

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
9. April 2009 (09.04.2009)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2009/043540 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:

**C10K 1/20** (2006.01)      **C01B 3/02** (2006.01)  
**C10J 3/00** (2006.01)      **C21B 13/00** (2006.01)  
**C01B 3/56** (2006.01)      **B01D 53/10** (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2008/008194

(22) Internationales Anmeldedatum:  
26. September 2008 (26.09.2008)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2007 046 260.5  
26. September 2007 (26.09.2007) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): **UHDE GMBH** [DE/DE]; Friedrich-Uhde-Str. 15,  
44141 Dortmund (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **KOWOLL, Johannes**  
[DE/DE]; Stiepeler Strasse 67, 44799 Bochum (DE).

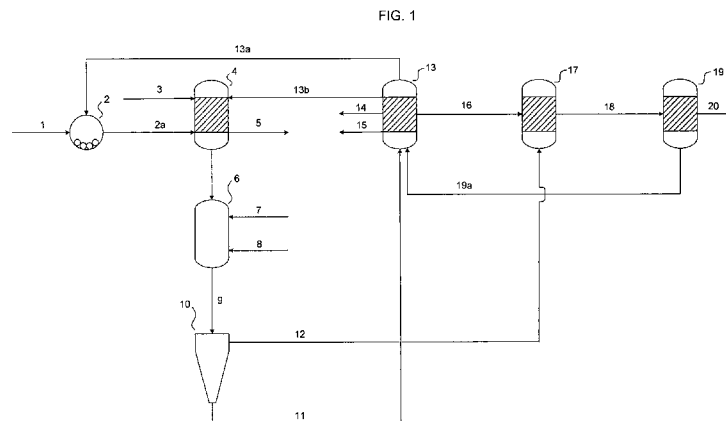
(74) Anwalt: **UHDE GMBH**; Intellectual Property, Friedrich-  
Uhde-Str. 15, 44141 Dortmund (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,  
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,  
BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO,  
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,  
HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ,  
LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK,  
MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG,  
PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM,  
ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,  
VC, VN, ZA, ZM, ZW.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR PURIFYING THE CRUDE GAS FROM A SOLID MATTER GASIFICATION

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR REINIGUNG DES ROHGASES AUS EINER FESTSTOFFVERGASUNG



(57) Abstract: The invention relates to a method and a device for the production and purification of a crude gas for synthesis gas production from a solid fuel containing carbon by a carbon gasification reaction, wherein the fuel is mixed with a quenching medium (7) directly after production in order to remove the high interior energy, and then, either still in the mixing chamber (6) or downstream of the mixing chamber, said fuel is brought into contact with an adsorption agent (8) comprising a solid basic alkaline earth metal compound or a compound containing transitional metals, such that the acidic or basic or sulfurous or halogenated components in the crude gas and arising from the gasification reaction are absorbed. A device (10) that precipitates solid material is located downstream of the supply device for the adsorption agent, by means of which the solid or solidified components are discharged from the system and the basic adsorption agent containing transitional metals may be regenerated and returned to the process. Thus, an energy-intensive cooling of the crude gas in order to purify said crude gas may be omitted, and the synthesis gas thus purified may be used in a subsequent process without additional heating.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung und Reinigung eines Rohgases zur Synthesegasherstellung aus einem festen kohlenstoffhaltigen Brennstoff durch eine Kohlevergasungsreaktion, wobei der Brennstoff direkt nach der Herstellung mit einem Quenchmedium (7) zur Abführung der hohen inneren Energie gemischt wird und noch in dem Mischraum (6) oder hinter dem Mischraum mit einer feste

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2009/043540 A1



(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

basischen Erdalkalimetallverbindung oder eine übergangsmetallhaltige Verbindung umfassenden Sorptionsmittel (8) in Kontakt gebracht wird, so dass die im Rohgas und aus der Vergasungsreaktion stammenden sauren oder basischen oder schwefelhaltigen oder halogenhaltigen Bestandteile absorbiert werden und sich hinter der Zugabe Vorrichtung für das Sorptionsmittel eine feststoffabscheidende Vorrichtung (10) befindet, mit der die festen oder verfestigten Bestandteile aus dem System ausgeschleust werden und das basische und übergangsmetallhaltige Sorptionsmittel im Gemisch oder nach einer Abtrennung von den Asche- und Schlackebestandteilen regeneriert werden und in den Prozess zurückgeführt werden kann, so dass man zur Reinigung des Rohgases auf ein energieintensives Herunterkühlen des Rohgases verzichten kann und dieses so gereinigte Synthesegas in einem Folgeprozess ohne weiteres Aufheizen verwenden kann.

## **Verfahren zur Reinigung des Rohgases aus einer Feststoffvergasung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Reinigung eines staubhaltigen Gases, das in einer Vergasungsreaktion aus festen kohlenstoffhaltigen Materialien durch Umsetzung mit einem sauerstoff- oder wasserdampf- und sauerstoffhaltigen Gas bei erhöhter Temperatur hergestellt wird, wobei man ein Rohgas erhält, das überwiegend aus Kohlenmonoxid und Wasserstoff besteht und der eigentliche Reinigungsschritt durch Zugabe eines festen Sorptionsmittels in den heißen Gasstrom unmittelbar nach der Herstellung erfolgt. Das so gereinigte erhaltene Gas ist ein Synthesegas und wird für chemische Synthesen, für die Wasserstoffgewinnung und für die Herstellung von Metallen aus Metallerzen durch das Direktreduktionsverfahren eingesetzt.

**[0002]** Die Herstellung des hierfür benötigten Rohgases erfolgt üblicherweise bei einer Temperatur von 1200 bis 2500 °C in einem hierfür geeigneten Reaktor. Hierfür existieren mehrere Bauarten und Ausführungsformen. Üblicherweise gibt man das feste kohlenstoffhaltige Material in ein Reaktionsgefäß, das mit Zuführungseinrichtungen für den Brennstoff und das sauerstoffhaltige Reaktionsgas ausgestattet ist. Bei der Vergasungsreaktion entstehen in einer chemischen Reaktion das Rohgas und feste Begleitstoffe, die je nach Zusammensetzung des Brennstoffes in der Regel aus Asche oder Schlacke bestehen. In einer besonders vorteilhaften Ausführung des Reaktionsgefäßes können das Rohgas und die festen Begleitstoffe den Reaktor durch getrennte Reaktionsführungen verlassen. Das erhaltene Rohgas führt dann noch geringere Mengen fester und verflüssigter Begleitstoffe mit sich.

**[0003]** Das Rohgas wird aus dem Reaktor ausgeführt und in einen Reaktionsraum geleitet, wo es zur Abführung der hohen inneren Energie mit kälterem Gas vermischt und heruntergekühlt wird. Dieser Prozess wird auch als Quenchprozess bezeichnet. Dies kann in verschiedener Art und Weise geschehen. Üblich sind dabei Vorrichtungen, in denen das Rohgas in einen vom Reaktor abwärts oder aufwärts gerichteten Reaktionsraum, auch Quenchraum genannt, zum Vermischen mit dem kälteren Gas geleitet und mit dem Gas vermischt wird. Bei diesem Prozess verfestigen sich die darin enthaltenen verflüssigten Schlackepartikel und werden mit dem Rohgas in Form von Schlackepartikeln weitergeführt. Nach dem Quenchprozess wird das erhaltene Rohgas

weiter gereinigt, wobei der Reinigungsprozess je nach Anwendung des Synthesegases unterschiedlich geartet sein kann.

**[0004]** Bei der Herstellung von Synthesegas erhält man ein Gas, das im Wesentlichen aus Kohlenmonoxid und Wasserstoff besteht, aber auch aus begleitenden  
5 Schadstoffen. Viele der Begleitstoffe besitzen basischen oder sauren Charakter und wirken korrosiv. Da die Schadstoffe für viele Zwecke der Weiterverwendung stören, müssen sie aus dem erhaltenen Rohgas entfernt werden. Bei der Herstellung von Chemikalien können die korrosiven Bestandteile Anlagenteile angreifen oder mit den Chemikalien reagieren, so dass die erwünschten Prozesse erschwert oder unterdrückt werden.  
10 Für viele Zwecke ist auch die Anwesenheit von schwefelhaltigen Fremdstoffen problematisch, weil diese unerwünschte chemische Reaktionen eingehen können. So ist beispielsweise bei der Herstellung von Eisen durch das Direktreduktionsverfahren ein Schwefelgehalt des Synthesegases von großem Nachteil, weil der Schwefel den Reduktionsprozess stört und sich im Roheisen Sulfide bilden oder zurückbleiben können.  
15 nen.

**[0005]** Das aus dem Quenchraum ausgeführte Rohgas hat je nach Ausgangsstoff und Herstellungsprozess eine Temperatur von 600°C bis 1000°C. Für viele Zwecke wird das Gas heruntergekühlt und gereinigt. Dies ist jedoch energieintensiv und mit hohen investiven und laufenden Kosten verbunden, insbesondere dann, wenn das  
20 Synthesegas für den anschließenden Verwendungszweck wieder aufgeheizt werden muss. Ein Beispiel ist die Herstellung von Eisen durch den Direktreduktionsprozess, bei dem ein Synthesegas, das überwiegend Wasserstoff und Kohlenmonoxid umfasst, zur Herstellung von Roheisen durch Reduktion von Eisenerz eingesetzt wird. Für diesen Zweck muss das Synthesegas bei hohen Temperaturen eingesetzt werden, um die  
25 Eisenerze wirksam zu reduzieren. Die Herstellung von Eisen durch den Direktreduktionsprozess wird häufig durchgeführt, da diese Herstellungsmethode auch den Betrieb kleiner Anlagen erlaubt, die so zu niedrigen Kosten produzieren können. Auch chemische Synthesen benötigen häufig ein heißes Synthesegas.

