** Synthetischer Biokraftstoff der zweiten Generation. Weltweit erste kommerzielle BTL-Produktionsanlage. *Energy 2.0*, Juli 2008, 42-44 [0003]