**[0006]** Bei der Verwendung von Synthesegas für die Reduktion von Metallerzen ist  
30 es notwendig, ein Synthesegas zur Verfügung zu stellen, das frei von Schwefelverbindungen und sauren Halogenverbindungen ist. Die DE 3101291 A1 beschreibt einen

Prozess zur Herstellung von Eisenerz durch den Direktreduktionsprozess. Feingemahlene Kohle wird in Gegenwart eines sauerstoffhaltigen Gases in einem Fließbettvergasungsreaktor zu einem reduzierenden Generatorgas umgesetzt, wobei die Kohle vor der Umsetzung mit einem festen Schwefelakzeptor versehen wird. Das so erzeugte heiße und weitgehend schwefelfreie Generatorgas wird als Reduktionsgas zur Erzeugung von Eisenschwamm aus Eisenerz in einem Direktreduktionsschachtofen eingesetzt. Durch Rückführung des gereinigten Gases aus dem Schachtofen kommt der Prozess im Wesentlichen ohne einen aufwendigen Kühlungs- und Erhitzungsschritt von Prozessgasen aus. Als Schwefelakzeptor wird beispielsweise Kalkstein verwendet, der in dem Reaktionsgefäß bei der Vergasungsreaktion mit den in der Kohle enthaltenen sauren Schwefelverbindungen reagiert.

**[0007]** Bei der Durchführung der Kohlevergasungsreaktion bei Temperaturen über 1200°C besteht das Problem, dass sich Halogen- und Schwefelverbindungen zersetzen und mit Wasserstoff und Kohlenmonoxid reagieren. Bei dieser Reaktion reagiert ein Großteil des Schwefels zu Schwefelwasserstoff ( $H_2S$ ) und Carbonylsulfid ( $COS$ ). Die Halogenverbindungen reagieren überwiegend zu den entsprechenden Halogenwasserstoffen. Zur Neutralisation dieser Stoffe wird der Reaktion üblicherweise Kalkstein zugegeben.

**[0008]** Die Zugabe von Kalkstein hat zur Folge, dass die Fließtemperatur der meisten Schlacken deutlich abgesenkt wird. Die Fließtemperatur von Schlacken in gewöhnlichen Vergasungsreaktionen kann bei 1200 °C oder darüber liegen. Durch die Zugabe von Kalkstein oder ähnlichen Mineralien sinkt die Fließtemperatur auf Werte von 500 bis 600°C ab. Dadurch erstarrt die Schlacke wesentlich später im Prozess und kann leichter ausgeschleust werden. Die Reinigung des verschlackenden Vergasers kann daher in erheblich verlängerten Intervallen durchgeführt werden. Bei dieser Verfahrensweise muss die Entstaubung des Rohgases vor der Zugabe des Sorptionsmittels und vor der Sinterung der Schlacke durchgeführt werden, um ein Zusetzen der Staubfilter zu vermeiden. Aus diesem Grund wird das erhaltene Rohgas üblicherweise zunächst auf 1000 bis 600°C abgekühlt, dann entstaubt und in einem nachfolgenden Schritt von Schwefelverbindungen und Halogenen befreit.

**[0009]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Kohlevergasungsprozess zur Verfügung zu stellen, der ohne eine Abkühlung des gequenchten Gases auskommt und trotzdem ein weitgehend von Nebenprodukten befreites Synthesegas liefert. Das hergestellte Synthesegas soll mit hoher Temperatur zur Verfügung gestellt werden können, ohne Gebrauch von weiteren Verfahrensschritten der Kühlung, der Reinigung und der erneuten Aufheizung machen zu müssen. Die Reinigung und Absorption von Schadstoffen im Rohgas soll einfach und ohne eine energieaufwendige Kühlung erfolgen. Das so hergestellte Synthesegas soll außerdem möglichst frei von Schwefelverbindungen sein.

**[0010]** Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass dem aus dem Kohlevergasungsprozess erhaltene Rohgas nach dem Vergasungsprozess und während oder unmittelbar nach dem Prozess des Quenchens ein festes Absorptionsmittel für saure und schwefelhaltige Verunreinigungen zugegeben wird. Das Verfahren eignet sich insbesondere für ein Kohlevergasungsverfahren, bei dem das Rohgas und die Schlacke getrennt aus dem Vergasungsreaktionsgefäß ausgeführt werden, so dass das erhaltene Rohgas von vornherein nur wenig beigemischte feste oder verflüssigte Fremdbestandteile enthält. Bei dem zugegebenen Absorptionsmittel kann es sich um beliebige Feststoffe handeln, die zum Erhalt der gewünschten Wirkung bevorzugt basischer Natur sind. Um eine bessere chemische Absorption nichtsaurer schwefelhaltiger Gase aus dem erhaltenen Rohgas zu ermöglichen, können dem basischen Absorptionsmittel Metallsalze beigemischt sein, wobei insbesondere Eisenerze die gewünschte Wirkung entfalten.

**[0011]** Beansprucht wird insbesondere ein Verfahren zur Herstellung und Reinigung eines Rohgases mit Synthesegascharakter, wobei

- das Rohgas durch Vergasung eines festen kohlenstoffhaltigen Materials mit einem sauerstoffhaltigen oder wasserdampf- und sauerstoffhaltigen Gas in einem hierfür geeigneten Reaktor hergestellt wird, wobei
- ein Rohgas entsteht, das bedingt durch die Zusammensetzung des Brennstoffes saure oder basische oder schwefelhaltige oder halogenhaltige gasförmige Schadstoffe umfasst, und

- das Rohgas außerdem noch feste, asche- oder schlackehaltige Stoffe umfassen kann, wobei
- das Rohgas aus dem Vergasungsreaktor in einem abwärts- oder aufwärtsführenden Reaktionsraum geleitet wird, wo ein kälteres Gas oder eine verdampfte Flüssigkeit oder eine Flüssigkeit zugegeben wird, womit

und das dadurch gekennzeichnet ist, dass

- das staubhaltige Rohgas während oder nach der Zugabe des kälteren Gases oder der verdampften Flüssigkeit zur Reinigung mit einem festen Sorptionsmittel versetzt wird, das mit dem Rohgas in Gasströmungsrichtung mitgerissen und transportiert wird und mit den sauren oder basischen oder schwefelhaltigen oder halogenhaltigen Stoffen innerhalb kurzer Zeit reagiert und diese Stoffe in eine feste und gebundene Form überführt.

**[0012]** In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird das Sorptionsmittel gemeinsam mit dem Gas zur Kühlung zugegeben. Eine geeignete Zugabestelle hierfür ist der Raum unmittelbar hinter der Austrittsöffnung des Vergasungsreaktors. Die Zugabe geschieht vorteilhaft in Form eines Rauches, wobei Rauch ein heterogenes Gemisch von Feststoff und Gas bezeichnet. Der Rauch wird durch ein Gemisch von festem Sorptionsmittel und dem Gas oder dem Dampf zur Kühlung des Rohgases gebildet. Bei einer gemeinsamen Zuführung von Gas zur Kühlung und Sorptionsmittel wird der Rauch beispielhaft durch eine Öffnung am Rand des Vergaseraustritts in den Gasstrom eingeleitet, wodurch der Rauch mit dem Rohgasstrom mitgerissen wird und das darin enthaltene Sorptionsmittel mit den in dem Rohgas enthaltenen Schadstoffen reagieren kann. Die Reaktion des Sorptionsmittels mit dem Dampf erfolgt in der Regel schnell. Durch Verwirbelung wird der Rauch in dem gesamten Gasstrom verteilt. Durch die Zugabe im Randbereich schirmt der kühle Rauch die umgebende Wand gegen die Strahlungswärme des erhaltenen Rohgases ab. Dadurch wird der Wärmeverlust des Rohgases minimiert.

**[0013]** In einer weiteren Ausführungsform wird das Sorptionsmittel getrennt von dem Gas oder Dampf zur Kühlung des Rohgases zugegeben, wobei hierfür getrennte

Zuführungsvorrichtungen vorgesehen sind. Geeignete Zugabestellen hierfür ist auch hier der Raum unmittelbar hinter der Austrittsöffnung des Vergasungsreaktors. Der Rauch bildet sich dann erst bei der Vermischung des Sorptionsmittels mit den Gasen. Die Zuförderung des festen Sorptionsmittels in das Gas erfolgt in allen Fällen bevorzugt pneumatisch. Sie kann aber beliebig ausgeführt werden, beispielsweise auch durch ein Förderband.

**[0014]** Als feste, kohlenstoffhaltige Brennstoffe für die Vergasungsreaktion eignen sich alle festen, kohlenstoffhaltigen Materialien, die mit einem sauerstoff- oder wasserdampf- und sauerstoffhaltigen Gas durch eine Vergasungsreaktion ein kohlenmonoxid- und wasserstoffhaltiges Rohgas bilden können. Bevorzugt handelt es sich bei dem Brennstoff um Kohle oder Petrolkoks. Es ist auch möglich, ein vorzugsweise vorbehandeltes, cellulosehaltiges biologisches Brennmaterial einzusetzen. Beispiele hierfür sind Holz oder gepresstes Pflanzenmaterial.

**[0015]** Das zugeführte Reaktionsgas umfasst üblicherweise Sauerstoff oder Wasserdampf und Sauerstoff. Es kann aber auch weitere Gase enthalten, wobei hier beispielhaft Kohlendioxid genannt ist. Bei der Vergasungsreaktion entsteht in der Regel ein Rohgas, das im Wesentlichen Kohlenmonoxid, Wasserstoff oder auch Kohlendioxid enthält und das zur Synthesegasherstellung geeignet ist.

**[0016]** Nach der Kohlevergasungsreaktion wird das erhaltene Rohgas zur Abführung der hohen inneren Energie mit einem kälteren Medium vermischt. Typische Medien zur Durchführung des Quenchprozesses sind gekühltes Synthesegas, zurückgeführte Prozessgase, Wasserdampf, Stickstoff oder Kohlendioxid. Das so erhaltene Rohgas besitzt in einer typischen Ausführung der Erfindung nach dem Vermischen mit dem Quenchgas eine Temperatur von 600 bis 1000 °C bei einem Druck von 0,3 bis 7 MPa. Bei dieser Temperatur wird das Sorptionsmittel dem erhaltenen Rohgas zugegeben, so dass der Sorptionsprozess eine optimale Wirksamkeit entfalten kann. Die Reaktionszeit des Absorptionsprozesses ist kurz und beträgt in der Regel weniger als 1 s.

**[0017]** Das Sorptionsmittel sollte für die Zugabe eine feste und feinkörnige, gegebenenfalls auch pulvrige Form besitzen. Eine bevorzugte Korngröße bei der Zugabe liegt bei 1 bis 0,01 mm und idealerweise bei 0,1 bis 0,03 mm.

**[0018]** Es ist möglich, das Sorptionsmittel getrennt von dem Quenchmedium zuzugeben. In diesem Fall wird das Sorptionsmittel dann mit einem Förderungsgas eingedüst. Man kann das Sorptionsmittel jedoch vorteilhaft zusammen mit dem Quenchmedium in den Quenchraum eindüsen. Das Sorptionsmittel wird hierzu mit dem Quenchmedium oder dem Fremdgas vor der Zugabe durch geeignete Vorrichtungen vermischt und dann mit dem Fördermedium in den Quenchraum eingedüst.

**[0019]** In einer weiteren Ausführung der Erfindung wird das Sorptionsmittel direkt hinter dem Quenchraum zu dem heruntergekühlten Rohgas gegeben. Die Zugabe von Sorptionsmittel zu dem gekühlten Rohgas ist insbesondere dann vorteilhaft, wenn der Anteil an Verunreinigungen im Rohgas geringer ist, da dann eine vergleichsweise kürzere Reaktionsstrecke benötigt wird.

**[0020]** Als basische Bestandteile enthält das Sorptionsmittel Verbindungen, die schnell und intensiv mit den beigefügten sauren und schwefelhaltigen Bestandteilen reagieren. Beispiele für solche Verbindungen sind Calcium- und Magnesiumcarbonate als einfach oder mehrfach basische Salze, wobei Dolomit oder Kalkstein als natürliche Vertreter dieser Salze genannt seien. Die Salze können in natürlicher oder kalzinierter Form eingesetzt werden.

**[0021]** Zur chemischen Absorption von schwefelhaltigen Gasbestandteilen können den Sorptionsmitteln übergangshaltige Bestandteile beigemischt werden. Häufig verwendete Übergangsmetallverbindungen sind Zink- oder Eisensalze, wie Zinkspat oder Eisenerz. Ein bevorzugter Übergangsmetallzusatz zur Absorption der Schwefelverbindungen ist Eisenoxid oder Eisenerz. Es ist auch möglich, dem Sorptionsmittel feste, oxidierende Stoffe zuzusetzen, die mit den sulfidischen Bestandteilen zu Sulfaten reagieren und diese dadurch in unlösliche Feststoffe umwandeln. So kann beispielsweise Calciumsulfid in leicht abtrennbares und verwertbares Calciumsulfat umgewandelt werden. Beispiele für feste, oxidierende Sorptionsmittel sind Peroxide oder Persulfate.

**[0022]** Es versteht sich, dass das zum Quenchen vorgesehene Medium nicht mit dem Sorptionsmittel reagieren darf. Gibt man das Sorptionsmittel separat von dem Quenchmedium zu, dann muss das Fördermedium inert gegenüber dem Sorptionsmittel sein. Typische saure oder basische Begleitgase aus dem Vergasungsprozess sind Schwefelwasserstoff ( $H_2S$ ), Kohlenstoffoxidsulfid ( $COS$ ), Schwefeldioxid

(SO<sub>2</sub>), Chlorwasserstoff (HCl) oder Fluorwasserstoff (HF). Das basische Sorptionsmittel reagiert mit den sauren Bestandteilen je nach Zusammensetzung zu Calcium- oder Magnesiumsalzen. Die übergangsmetallhaltigen Salze reagieren mit dem Schwefelwasserstoff zu Sulfiden oder Hydrogensulfiden.

5    **[0023]**    In einer weiteren Ausführung der Erfindung wird das Rohgas durch ein Teilchenbett geleitet, das das Sorptionsmittel in stückiger Form, z.B als Pellets, enthält. In diesem Fall muss das Teilchenbett jedoch periodisch gereinigt oder regeneriert werden, um es von den im Teilchenbett festgehaltenen Flugaschebestandteilen oder erkalteten Schlackebestandteilen zu reinigen. Außerdem ist es dann notwendig, das Sorptionsmittel periodisch durch Entnahme und Regeneration zu reaktivieren. Zur besseren Handhabung sollten die Teilchen in dem Teilchenbett eine größere mittlere Partikelgröße besitzen als die Flugasche. Vorzugsweise besitzen die Teilchen in dem Teilchenbett eine mittlere Partikelgröße von mehr als 0,2 mm.

15    **[0024]**    Das erfindungsgemäß hergestellte und gereinigte Synthesegas kann für alle Zwecke verwendet werden, in denen ein gereinigtes Synthesegas benötigt wird. Bevorzugt wird es in der Direktreduktion von Metallerzen verwendet. Mögliche Anwendungen sind aber auch die Synthese von Chemikalien oder die Bereitstellung von Wasserstoff. Ein Folgeprozess, der Gebrauch von einem erfindungsgemäß hergestellten und gereinigten Synthesegas macht, wird ausdrücklich mit beansprucht.

20    **[0025]**    Für einige Verwendungszwecke ist es möglich, das erhaltene Rohgas mit dem abreagierten Sorbens ohne einen weiteren Reinigungsschritt direkt weiterzuverwenden. Beispiele hierfür sind Eisenherstellungsprozesse durch Direktreduktion ausgehend von einem schwefelarmen Eisen, insbesondere dann, wenn der Anteil an Sorptionsmittel am Rohgas gering ist. Meist jedoch wird das erhaltene Synthese- oder Generatorgas in einem von Feststoffen weitgehend befreiten Zustand benötigt. Hierzu müssen die so erhaltenen Feststoffe von den gebundenen, absorbierten Schadstoffen durch einen weiteren Verfahrensschritt aus dem Rohgas entfernt werden. Hierbei können Filtereinrichtungen zur Anwendung kommen, die für die Feststofffiltration von Gasen üblich sind.

30    **[0026]**    Als Beispiele für geeignete Vorrichtungen sind Fliehkraftabscheider, Filterkerzen, Filtertücher oder Elektrostaubabscheider genannt. Um die Wärmeenthalpie des

Rohgases bei Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens voll nutzen zu können, sollte die Filtereinrichtung so gestaltet sein, dass die Temperatur des erhaltenen Gases durch den Feststoffreinigungsprozess nur wenig geändert wird. Der so erhaltene Feststoff enthält das beladene Sorptionsmittel und die aus dem Kohlevergasungsprozess mitgeführten Aschebestandteile und verfestigte Schlackepartikel.

**[0027]** In einer Ausführung der Erfindung erfolgt der Verfahrensschritt der Feststoffabscheidung nach dem Vorgang des Quenchens und nach dem Vorgang der Zugabe des Sorptionsmittels. Es ist auch möglich, eine Feststoffabscheidung im Verlauf des Prozesses mehrmals durchzuführen. Dies ist insbesondere dann sinnvoll, wenn das Rohgas nach der Herstellung durch Kohlevergasung stark feststoffbeladen ist. Dazu kann man eine Feststoffabscheidung nach der Kohlevergasungsreaktion und eine weitere nach der Zugabe des Sorptionsmittels ausführen. In der Regel ist jedoch, insbesondere bei der Verwendung von vorteilhaften Kohlevergasungsreaktoren, nur eine Feststoffabscheidung nach dem Vorgang der Sorption notwendig.

**[0028]** In einer weiteren Ausführung der Erfindung wird das Sorptionsmittel direkt in den Prozess der Feststoffabscheidung gegeben. Dies ist insbesondere dann vorteilhaft, wenn die mitgeführten zu absorbierenden Schadstoffe im Rohgas fester oder verfestigter Natur sind. Dann findet die Sorption im Feststoffabscheider statt und die sorbierten Bestandteile werden mit den übrigen Bestandteilen aus dem Prozess ausgeschleust. Durch die Zugabe des Sorptionsmittels wird die Sinterfähigkeit der Flugasche gesenkt, wodurch Abscheider bei deutlich höherer Temperatur eingesetzt werden können.

**[0029]** Der abgeschiedene Feststoff wird nach der Ausschleusung meist in seine Bestandteile aufgetrennt. Hierzu existieren verschiedene Verfahren, wie beispielsweise die Verwendung von klassierenden Einrichtungen. Man erhält die festen oder verfestigten Nebenprodukte, die in Form von Asche oder Schlacke anfallen und das abreagierte Sorptionsmittel oder eine überwiegend das abreagierte Sorptionsmittel umfassende Partikelfraktion. Die Asche und die Schlacke können einer Weiterverwendung zugeführt oder entsorgt werden. Das Sorptionsmittel kann durch geeignete Verfahren zur Regeneration wiederverwendet werden. Beispiele für geeignete Regenerationsprozesse sind Waschen, Trocknen und Kalzinieren. Geeignete Schritte zur Regeneration des

festen Sorptionsmittels können auch Hydrierschritte sein, wobei der gebundene Schwefel als Schwefelwasserstoff entfernt werden kann. Die Regeneration des basischen Sorptionsmittels kann auch durch Überleiten eines wasserdampf- oder sauerstoffhaltigen Gases erfolgen.

5    **[0030]**     Das so regenerierte Sorptionsmittel kann dann wieder in einen Prozess für eine erneute Sorption zurückgeführt werden. Es ist auch möglich, das Sorptionsmittel in der Kohlevergasungsreaktion wiederzuverwenden. Hierzu wird es entweder direkt dem Kohlevergasungsreaktor oder aber der Vorbehandlung für den Brennstoff zugegeben. Dazu wird das Sorptionsmittel beispielsweise mit dem Brennstoff kleingemah-

10    len oder getrocknet. Es ist aber auch möglich, das Sorptionsmittel in einen Folgeprozess zu geben.

**[0031]**     Durch die Zugabe von Sorptionsmittel wird die Fließtemperatur der meisten Schlacken gesenkt, wodurch die Vergasungs- oder Verhüttungstemperatur verringert werden kann und der Wirkungsgrad der Vergasung oder Verhüttung erhöht wird. Ist

15    der Folgeprozess beispielhaft die Herstellung von Eisen durch einen Direktreduktionsprozess, kann das Sorptionsgut nach der Regeneration bei der Eisenherstellung als Schlackebildner wirken und der den Verhüttungsprozess günstig beeinflussen. Der Folgeprozess kann je nach Beschaffenheit auch selbst ein feststoffbeladenes Gas produzieren. Dieses wird vorteilhaft erneut in einen Feststoffabscheider geführt und gerei-

20    nigt. Der so erhaltene Feststoff kann mit dem abgeschiedenen Feststoff aus der Kohlevergasungsreaktion vereinigt werden und ebenfalls den genannten Zwecken zugeführt werden.

**[0032]**     In der Regel ist die Beladung des abreagierten Sorptionsmittels bei einer richtigen Dosierung so, dass eine Regeneration für eine Wiederverwendung unum-

25    gänglich ist. Ist jedoch die Beladung des Sorptionsmittels beispielsweise bei Verwendung einer sauberen Kohle nur gering, so kann ein großer Teil auch ohne eine weitere Regeneration erneut verwendet werden. Die Verwendung des Sorptionsmittels wird dann denselben Zwecken zugeführt, wie es mit einer Regeneration der Fall wäre, beispielsweise für eine erneute Verwendung im Kohlevergasungsprozess oder für die

30    Verwendung in einem Folgeprozess. Je Konditionierung kann das Sorptionsmittel vor der Wiederverwendung auch gemahlen oder getrocknet werden.

**[0033]** Beansprucht wird auch eine Vorrichtung, die sich zur Ausführung des erfindungsgemäßen Prozesses eignet. Beansprucht wird insbesondere eine Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens, wobei

- 5           • diese aus einem feuerfesten Reaktionsgefäß besteht, das zur Vergasung von festen, kohlenstoffhaltigen Brennstoffen durch Umsetzung mit einem sauerstoff- oder wasserdampf- und sauerstoffhaltigen Gas geeignet ist, und
- 10          • sich an dieses Reaktionsgefäß ein Reaktionsraum anschließt, der mit Zuführungseinrichtungen für ein festes Sorptionsmittel und gasförmige oder dampfförmige Stoffe zur Kühlung des Rohgases ausgestattet ist, und
- 15          • die Zuführungseinrichtung für das feste Sorptionsmittel und die gas- und dampfförmigen Stoffe in Form mindestens einer Öffnung gestaltet ist, die sich vergaserauswärts in Richtung des Gasstromes öffnet und Vorrichtungen umfasst, mit denen sich das Sorptionsmittel im Gemisch mit dem Kühlgas unter Druck in den Gasstrom des Produktgases fördern und einleiten lässt.

**[0034]** Die Öffnung zur Zugabe des festen Sorptionsmittels ist so gestaltet, dass eine Zugabe des Sorptionsmittels in den Gasstrom des Rohgases in Strömungsrichtung erfolgt. Erfolgt die Zugabe des Sorptionsmittels zusammen mit dem Rohgas in Form eines Rauches, so ist die Öffnung ebenfalls so gestaltet, dass eine Zugabe des Rauches in Strömungsrichtung erfolgt. Die Ausformung der Öffnung vergaserwandseitig bevorzugt ein Schlitz, es kann sich aber auch um einen Kragen oder eine ringförmige Düse handeln. Die Formgebung kann beliebig sein, um eine Zuführung des Rauches oder des Sorptionsmittels in den Rohgasstrom in Strömungsrichtung zu ermöglichen.

**[0035]** Auf der wandauswärtsgerichteten Seite der Öffnung befinden sich Zuführungsvorrichtungen, die eine Zuförderung des Sorptionsmittels in den Gasstrom ermöglichen. Die Förderung des festen Sorptionsmittels in den Gasstrom erfolgt bevorzugt pneumatisch, so dass eine Zerstäubung des Gasstromes möglich ist. Geeignet ist aber jede Vorrichtung, die eine rauchförmige oder näherungsweise rauchförmige Zu-

gabe des Sorptionsmittels in den Rohgasstrom ermöglicht. Zur pneumatischen Förderung des Sorptionsmittels gehören zu der erfindungsgemäßen Vorrichtung beispielhaft auch Zerstäubungseinrichtungen, Förderschnecken oder Gasdruckpumpen.

**[0036]** Die beanspruchte Vorrichtung enthält außerdem einen Vergasungsreaktor, der mit mindestens einer Öffnung zur separaten Abführung der festen Reaktionsprodukte und mindestens einer weiteren Öffnung zur separaten Abführung des gasförmigen Reaktionsproduktes ausgestattet ist. Dadurch ist es möglich, ein zur Herstellung von Synthese- oder Generatorgas geeignetes Rohgas zu erhalten, das weitgehend frei von Asche- oder Schlackebestandteilen ist. Der Vergasungsreaktor enthält in einer bevorzugten Ausführungsform eine separate Öffnung zur Ausführung der Schlacke und der übrigen anfallenden Feststoffe, die dann einer weiteren Verwendung oder Entsorgung zugeführt werden. Der Vergasungsreaktor enthält in einer bevorzugten Ausführungsform auch eine separate Öffnung zur Ausführung des Rohgases, wobei spezielle Vorrichtungen dafür sorgen, dass das Rohgas möglichst wenig Schlacke- und Aschebestandteile enthält. Zur Erlangung einer für die Vergasungsreaktion geeigneten Form des Brennstoffes können Teil einer erfindungsgemäßen Vorrichtung Mühlen, Trockner oder Fließbetteinrichtungen zur Brennstoffvorbehandlung sein.

**[0037]** An den eigentlichen Reaktor zur Durchführung der Vergasungsreaktion schließt sich in abwärts oder aufwärts führender Richtung ein Reaktionsraum an, der zur Vermischung des Rohgases mit einem Quenchmedium zur Abführung der hohen inneren Energie nach dem Vergasungsprozess dient. Zur Durchführung dieses Quenchprozesses sind in dem Reaktionsraum Düsen zur Einbringung des Quenchmediums und des Sorptionsmittels eingebracht. Wird das Sorptionsmittel im Quenchraum nach der Zugabe des Quenchmediums zugeführt, so enthält der Quenchraum zusätzliche Eindüsungs- oder Einbringungsanordnungen zur Zuführung des Sorptionsmittels.

**[0038]** Unabhängig vom Ort der Zugabe sind die Düsen vorteilhaft mit einer Mischvorrichtung für die Zugabe des festen Sorptionsmittels in den Gas- oder Dampfstrom versehen. Außerdem sind die Düsen vor der Mischvorrichtung mit einer geeigneten Zuführungseinrichtung für das Sorptionsmittel ausgerüstet. Dies können beispielsweise Förderschnecken oder pneumatische Propfenfördereinrichtungen sein. Je nach Ort der Zugabe des Sorptionsmittels können die Düsen- oder Fördereinrichtungen für

das Sorptionsmittel im Prozessfluss auch hinter dem Quenchraum oder in einem nachgeschalteten Feststoffabscheider angebracht sein. Zur Erlangung einer für die Vergasungsreaktion geeigneten Form des Sorptionsmittels können Teil einer erfindungsgemäßen Vorrichtung Mühlen, Trockner oder Fließbetteinrichtungen zur Sorptionsmittelvorbehandlung sein.

**[0039]** In einer Ausführung der Erfindung enthält die Vorrichtung einen Feststoffabscheider, in den das Rohgas nach der Reaktion mit den Sorptionsmitteln gelangt und in dem die festen Bestandteile aus dem Gas herausgefiltert werden. Die Vorrichtung kann weitere Apparate enthalten, die es beispielsweise erlauben, eine Feststoffbehandlung der abgeschiedenen Feststoffe durchzuführen. Hierzu gehören beispielsweise klassierende Einrichtungen wie Sieb- oder Siebvorrichtungen, die Asche oder Schlackebestandteile von dem abreagierten Sorptionsmittel abtrennen können.

**[0040]** Geeignete Feststoffabscheidervorrichtungen sind insbesondere Fliehkraftabscheider, auch Zyklone genannt. Geeignete Feststoffabscheidervorrichtungen können aber auch temperaturbeständige Tuchfilter, keramische Filterelemente, Filterkerzen oder ein Elektroentstauber sein. Der Verfahrensschritt der Feststoffabscheidung findet in der Regel direkt hinter dem Quench- und Sorptionsvorgang statt. Es ist auch möglich, das feststoffbeladene, heiße Rohgas über Rohrleitungen in den Verfahrensschritt der Feststoffabscheidung zu geben. Es ist auch möglich, die Feststoffabscheidung durch Filtration vorzunehmen. Dieser Verfahrensschritt erfolgt bevorzugt vor der Zugabe des Sorptionsmittels, da die Sintertemperatur der Schlacke sonst absinkt und diese dadurch die Filtrationseinrichtungen verstopft.

**[0041]** Die Vorrichtung kann auch Apparate enthalten, die es erlauben, nach der Abscheidung des Feststoffes vom Sorptionsmittel eine Regeneration des Sorptionsmittels durchzuführen. Hierzu zählen beispielsweise Waschkessel oder Trocken- und Kalzinierungseinrichtungen. Diese Vorrichtungsbestandteile befinden sich in der Regel im Prozessfluss hinter dem Quenchraum und hinter der Feststoffabscheidung. Das regenerierte Sorptionsmittel wird in einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung durch geeignete Vorrichtungen wieder in den Prozess der Kohlevergasung zurückgeführt. Dies kann am Punkt der Brennstoffvorbehandlung oder direkt in den Kohlevergasungsreaktor geschehen.

**[0042]** Die Vorrichtung zur Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens kann auch Einrichtungen enthalten, die eine Weiterverwendung des Sorptionsmittels in einem Folgeprozess ermöglichen. Produziert der Folgeprozess seinerseits ein feststoffbeladenes Gas, dann kann die erfindungsgemäße Vorrichtung auch Apparate zur Feststoffabscheidung und Rückführung des abgeschiedenen Feststoffes enthalten.

**[0043]** In einer weiteren Ausführung der Erfindung ist es möglich, das aus dem Quenchprozess erhaltene Gas vor oder nach der Abtrennung von Feststoffen einem Waschprozess mit einer Waschflüssigkeit zu unterziehen. So kann das mit Feststoffen oder mit beladenem Sorptionsmittel versehene Rohgas bevorzugt mit Wasser gewaschen werden, um beladenes Sorptionsmittel oder Feststoff aus dem Rohgas herauszuwaschen. Es ist aber auch möglich, das beladene Rohgas mit anderen für Gaswaschprozesse geeignete Waschflüssigkeiten zu reinigen. Beispiele für häufig verwendete Waschflüssigkeiten sind Ethanolamine oder alkylierte Polyalkylenglykole.

**[0044]** Die Erfindung ermöglicht eine effiziente und schnelle Reinigung eines aus einem Kohlevergasungsprozess stammenden Synthese- oder Generatorgases durch Zugabe eines festen Sorptionsmittels unmittelbar nach der Kohlevergasungsreaktion. Durch eine schnelle Reaktion des zugegebenen Sorptionsmittels mit Rohgasen, die saure oder schwefelhaltige oder halogenhaltige Stoffe oder eine Kombination dieser Stoffe enthalten, können diese störenden Stoffe schnell und effizient aus dem Rohgas entfernt werden. Dadurch entfällt der energie- und zeitaufwendige mit einer Kühlung verbundene Waschprozess und das sich daran anschließende Wiederaufheizen des Gases. Das erhaltene Sorptionsmittel kann kostengünstig weiter verwendet werden oder regeneriert werden.

**[0045]** Die erfindungsgemäße Ausgestaltung einer Vorrichtung zur Vergasung fester Brennstoffe wird anhand von zwei Zeichnungen genauer erläutert, wobei das erfindungsgemäße Verfahren nicht auf diese Ausführungsform beschränkt ist.

**[0046]** FIG. 1 zeigt einen erfindungsgemäßen Prozessfluss zur Durchführung eines Verfahrens mit der Zugabe eines festen Sorptionsmittels zu einem Rohgasstrom einer Vergasungsreaktion. FIG. 2 zeigt eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur Zugabe eines festen Sorptionsmittels in den Rohgasstrom einer Vergasungsreaktion.

**[0047]** FIG.1 zeigt ein stark vereinfachtes Schema zur Durchführung des Verfahrens mit der Zugabe des Sorptionsmittels zum Rohgasstrom in den Mischraum beim Quenchen. Der feste kohlenstoffhaltige Brennstoff (1) wird zur Vorbereitung des Vergasungsprozesses in eine Vorrichtung zum Mahlen und Trocknen (2) gegeben. Der dadurch anfallende kleinteilige oder feinkörnige Brennstoff wird über geeignete Förder-  
5      einrichtungen (2a) in einen Vergasungsreaktor gegeben. Über eine weitere Zuführungsleitung und Vorrichtungen zum Einsprühen wird ein sauerstoff- oder wasserdampf- und sauerstoffhaltiges Reaktionsgas (3) in den Vergasungsreaktor (4) eingeführt, in dem die eigentliche Vergasungsreaktion zur Herstellung von Synthesegas  
10      stattfindet. Der Reaktor (4) ist in einer vorteilhaften Ausführungsform mit einer separaten Abführungseinrichtung für feste und verflüssigte Vergasungsprodukte ausgestattet, die es erlauben, die bei dem Vergasungsprozess anfallende Schlacke mit den übrigen festen Bestandteilen separat vom Rohgas aus dem Reaktor auszuführen (5). Das erhaltene Rohgas wird aus dem Reaktor in vertikal abwärts gerichteter Strömung in einen Misch- oder Quenchraum (6) geleitet. Es ist auch möglich, den Misch- oder Quenchraum konstruktiv an den Reaktor anzuschließen. In den Quenchraum wird das heiße Rohgas zur Abführung der hohen inneren Energie mit einem niedriger temperierten Fremdgas (7) versehen. In den Quenchraum wird frisches Sorptionsmittel (8) gegeben, das dort mit den Schadstoffen des Rohgases reagiert. Das heruntergekühlte und sorptionsmittelbeladene Gas wird über eine Rohrleitung (9) in einen Entstauber oder Feststoffabscheider (10), z.B. einen Zyklon, geleitet. Dort werden die groben, festen Bestandteile des Rohgases abgeschieden, so dass dieses in die Feststoffbehandlung geleitet werden kann (13). Diese festen Bestandteile, die im Wesentlichen aus verfestigter Schlacke, beladenem Sorptionsmittel und Asche bestehen, werden dort  
25      aufgetrennt. Die Asche und die Schlacke werden aus dem Prozess ausgeschleust (14). Das Sorptionsmittel wird durch geeignete Verfahren regeneriert und ebenfalls aus dem Prozess ausgeschleust (15). Je nach Beladung des Sorptionsmittels kann dieses erneut in der Vorbehandlung mit dem Brennstoff vermischt (13a) und in die Vergasungsreaktion gegeben werden (2a). Bei geeigneter Beschaffenheit des Sorptionsmittels ist es auch möglich, dieses direkt in den Vergasungsreaktor zu geben (13b). Das entstaubte Rohgas (12) der Kohlevergasungsreaktion wird in den Folgeprozess (17) geleitet. Dort wird es in verschiedenen Prozessen eingesetzt. Es ist möglich, das beladene Sorptionsmittel je nach Beschaffenheit in dem Folgeprozess einzusetzen (16). Im Verlauf des Folgeprozesses wird ein Teil des Gases verbraucht, während sich das Sorpti-

onsmittel nur wenig ändert. Das restliche feststoff- oder staubhaltige Gas (18) wird einer erneuten Reinigung durch Feststoffabscheidung (19) unterzogen. Der dabei anfallende Feststoff kann je nach Beschaffenheit und Beladung in den Prozess der Feststoffregeneration (19a) gegeben werden. Bei stärkerer Beladung wird der sorptionsmittelbeladene Feststoff nach Einsatz im Folgeprozess ausgeschleust (20). In einer weiteren Ausführung der Erfindung wird das frische Sorptionsmittel (8) unmittelbar hinter dem Misch- oder Quenchraum in den Prozess gegeben oder in den Feststoffabscheider gegeben, wobei sich die restliche Anlagenkonstruktion wenig ändert.

**[0048]** FIG. 2 zeigt die Austrittsöffnung eines Vergasungsreaktors (4a), der das Rohgas (21) in aufwärtsführender Richtung aus dem Vergasungsreaktor ausführt. Das Rohgas passiert eine Verengung (4b), die die Geschwindigkeit des Gasstromes erhöht. Hinter der Verengung befindet sich eine Öffnung (23), durch die das feste Sorptionsmittel (8) zusammen mit einem inerten Gas in Form eines Rauches (22) eingeleitet wird. Der Rauch wird mit dem Rohgas (9) mitgerissen und führt dabei einen Reinigungseffekt durch. Der Rauch wird mit dem gereinigten Rohgas entlang des Rohres zur Rohgasausführung (24) mitgerissen.

**[0049] Bezugszeichenliste**

- 1 Brennstoffzufuhr
- 2 Mahlung und Trocknung
- 2a Zufuhr von gemahlenem Brennstoff
- 3 Reaktionsgas
- 4 Vergasungsreaktor
- 4a Austrittsöffnung eines Vergasungsreaktors
- 4b Verengung an der Austrittsöffnung des Vergasungsreaktors
- 5 Feststoffaustrag (Asche und Schlacke)
- 6 Mischraum (Quenchraum)
- 7 Fremdgaszuführung
- 8 Festes Sorptionsmittel
- 9 Rohgas, beladen mit Feststoff
- 10 Feststoffabscheider
- 11 Feststoffaustrag
- 12 Gereinigtes Rohgas oder Synthesegas
- 13 Feststoffbehandlung
- 13a Feststoffrückführung in die Brennstoffvorbehandlung
- 13b Feststoffrückführung in den Vergasungsreaktor
- 14 Austrag von festem, beladenem Sorptionsmittel
- 15 Austrag von Schlacke
- 16 Feststoffeintrag in Folgeprozess
- 17 Folgeprozess
- 18 Prozessaustrittsgas
- 19 Feststoffreinigung Prozessaustrittsgas
- 19a Feststoffrückführung Prozessaustrittsgas
- 20 Entstaubtes Prozessaustrittsgas
- 21 Rohgasstrom
- 22 Rauch aus festem Sorptionsmittel und Rohgas
- 23 Öffnung
- 24 Rohr zur Rohgasausführung

**Patentansprüche**

1. Verfahren zur Herstellung und Reinigung eines staubhaltigen Rohgases mit Synthesegascharakter, wobei

- 5 • das Rohgas durch Vergasung eines festen kohlenstoffhaltigen Materials mit einem sauerstoffhaltigen oder wasserdampf- und sauerstoffhaltigen Gas in einem hierfür geeigneten Reaktor hergestellt wird, wobei
- ein Rohgas entsteht, das bedingt durch die Zusammensetzung des Brennstoffes saure oder basische oder schwefelhaltige oder halogenhaltige gasförmige Schadstoffe umfasst, und
- 10 • das Rohgas außerdem noch feste, asche- oder schlackehaltige Stoffe umfassen kann, wobei
- das Rohgas aus dem Vergasungsreaktor in einem abwärts- oder aufwärtsführenden Reaktionsraum geleitet wird, wo ein kälteres Gas oder eine verdampfte Flüssigkeit oder eine Flüssigkeit zugegeben wird, womit
- 15 das Synthesegas zur Abführung der hohen inneren Energie abreagieren kann,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

- 20 • das staubhaltige Rohgas während oder nach der Zugabe des kälteren Gases oder der verdampften Flüssigkeit zur Reinigung mit einem festen Sorptionsmittel versetzt wird, das mit dem Rohgas in Gasströmungsrichtung mitgerissen und transportiert wird und mit den sauren oder basischen oder schwefelhaltigen oder halogenhaltigen Stoffen innerhalb kurzer Zeit reagiert und diese Stoffe in eine feste und gebundene Form überführt.
- 25 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Gas oder die verdampfte Flüssigkeit zur Kühlung des Rohgases und das feste Sorptionsmittel in einem gemeinsamen Strom als Rauch zugeführt werden, wobei Rauch ein heterogenes Gemisch von Feststoffteilchen und Gas bezeichnet.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Rauch in den Randbereich des Rohgases zugegeben wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Rohgas überwiegend Kohlenmonoxid und Wasserstoff umfasst.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Rohgas nach der Herstellung und nach der Zugabe des Fremdmediums eine Temperatur von 600 bis 1000°C besitzt und unter einem Druck von 0,3 bis 7 MPa steht.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei dem festen kohlenstoffhaltigen Material für die Vergasungsreaktion um Kohle, Petrolkoks oder um ein cellulosehaltiges biologisches Brennmateri-  
al handelt.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Brennstoff zur Erlangung einer für die Vergasungsreaktion geeigneten Form vor der Umsetzung einer Mahlung oder einer Trocknung zugeführt wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass das feste Sorptionsmittel basische Calciumverbindungen, basische Magnesiumverbindungen oder übergangsmetallhaltige Verbindungen umfasst.
9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Sorptionsmittel Kalkstein, kalzinierten Kalkstein oder Dolomit umfasst.
10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Sorptionsmittel Eisenerz oder Eisenoxide umfasst.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Sorptionsmittel feste, oxidierende Bestandteile umfasst, dass die sulfidischen Bestandteile in Sulfate überführen kann.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass das feste Sorptionsmittel eine Korngröße von 0,01 bis 1 mm besitzt.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die in dem Rohgas enthaltenen Feststoffe durch einen Feststoffabscheider teilweise oder vollständig aus dem System ausgeschleust werden.
14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass der aus dem Rohgas entfernte und aus Flugasche, Schlacke und Sorptionsmittel bestehende Feststoff nach der Abscheidung aus dem Rohgas ohne Klassierung mit dem Brennstoff in den Kohlevergasungsprozess zurückgeführt wird.
15. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass der aus dem Rohgas entfernte und aus Flugasche, Schlacke und Sorptionsmittel bestehende Feststoff nach der Abscheidung aus dem Rohgas ausgeschleust oder einer Verwendung in einem anderen Prozess zugeführt wird.
16. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die aus dem System ausgeschleusten Feststoffe einer Klassierung unterworfen werden, wodurch man die festen oder verfestigten Schlacke- und Aschebestandteile und das beladene Sorptionsmittel erhält.
17. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass das aus dem Rohgas entfernte und von der Flugasche und der Schlacke abgetrennte Sorptionsmittel in den erfindungsgemäßen Kohlevergasungsprozess zurückgeführt wird.
18. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass das aus der Feststoffklassierung erhaltene beladene Sorptionsmittel einer Regeneration zugeführt wird.
19. Verfahren nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Regeneration des beladenen Sorptionsmittels eine Wäsche, eine Trocknung oder eine Kalzinierung umfasst.

20. Verfahren nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Regeneration des beladenen Sorptionsmittels eine Überleitung eines sauerstoff- oder wasser-  
dampf- und sauerstoffhaltigen Gases umfasst.
- 5 21. Verfahren nach einem der Ansprüche 18 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass das aus dem Rohgas entfernte und von der Flugasche und der Schlacke abgetrennte und regenerierte Sorptionsmittel in den erfindungsgemäßen Kohlevergasungsprozess zurückgeführt wird.
- 10 22. Verfahren nach einem der Ansprüche 18 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass das aus dem Rohgas entfernte und von der Flugasche und der Schlacke abgetrennte und regenerierte Sorptionsmittel ausgeschleust oder einer Verwendung in einem anderen Prozess zugeführt wird.
- 15 23. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass der aus dem Rohgas entfernte Feststoff aus Flugasche, Schlacke und Sorptionsmittel durch Klassierung getrennt werden und das Sorptionsmittel und der restliche Feststoff ausgeschleust oder einer Verwendung in einem anderen Prozess zugeführt wird.
- 20 24. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 23, dadurch gekennzeichnet, dass das heiße Rohgas vor der Zugabe des festen Sorptionsmittels einem Verfahrensschritt der Feststoffabscheidung unterzogen wird.
- 25 25. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 24, dadurch gekennzeichnet, dass das heiße Rohgas statt der oder zusätzlich zur Zugabe eines festen Sorptionsmittels einem Durchleiten durch ein Teilchenbett mit festem Sorptionsmittel unterzogen wird.
26. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 25, dadurch gekennzeichnet, dass das von den Fremdgasen gereinigte Rohgas einer Weiterverwendung zur Reduktion von Metallerzen, einer Gewinnung von Wasserstoff oder einer Weiterverwendung zu chemischen Synthesezwecken zugeführt wird.

27. Vorrichtung zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 24, wobei

- diese aus einem feuerfesten Reaktionsgefäß besteht, das zur Vergasung von festen, kohlenstoffhaltigen Brennstoffen durch Umsetzung mit einem sauerstoff- oder wasserdampf- und sauerstoffhaltigen Gas geeignet ist, und
- sich an dieses Reaktionsgefäß ein Reaktionsraum anschließt, der mit Zuführungseinrichtungen für ein festes Sorptionsmittel und gasförmige oder dampfförmige Stoffe zur Kühlung des Rohgases ausgestattet ist, und
- die Zuführungseinrichtung für das feste Sorptionsmittel und die gas- und dampfförmigen Stoffe in Form mindestens einer Öffnung gestaltet ist, die sich vergaserauswärts in Richtung des Gasstromes öffnet und Vorrichtungen umfasst, mit denen sich das Sorptionsmittel im Gemisch mit dem Kühlgas unter Druck in den Gasstrom des Produktgases fördern und einleiten lässt.

28. Vorrichtung nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, dass die Öffnung für das Kühlgas und das feste Sorptionsmittel als Schlitz geformt ist.

29. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 27 oder 28, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei den Vorrichtungen zur Förderung des festen Sorptionsmittels um pneumatische Fördereinrichtungen handelt.

30. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 27 bis 29, dadurch gekennzeichnet, dass sich vor dem Reaktionsgefäß zur Vergasung eine Vorrichtung zum Trocknen und Mahlen befindet.

31. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 27 bis 30, dadurch gekennzeichnet, dass der Reaktor zur Durchführung des Vergasungsprozesses mit einer mindestens einer Öffnung zur separaten Abführung der flüssigen und festen Reaktionsprodukte und mindestens einer weiteren Öffnung zur separaten Abführung des gasförmigen Reaktionsproduktes ausgestattet ist.

32. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 27 bis 31, dadurch gekennzeichnet, dass der Reaktionsraum zur Zugabe der gasförmigen, flüssigen oder festen Medien zur Abführung der hohen inneren Energie mit Einrichtungen zur Zugabe der Quenchmedien ausgestattet ist.
- 5 33. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 27 bis 32, dadurch gekennzeichnet, dass der Reaktionsraum zur Zugabe der gasförmigen, flüssigen oder festen Medien zur Abführung der hohen inneren Energie mit Einrichtungen zur Zugabe des festen Sorptionsmittels ausgestattet ist.
- 10 34. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 27 bis 33, dadurch gekennzeichnet, dass sie mit Einrichtungen zur Zuführung des festen Sorptionsmittels hinter dem Reaktionsraum ausgestattet ist.
35. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 27 bis 34, dadurch gekennzeichnet, dass sie mindestens eine zur Feststoffabscheidung geeignete Vorrichtung umfasst.
- 15 36. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 27 bis 35, dadurch gekennzeichnet, dass sie im Prozessfluss hinter den Zuführungseinrichtungen für das Sorptionsmittel mindestens eine zur Feststoffabscheidung geeignete Vorrichtung umfasst.
- 20 37. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 33 bis 36, dadurch gekennzeichnet, dass sie mit Einrichtungen zur Zuführung des festen Sorptionsmittels im Feststoffabscheider ausgestattet ist.
- 25 38. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 33 bis 37, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei der Vorrichtung zur Entfernung des Feststoffs aus dem Rohgas um einen Trägheitsabscheider, einen Fliehkraftabscheider, um keramische Filterelemente, einen Tuchfilter oder um eine Elektroentstaubung handelt.
39. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 27 bis 38, dadurch gekennzeichnet, dass sie ein Teilchenbett mit festem Sorptionsmittel zum Durchleiten des Rohgases umfasst.

40. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 33 und 39, dadurch gekennzeichnet, dass sie den aus der Feststoffabscheidung stammenden Feststoff einer Regeneration für das Sorptionsmittel zuführt und das im Feststoff enthaltene Sorptionsmittel regenerieren kann.
- 5 41. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 33 und 40, dadurch gekennzeichnet, dass sie die aus dem Feststoffabscheider stammenden abgeschiedenen Feststoffe klassieren und in Flugasche- oder Schlackebestandteile und Sorptionsmittel trennen kann.
- 10 42. Vorrichtung nach Anspruch 41, dadurch gekennzeichnet, dass sie das aus der Klassierung des abgeschiedenen Feststoffes stammende Sorptionsmittel regenerieren kann.
43. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 27 bis 42, dadurch gekennzeichnet, dass sie Einrichtungen zur Weiterleitung des abgeschiedenen oder abgeschiedenen und regenerierten Feststoffes in den Kohlevergasungsprozess umfasst.
- 15 44. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 27 bis 43, dadurch gekennzeichnet, dass sie Einrichtungen zur Weiterleitung des abgeschiedenen oder abgeschiedenen und regenerierten Sorptionsmittels in den Kohlevergasungsprozess umfasst.
- 20 45. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 27 bis 44, dadurch gekennzeichnet, dass sie einen Folgeprozess umfasst, der das durch das feste Sorptionsmittel gereinigte Rohgas verwendet.
46. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 27 bis 45, dadurch gekennzeichnet, dass sie Einrichtungen zur Weiterleitung des abgeschiedenen oder abgeschiedenen und regenerierten Feststoffes in den Folgeprozess umfasst.
- 25 47. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 27 bis 46, dadurch gekennzeichnet, dass sie Einrichtungen zur Weiterleitung des abgeschiedenen oder abgeschiedenen und regenerierten Sorptionsmittels in den Folgeprozess umfasst.

48. Vorrichtung nach Anspruch 47, dadurch gekennzeichnet, dass die Feststoffbestandteile des Gases eines Folgeprozesses mit den aus dem Kohlevergasungsprozess abgeschiedenen Feststoffen oder Feststoffbestandteilen vereinigt werden und einer weiteren Verwendung zugeführt können.

FIG. 1

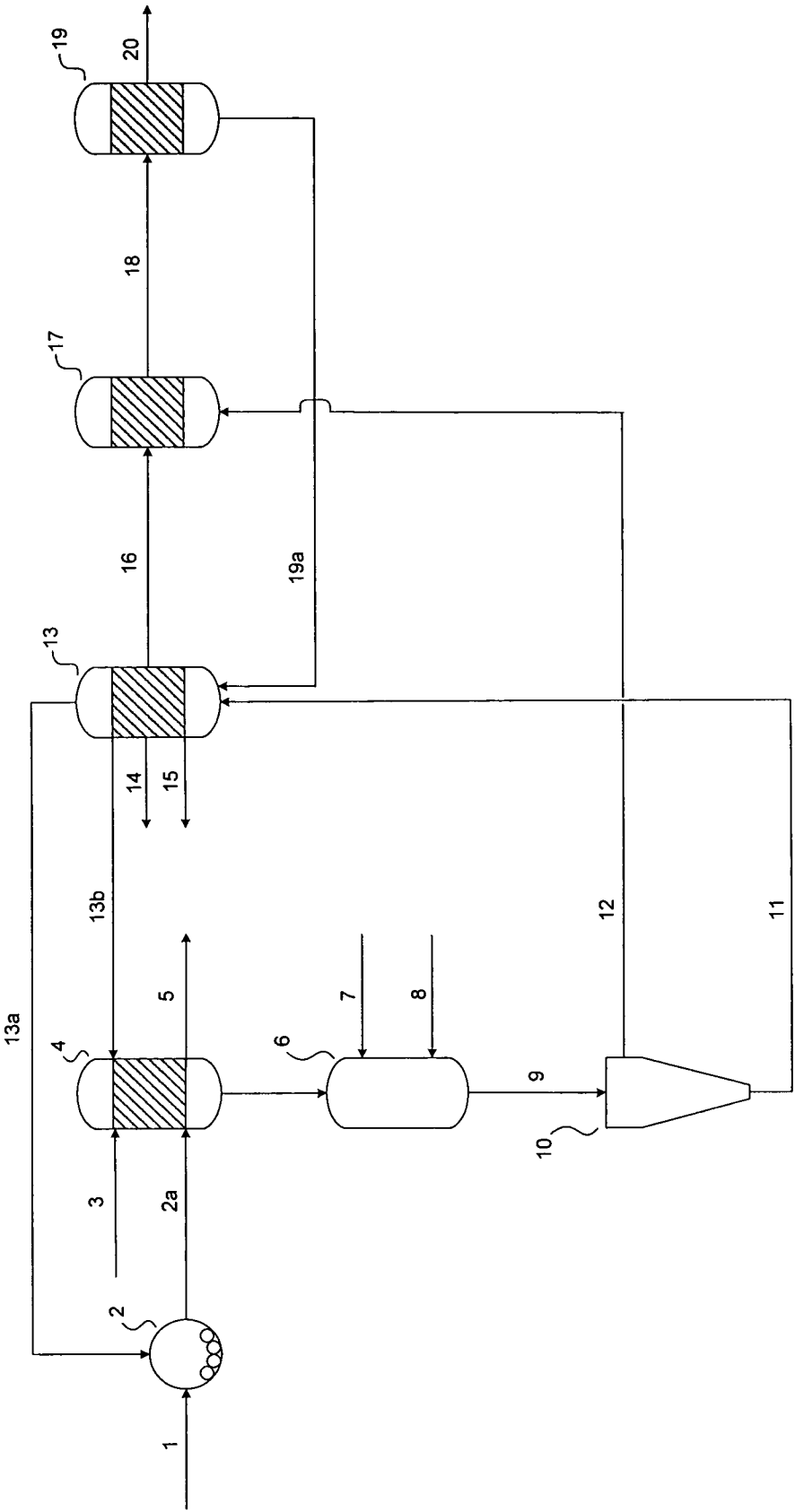
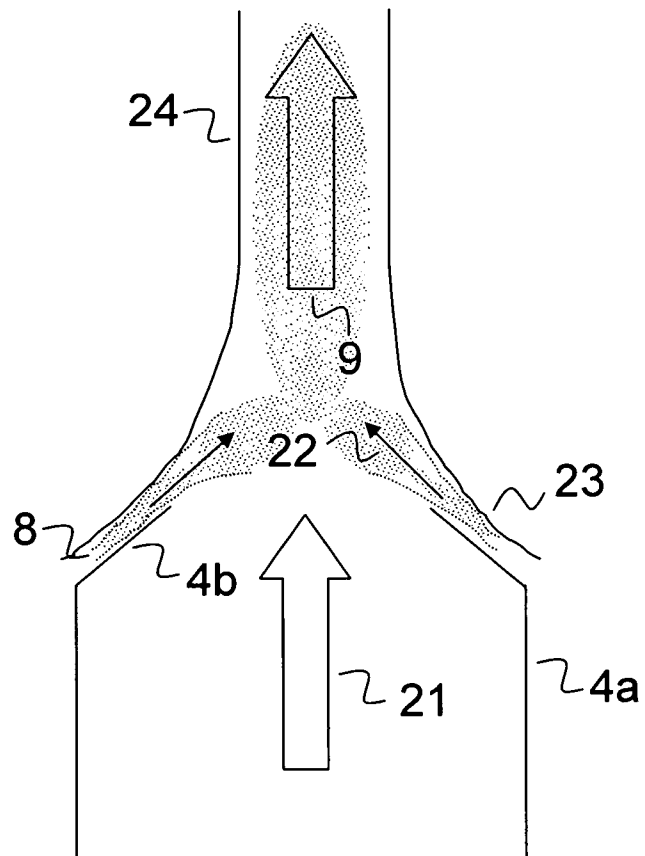


FIG. 2



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2008/008194

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. C10K1/20 C10J3/00 C01B3/56 C01B3/02  
ADD. C21B13/00 B01D53/10

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B01D C10K C01B C10J F28C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No.               |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| X         | US 2004/247509 A1 (NEWBY RICHARD ALLEN [US]) 9 December 2004 (2004-12-09)          | 1, 5-26                             |
| Y         | paragraphs [0002], [0003], [0026] - [0040]; figures 1-3                            | 26-48                               |
| X         | US 4 613 344 A (HENRICH GUENTER [DE] ET AL) 23 September 1986 (1986-09-23)         | 1, 2, 5-14, 25, 26                  |
| Y         | column 2, line 15 - column 3, line 43;<br>claims 1, 2, 4, 7, 8; figure 1           | 3, 4, 26, 27, 29, 30, 32-39, 44, 45 |
|           | column 3, line 18 - line 61                                                        |                                     |
|           | -----<br>-/--                                                                      |                                     |



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

### \* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

16 Januar 2009

Date of mailing of the international search report

26/01/2009

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040.  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

de Biasio, Arnaldo

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2008/008194

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                        | Relevant to claim No.                                                |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| X         | EP 0 629 685 A (TEXACO DEVELOPMENT CORP [US]) 21 December 1994 (1994-12-21)                                                               | 1,4-8,<br>10,12,<br>13,15,<br>16,<br>18-20,<br>22-26<br>26           |
| Y         | claims 1,2,9; figure 1<br>-----                                                                                                           |                                                                      |
| Y         | DE 38 08 729 A1 (KRUPP KOPPERS GMBH [DE])<br>5 October 1989 (1989-10-05)<br>figures 1-3<br>-----                                          | 3,4,<br>27-48                                                        |
| Y         | DE 31 01 291 A1 (MIDREX CORP [US])<br>26 November 1981 (1981-11-26)<br>cited in the application<br>claims 1-6; figure 1<br>-----          | 26                                                                   |
| A         | US 5 567 228 A (ABDULALLY IQBAL F [US])<br>22 October 1996 (1996-10-22)<br><br>column 1, line 14 - line 28; claim 1;<br>figure 1<br>----- | 1,2,4,5,<br>8,9,11,<br>13,16,<br>18,19,<br>25,27,<br>32-39,<br>45,46 |
| A         | US 4 776 388 A (NEWBY RICHARD A [US])<br>11 October 1988 (1988-10-11)<br>claim 1; figure 6<br>-----                                       | 1,2                                                                  |
| A         | EP 0 349 090 A (SHELL INT RESEARCH [NL])<br>3 January 1990 (1990-01-03)<br>claims 1,2,4<br>-----                                          | 1-3,27                                                               |

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2008/008194

| Patent document<br>cited in search report |    | Publication<br>date | Patent family<br>member(s)                                                                                                                                                                                                                                  | Publication<br>date                                                                                                                                                                                                          |
|-------------------------------------------|----|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| US 2004247509                             | A1 | 09-12-2004          | NONE                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                              |
| US 4613344                                | A  | 23-09-1986          | AU 3443184 A<br>BR 8405647 A<br>DE 3340204 A1<br>FR 2554457 A1<br>GB 2150856 A<br>JP 60115688 A<br>ZA 8408652 A                                                                                                                                             | 16-05-1985<br>10-09-1985<br>15-05-1985<br>10-05-1985<br>10-07-1985<br>22-06-1985<br>26-06-1985                                                                                                                               |
| EP 0629685                                | A  | 21-12-1994          | CA 2124049 A1<br>CN 1101933 A<br>DE 69415872 D1<br>DE 69415872 T2<br>ES 2126711 T3<br>JP 8151582 A<br>US 5401282 A                                                                                                                                          | 18-12-1994<br>26-04-1995<br>25-02-1999<br>10-06-1999<br>01-04-1999<br>11-06-1996<br>28-03-1995                                                                                                                               |
| DE 3808729                                | A1 | 05-10-1989          | ES 2009695 A6<br>IN 171523 A1<br>JP 1297496 A<br>JP 2618473 B2<br>PL 278114 A1<br>US 4936873 A<br>US 4978368 A<br>ZA 8809515 A                                                                                                                              | 01-10-1989<br>07-11-1992<br>30-11-1989<br>11-06-1997<br>11-12-1989<br>26-06-1990<br>18-12-1990<br>27-09-1989                                                                                                                 |
| DE 3101291                                | A1 | 26-11-1981          | AT 370134 B<br>AU 529589 B2<br>AU 6603581 A<br>BR 8100205 A<br>CA 1154261 A1<br>FR 2473552 A1<br>GB 2070065 A<br>IN 154035 A1<br>JP 1361178 C<br>JP 56105411 A<br>JP 60023162 B<br>PH 16292 A<br>PL 229247 A1<br>US 4260412 A<br>YU 8881 A1<br>ZA 8100260 A | 10-03-1983<br>09-06-1983<br>23-07-1981<br>04-08-1981<br>27-09-1983<br>17-07-1981<br>03-09-1981<br>08-09-1984<br>30-01-1987<br>21-08-1981<br>06-06-1985<br>05-09-1983<br>18-09-1981<br>07-04-1981<br>30-06-1983<br>27-01-1982 |
| US 5567228                                | A  | 22-10-1996          | NONE                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                              |
| US 4776388                                | A  | 11-10-1988          | NONE                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                              |
| EP 0349090                                | A  | 03-01-1990          | DE 68905681 D1<br>DE 68905681 T2<br>DK 315289 A<br>JP 2047193 A<br>JP 2668266 B2                                                                                                                                                                            | 06-05-1993<br>08-07-1993<br>31-12-1989<br>16-02-1990<br>27-10-1997                                                                                                                                                           |

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2008/008194

## A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. C10K1/20 C10J3/00 C01B3/56 C01B3/02  
ADD. C21B13/00 B01D53/10

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

B01D C10K C01B C10J F28C

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr.                          |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| X          | US 2004/247509 A1 (NEWBY RICHARD ALLEN [US]) 9. Dezember 2004 (2004-12-09)                         | 1,5-26                                      |
| Y          | Absätze [0002], [0003], [0026] - [0040];<br>Abbildungen 1-3                                        | 26-48                                       |
| X          | US 4 613 344 A (HENRICH GUENTER [DE] ET AL) 23. September 1986 (1986-09-23)                        | 1,2,<br>5-14,25,<br>26                      |
| Y          | Spalte 2, Zeile 15 - Spalte 3, Zeile 43;<br>Ansprüche 1,2,4,7,8; Abbildung 1                       | 3,4,26,<br>27,29,<br>30,<br>32-39,<br>44,45 |
|            | Spalte 3, Zeile 18 - Zeile 61                                                                      |                                             |
|            | -----<br>-/--                                                                                      |                                             |

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

16. Januar 2009

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

26/01/2009

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040.  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

de Biasio, Arnaldo

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2008/008194

| C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN |                                                                                                                                                    |                                                                      |
|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| Kategorie*                                            | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile                                                 | Belr. Anspruch Nr.                                                   |
| X                                                     | EP 0 629 685 A (TEXACO DEVELOPMENT CORP [US]) 21. Dezember 1994 (1994-12-21)                                                                       | 1,4-8,<br>10,12,<br>13,15,<br>16,<br>18-20,<br>22-26                 |
| Y                                                     | Ansprüche 1,2,9; Abbildung 1<br>-----                                                                                                              | 26                                                                   |
| Y                                                     | DE 38 08 729 A1 (KRUPP KOPPERS GMBH [DE])<br>5. Oktober 1989 (1989-10-05)<br>Abbildungen 1-3<br>-----                                              | 3,4,<br>27-48                                                        |
| Y                                                     | DE 31 01 291 A1 (MIDREX CORP [US])<br>26. November 1981 (1981-11-26)<br>in der Anmeldung erwähnt<br>Ansprüche 1-6; Abbildung 1<br>-----            | 26                                                                   |
| A                                                     | US 5 567 228 A (ABDULALLY IQBAL F [US])<br>22. Oktober 1996 (1996-10-22)<br><br>Spalte 1, Zeile 14 - Zeile 28; Anspruch 1;<br>Abbildung 1<br>----- | 1,2,4,5,<br>8,9,11,<br>13,16,<br>18,19,<br>25,27,<br>32-39,<br>45,46 |
| A                                                     | US 4 776 388 A (NEWBY RICHARD A [US])<br>11. Oktober 1988 (1988-10-11)<br>Anspruch 1; Abbildung 6<br>-----                                         | 1,2                                                                  |
| A                                                     | EP 0 349 090 A (SHELL INT RESEARCH [NL])<br>3. Januar 1990 (1990-01-03)<br>Ansprüche 1,2,4<br>-----                                                | 1-3,27                                                               |

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2008/008194

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|----------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| US 2004247509                                      | A1                            | 09-12-2004                        | KEINE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| US 4613344                                         | A                             | 23-09-1986                        | AU 3443184 A 16-05-1985<br>BR 8405647 A 10-09-1985<br>DE 3340204 A1 15-05-1985<br>FR 2554457 A1 10-05-1985<br>GB 2150856 A 10-07-1985<br>JP 60115688 A 22-06-1985<br>ZA 8408652 A 26-06-1985                                                                                                                                                                                                                                                |
| EP 0629685                                         | A                             | 21-12-1994                        | CA 2124049 A1 18-12-1994<br>CN 1101933 A 26-04-1995<br>DE 69415872 D1 25-02-1999<br>DE 69415872 T2 10-06-1999<br>ES 2126711 T3 01-04-1999<br>JP 8151582 A 11-06-1996<br>US 5401282 A 28-03-1995                                                                                                                                                                                                                                             |
| DE 3808729                                         | A1                            | 05-10-1989                        | ES 2009695 A6 01-10-1989<br>IN 171523 A1 07-11-1992<br>JP 1297496 A 30-11-1989<br>JP 2618473 B2 11-06-1997<br>PL 278114 A1 11-12-1989<br>US 4936873 A 26-06-1990<br>US 4978368 A 18-12-1990<br>ZA 8809515 A 27-09-1989                                                                                                                                                                                                                      |
| DE 3101291                                         | A1                            | 26-11-1981                        | AT 370134 B 10-03-1983<br>AU 529589 B2 09-06-1983<br>AU 6603581 A 23-07-1981<br>BR 8100205 A 04-08-1981<br>CA 1154261 A1 27-09-1983<br>FR 2473552 A1 17-07-1981<br>GB 2070065 A 03-09-1981<br>IN 154035 A1 08-09-1984<br>JP 1361178 C 30-01-1987<br>JP 56105411 A 21-08-1981<br>JP 60023162 B 06-06-1985<br>PH 16292 A 05-09-1983<br>PL 229247 A1 18-09-1981<br>US 4260412 A 07-04-1981<br>YU 8881 A1 30-06-1983<br>ZA 8100260 A 27-01-1982 |
| US 5567228                                         | A                             | 22-10-1996                        | KEINE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| US 4776388                                         | A                             | 11-10-1988                        | KEINE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| EP 0349090                                         | A                             | 03-01-1990                        | DE 68905681 D1 06-05-1993<br>DE 68905681 T2 08-07-1993<br>DK 315289 A 31-12-1989<br>JP 2047193 A 16-02-1990<br>JP 2668266 B2 27-10-1997                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |