

(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
6. November 2008 (06.11.2008)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2008/131832 A1

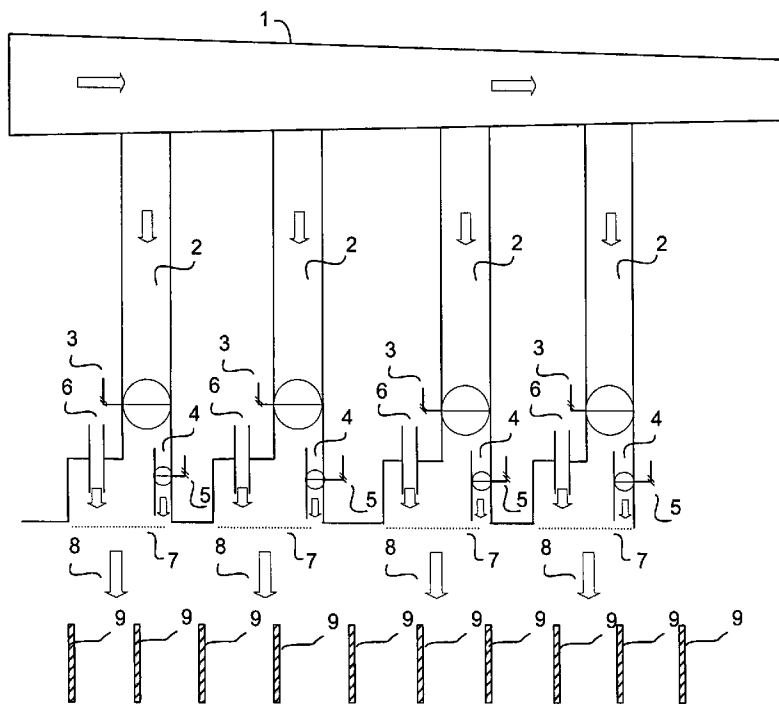
- (51) Internationale Patentklassifikation:
B01J 8/06 (2006.01) *C01B 3/38* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2008/002307
- (22) Internationales Anmeldedatum:
22. März 2008 (22.03.2008)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2007 019 830.4 25. April 2007 (25.04.2007) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): UHDE GMBH [DE/DE]; Friedrich-Uhde-Strasse 15, 44141 Dortmund (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): MEISSNER, Oliver [DE/DE]; Berliner Strasse 52, 45966 Gladbeck (DE). WODBERG, Silke [DE/DE]; Stüttingsstrasse 56, 58285 Gevelsberg (DE).
- (74) Gemeinsamer Vertreter: UHDE GMBH; IP, Friedrich-Uhde-Strasse 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,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: PRIMARY REFORMER WITH SECONDARY INLET CHANNELS SUPPLYING THE BURNER

(54) Bezeichnung: PRIMÄRREFORMER MIT BRENNERZUFÜHRENDEN SEKUNDÄREINLASSKANÄLEN

FIG. 1



(57) Abstract: The invention relates to a reactor for the catalytic reformation of carbohydrates with steam under increased pressure, having a reaction chamber and a firing chamber, wherein the reaction chamber is a plurality of vertical tubes which are arranged in a row and suitable for filling with catalyst. The invention also has devices for supplying carbohydrates to be reformed and steam to the reaction chamber, and devices for removing reformed synthesis gas from the reaction chamber. A plurality of firing devices are located in the upper area of the firing chamber. Said firing devices can produce flames directed substantially downward and are suitable for heating the above-mentioned reaction tubes. The tube which supplies the burner with air is provided with a device for setting the air throughflow. In addition to this tube, a secondary air supply, which branches off from this tube, is attached and can be constructed in numerous embodiments and has an independently controllable device for setting the air throughflow, and likewise supplies air to the firing device such that a more efficient ratio of heated gas to air

exists in the burner, and an exhaust with low nitrogen oxide content can thereby be achieved.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Reaktor zur katalytischen Reformierung von Kohlenwasserstoffen mit Wasserdampf unter erhöhtem Druck, aufweisend einen Reaktionsraum und einen Befeuerungsraum, dabei als Reaktionsraum eine Vielzahl von vertikalen Rohren, welche in Reihen angeordnet

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2008/131832 A1



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, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

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).

(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,

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

und zum Füllen mit Katalysator geeignet sind, und Einrichtungen zum Zuführen von zu reformierenden Kohlenwasserstoffen und Wasserdampf zum Reaktionsraum, sowie Einrichtungen zum Abführen reformierten Synthesegases aus dem Reaktionsraum, dabei weiterhin im oberen Bereich des Befeuerungsraums aufweisend eine Vielzahl von Befeuerungseinrichtungen, welche im wesentlichen abwärts gerichtete Flammen erzeugen können, welche geeignet sind, die oben genannten Reaktionsrohre zu beheizen, wobei das dem Brenner luftzuführende Rohr mit einer Einrichtung zur Einstellung des Luftdurchflusses versehen ist und zusätzlich zu diesem Rohr eine davon abzeigende Sekundärluftzuführung angebracht ist, die in verschiedenartiger Ausführungsform gestaltet sein kann und die eine unabhängig steuerbare Einrichtung zur Einstellung des Luftdurchflusses besitzt und der Befeuerungseinrichtung ebenfalls Luft zuführt, so dass sich an den Brennern ein günstigeres Verhältnis von Heizgas zu Luft ergibt und damit ein stickoxidarmes Abgas erreicht werden kann.

Primärreformer mit brennerzuführenden Sekundäreinlasskanälen

[0001] Die Erfindung betrifft einen Reaktor zur katalytischen Reformierung von Kohlenwasserstoffen mit Wasserdampf unter erhöhtem Druck, mit dem Synthesegas hergestellt wird. Derartiges Synthesegas dient beispielsweise zur Herstellung von Ammoniak, Wasserstoff und Methanol.

[0002] Reaktoren zur katalytischen Reformierung von Kohlenwasserstoffen mit Wasserdampf sind seit langem bekannt und in einer Vielzahl von Ausführungsformen bekannt. Bei Großanlagen hat sich eine Bauart durchgesetzt, bei der ein deckengefeuerter Kastenofen mit senkrecht stehenden Reaktionsrohren bzw. Spaltrohren zum Einsatz kommt. Hierbei sind die Spaltrohre in Reihen angeordnet. Die Rohre werden mit Prozessgas, welches das Einsatzgas bildet, von oben nach unten durchströmt. Das Einsatzgas wird dabei einem sogenannten Spaltprozess unterzogen.

15

[0003] Die Gasaustrittstemperaturen liegen üblicherweise bei 850 °C und darüber. Das Prozessgas wird im unteren Bereich – inner- oder außerhalb des Ofens - in sogenannten Austrittskollektoren gesammelt. In den zwischen den Rohrreihen liegenden "Gassen" sind senkrecht nach unten feuernde Brenner angeordnet. Dieser Bereich wird als Ofenbox bezeichnet. Das erzeugte Rauchgas durchströmt den Ofen von oben nach unten und wird durch am Boden liegende sogenannte Rauchgastunnel abgezogen. Die Temperaturen in der Ofenbox liegen im Durchschnitt bei 1000 bis 1250 °C. Die Ofenwände sind zur Wärmeisolierung und zum Schutz vor den durch die Beheizung vorherrschenden hohen Temperaturen mit einer feuerfesten Schutzschicht ausgekleidet.

25

[0004] Der durch den Ofen beheizte Reaktionsraum besitzt üblicherweise eine Vielzahl von gasdicht verschlossenen vertikalen Rohren, welche in Reihen angeordnet und zum Füllen mit Katalysator geeignet sind. Diese dienen der Prozessführung und besitzen Einrichtungen zum Zuführen von zu reformierendem Kohlenwasserstoff und bis zu 650°C aufgeheiztem Wasserdampf zum Reaktionsraum sowie Einrichtungen zum Abführen des reformierten Synthesegases aus dem Reaktionsraum.

30

[0005] Der Ofenraum, in dem die Befuerungsvorrichtungen angeordnet sind, besitzt im unteren Bereich des Raumes eine Kammer zum Sammeln der Rauchgase sowie eine Vielzahl von im wesentlichen waagrecht angeordneten, parallel zueinander und senkrecht zu den vertikalen Rohren verlaufenden Tunneln aus Mauerwerk zum

35

Abzug der Rauchgase. Diese gemauerten Tunnel weisen an den Seiten Öffnungen auf, um einen Abzug der Rauchgase aus dem Ofenraum zu ermöglichen. Die Tunnel werden üblicherweise aus Mauerwerkstoffen erstellt.

5 **[0006]** WO2005/018793 A1 beschreibt ein typisches Ofensystem und Verfahren zur katalytischen Reformierung von Kohlenwasserstoffen mit Wasserdampf zu Synthesegas unter erhöhtem Druck. Zur besseren Vergleichmäßigung der Rauchgasströmung und für eine gleichmäßigere Temperaturverteilung der Befeuerung wird eine spezielle Ausgestaltung der Außenwände der Tunnel angewendet. WO2006/119812 A1 be-
10 beschreibt ein typisches Ofensystem und Verfahren zur katalytischen Reformierung von Kohlenwasserstoffen mit Wasserdampf zu Synthesegas mit Zufuhr von Sauerstoff zur Anpassung der Stöchiometrie und einem speziellen nachgeschalteten Porenbrenner zur Vermeidung der Russbildung.

15 **[0007]** Alle beschriebenen Reformiersysteme haben gemeinsam, dass eine Befeuerungseinrichtung, die aus einer Vielzahl von zwischen den prozessführenden Reaktionsrohren angeordneten Brennern besteht, den Ofenraum mit den durch diesen führenden Reformierrohren beheizt. Die der Befeuerung des Ofenraumes dienenden Brenner werden üblicherweise über getrennte Kanäle mit Heizgas und Luft gespeist.
20 Die Zuführung des Heizgases in den Brennerraum wird dabei getrennt von der Luftzuführung ausgeführt. Der Durchtritt der Gaszuführungen in den Brennerraum erfolgt durch die feuerfeste Ofenauskleidung oder unmittelbar davor. Bei den bisher eingesetzten Konstruktionen wird das Heizgas-Luft-Verhältnis für die Brenner durch eine Drosselklappe oder eine ähnlich geartete Einrichtung zur Einstellung des Gasdurch-
25 flusses der Luftzuführung gesteuert. Über diese Einrichtung lässt sich die Brennerbefeuerung und damit die Ofentemperatur kontrollieren. Diese Konstruktion ist zwar effektiv, birgt aber den Nachteil, dass sich die lokale Luftzuführung an den Brennern schlecht steuern lässt und stellenweise zu ungünstigen Verhältnissen Heizgas zu Luft führt.

30

[0008] Das Sauerstoff-Heizgas-Verhältnis kann technisch durch den sogenannten Lambda(λ)-wert beschrieben werden. Bei Einsatz eines stöchiometrischen Molverhältnisses Sauerstoff zu Heizgas erhält man einen Lambda-Wert von 1,0. Bei Verwendung eines im stöchiometrischen Verbrennungsverhältnis geringeren Sauerstoffanteils erhält
35 man einen Lambda-Wert, der niedriger ist als 1,0. Bei Verwendung eines im stöchiometrischen Verbrennungsverhältnis höheren Sauerstoffanteils erhält man einen Lambda-Wert, der höher ist als 1,0. Eine Verbrennung ist daher optimal, wenn der Lambda-

Wert 1,0 beträgt. Bei herkömmlichen Konstruktionen erhält man an den einzelnen Brennern Lambda-Werte, die betriebsbedingt schwanken und temporär erhöhte Werte aufweisen können.

5 **[0009]** Dies wirkt sich nachteilig auf den Verbrennungsprozess aus. Die Folge ist möglicherweise ein insgesamt höherer Verbrauch an Heizgas bezogen auf den Umsatz des Reformierprozesses. Bei einem Wechsel des Brennstoffes lässt sich die Luftzuführung nur schwer auf die veränderte Stöchiometrie einstellen. Dadurch kann es tempo-
10 rär zu einer ungewollten Erhöhung der Flammentemperatur und mit dem erhöhten Zufluss an Luft zu einer verstärkten Bildung von Stickoxiden des Typus NO_x kommen. Stickoxide tragen als Schadstoffe in der Atmosphäre zum sauren Regen bei.

[0010] Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine Möglichkeit zu finden, die Luftzuführung in das Brennersystem dahingehend zu verbessern, dass die Luftzuführung in
15 den Brenner über die gesamte Zeitdauer des Prozesses optimal einstellbar ist. Dies verbessert die Heizgasverbrennung und damit die Heizgasausbeute des Reformierprozesses. An den einzelnen Brennern sollen stets optimale Lambda-Werte eingestellt werden, so dass die Flammentemperatur stets die nur notwendige Höhe besitzt. Dadurch kann die Bildung der schädlichen Stickoxide deutlich verringert oder ganz abge-
20 stellt werden.

[0011] Die Erfindung löst die Aufgabe durch einen Reaktor zur katalytischen Primärreformierung von Kohlenwasserstoffen mit Wasserdampf unter erhöhtem Druck mit einer Vorrichtung zur Deckenbefuerung eines Reformierprozessofens, wobei

- 25 • die Befuerungseinrichtung einen wärmeisolierten Ofenraum mit in den Ofenraum gasdicht verschlossenen prozessführenden Reformierrohren aufheizt, die mit einem für Reformierprozesse geeigneten Katalysator zu beschicken sind und durch die ein Reformiergasgemisch durchgeleitet wird, und
- die Befuerungseinrichtung aus einer Vielzahl von zwischen den Reformierrohren angeordneten Brennern besteht, und
- 30 • die Befuerungseinrichtung gespeist wird mit Heizgas und Luft, und
- in jedem der Brenner für beide Gase getrennte Zuführungsvorrichtungen existieren, die jeweils fluchtend angeordnet und einzeln oder paarweise gemeinsam absperrbar sind, und
- 35 • die Mischung der beiden Gase jeweils im Brenner oder unmittelbar davor vorgenommen wird, und

wobei

- die Zuführungseinrichtung für Luft in jeden der Brenner einen Haupteinlasskanal und einen zusätzlichen Sekundäreinlasskanal aufweist, und
- beide Einlasskanäle mit Einrichtungen ausgestattet sind, die geeignet sind, den Gasdurchfluss einzustellen, und
- 5 • wobei jeder Sekundäreinlasskanal von dem jeweiligen Haupteinlasskanal nach der Einrichtung zur Einstellung des Gasdurchflusses abgezweigt wird, und der andere, weiterführende Kanal einen Primärluftkanal bildet, und
- das Verhältnis der Querschnittsflächen des Sekundäreinlasskanals zu dem des Haupteinlasskanals vor der Abzweigung des Sekundäreinlasskanals zwischen 1:2 und 1:100 beträgt.

[0012] Hierbei wird jeder Brenner individuell mit einem Heizgas-Luft-Gemisch versorgt und für beide Gase existieren getrennte Zuführungseinrichtungen und der Hauptluftzuführungskanal ermöglicht eine zusätzliche Luftzuführung an der Brennerkonstruktion durch die feuerfeste Ofenauskleidung („Sekundäreinlasskanal“). Die Mischung von Heizgas und Brenner wird jeweils im Brenner vorgenommen.

[0013] In einer Ausgestaltung der Erfindung sind Sekundäreinlasskanäle und Haupteinlasskanäle mit einzeln oder paarweise gemeinsam absperrbaren Zuführungseinrichtungen ausgestattet.

[0014] In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung können die Sekundärdrosselklappen jeweils unmittelbar neben den zugehörigen Hauptdrosselklappen bedient werden. Dies ermöglicht es dem Bedienungspersonal, beide Zuführungen in einem Arbeitsschritt einzustellen.

[0015] Vorzugsweise werden alle zuführenden Kanäle nach unten in den Befeuerungsraum gerichtet und sind fluchtend angeordnet. Die Zuführungsrichtung der Luft-einlasskanäle kann je nach Konstruktionsart des Ofens geneigt oder über Absätze geführt sein, um die technische Durchführbarkeit der Befeuerung zu gewährleisten. Die Vorrichtungen zur Zuführung der Luft in den Brennerraum können über Schlitze durch die feuerfeste Ofenauskleidung gestaltet sein. Diese Konstruktion ermöglicht eine genauere Verteilung der Luft in den Flammenraum. Optional und je nach konstruktiver Gestaltung des Ofenraumes kann diese Schlitzform zur Optimierung der Verbrennung auch über Drallkörper oder Hosenrohre mit Verteilern ausgeführt werden.

[0016] In weiteren Ausgestaltungen der Erfindung werden alternativ

- die Sekundäreinlasskanäle von der Abzweigungsstelle aus senkrecht nach unten in den Feuerungsraum geführt, oder
- die Sekundäreinlasskanäle sind geneigt oder besitzen einen Absatz, oder
- 5 • die Sekundäreinlasskanäle im Brennereingangsbereich sind in Form eines Schlitzes oder eines Drallkörpers oder eines Hosenrohrs ausgeprägt.

[0017] Die Erfindung umfasst auch ein Verfahren zur katalytischen Primärreformierung von Kohlenwasserstoffen mit Wasserdampf unter erhöhtem Druck mit einer
10 Vorrichtung zur Deckenbefeuerung eines Reformierprozessofens unter Verwendung der erfindungsgemäßen Vorrichtung. Hierbei ist vorgesehen, dass

- die Befeuerungseinrichtung einen wärmeisolierten Ofenraum mit in den Ofenraum gasdicht verschlossenen prozessführenden Reformierrohren aufheizt, die mit einem für Reformierprozesse geeigneten Katalysator zu beschicken sind
15 und durch die ein Reformiergasgemisch durchgeleitet wird, und
- die Befeuerungseinrichtung aus einer Vielzahl von zwischen den Reformierrohren angeordneten Brennern besteht, und
- die Befeuerungseinrichtung gespeist wird mit einem Heizgas und Luft, und
- in jedem der Brenner für beide Gase getrennte Zuführungsvorrichtungen
20 existieren, die jeweils fluchtend angeordnet und einzeln oder paarweise gemeinsam absperrbar sind, und
- die Mischung der beiden Gase jeweils im Brenner oder unmittelbar davor vorgenommen wird, und
- die Zuführungseinrichtung für Luft in jeden der Brenner einen Haupteinlasskanal und einen zusätzlichen Sekundäreinlasskanal aufweist, und
25 • beide Einlasskanäle mit Einrichtungen ausgestattet sind, die geeignet sind, den Gasdurchfluss einzustellen, und
- wobei jeder Sekundäreinlasskanal von dem jeweiligen Haupteinlasskanal nach der Einrichtung zur Einstellung des Gasdurchflusses abgezweigt wird, und
30 der andere, weiterführende Kanal einen Primärluftkanal bildet, und
- das Verhältnis der Querschnittsflächen des Sekundäreinlasskanals zu dem des Haupteinlasskanals vor der Abzweigung des Sekundäreinlasskanals zwischen 1:2 und 1:100 beträgt, und
- als Mischungsverhältnis von Luft zu Heizgas am Austritt des Primäreinlasskanals eine konstante Stöchiometrie (λ -Wert) von 1,05 bis 1,15 einge-
35

stellt wird. Der Austritt des Luft-Heizgas-Gemisches aus dem Primäreinlasskanal wird auch als Brennerstein bezeichnet.

[0018] Für die erfindungsgemäße Ausführung der Primärreformierprozesses wird zum Heizen bevorzugt ein Erdgas-Luft-Gemisch benutzt. In einer weiteren Ausführung des Prozesses wird der Brenner statt mit einem Erdgas-Luft-Gemisch mit einem LPG-Luft-Gemisch beheizt. Als LPG-Kohlenwasserstoffe bezeichnet man üblicherweise ein Gemisch von C₃- und C₄-Kohlenwasserstoffen, die aus der entsprechenden Erdölfraktion gewonnen werden und leicht zu verflüssigen sind. Geeignet als Heizgas sind statt Erdgas oder LPG auch andere Kohlenwasserstoffe, die vorzugsweise einen unterhalb der Raumtemperatur liegenden Siedepunkt besitzen.

[0019] Durch die beschriebene Art der Zuführung von Sekundärluft in die Flamme wird die Luftzuführung in den Brenner optimiert. Dadurch erreicht man je nach Steuerung ein optimales Verhältnis Luft zu Heizgas und eine optimale Steuerung der Flamme. Die maximale Flammentemperatur kann im Ofen durch diese Maßnahme relativ niedrig gehalten werden.

[0020] Gewöhnliche Konstruktionen zur Reformiersynthese stellen an den Brennern üblicherweise einen Lambda-Wert von ca. 1,1 ein. Dieser Wert kann jedoch betriebsbedingt schwanken. Bei erfindungsgemäßer Ausführung der Konstruktion kann der Sekundäreinlasskanal insbesondere bei höherer Luftmengen Zufuhr geöffnet werden, so dass die zusätzliche Luft am Primärauslasskanal vorbeigeleitet wird. Dadurch kann der lokale Lambda-Wert am Brennerstein konstant bei 1,05 bis 1,15 gehalten werden, auch wenn sich in der Flamme ein Lambda-Wert von 1,1 bis 1,5 einstellt.

[0021] In einer Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird die Einstellung des Mischungsverhältnisses von Heizgas zu Luft am Austritt des Primäreinlasskanals durch Einstellung der im Einlassbereich angeordneten Drosselklappen in den Zuführungskanälen bewirkt.

[0022] In einer weiteren Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens enthält das Reformiergas Methan und erhitzten Wasserdampf. Das Reformiergas kann in der erfindungsgemäßen Vorrichtung durch wärmetauschende Einrichtungen im Abgasausführungstunnel ausserhalb des Ofenraumes mit dem Brennerabgas auf eine Temperatur von 500 bis 650 °C aufgeheizt werden.

[0023] In einer weiteren Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird die zum Heizen des Brenners benötigte Luft durch wärmetauschende Einrichtungen mit dem Brennerabgas auf eine Temperatur von 250 bis 450 °C aufgeheizt. Hierbei werden die Abgase im Abgasausführungstunnel hinter der wärmetauschenden Einrichtung zum Aufheizen des Reformiergases genutzt, so dass die Temperatur am Tunnel-
5 beziehungsweise Kaminausgang in der Regel ca. 150-200 °C beträgt.

[0024] Die Abführung der Verbrennungsgase erfolgt über die obenerwähnten Rauchgastunnel aus Mauerwerk. Die Tunnel weisen an den Seiten Öffnungen auf, um
10 einen Abzug der Rauchgase aus dem Ofenraum zu ermöglichen. Durch diese Maßnahme wird über den gesamten Ofenraum eine effiziente Abführung der Rauchgase gewährleistet. Die Tunnel werden üblicherweise aus Mauerwerkstoffen erstellt.

[0025] Die genannten Ausführungen haben den Vorteil einer optimierten Einstellung des Luft-Heizgas-Verhältnisses an den Brennern und einer optimalen Steuerung
15 der Verbrennung im Hinblick auf Einstellung eines optimalen Lambda-Wertes. Es ist bekannt, dass sich der Stickoxidgehalt NO_x eines Abgases bei Verwendung eines günstigeren Lambda-Wertes am Brennerstein deutlich erniedrigt. Auch ist bekannt, dass sich der Stickoxidgehalt NO_x eines Abgases bei Einstellung einer niedrigeren
20 Flammentemperatur deutlich erniedrigt. Dies kann einschlägig bekannten Nachschlagewerken entnommen werden. Beispielfhaft sei hier die Lehre „The John Zink Combustion Handbook“, C.E. Baukel Jr., CRC-Press, London New York, 2001, genannt. Stickoxide vom Typus NO_x tragen zum sauren Regen bei.

[0026] Die erfindungsgemäße Ausgestaltung des Brenners und des Zuführungssystems für Heizgas und Luft wird anhand von zwei Skizzen, die einen Ausschnitt aus dem Reformierofen in Seitenansicht zeigen, genauer erläutert, wobei das erfindungsgemäße Verfahren nicht auf diese Ausführungsformen beschränkt ist.

[0027] FIG. 1 zeigt das Schema der Luft- und Heizgaszuführung zum Brenner, beginnend vom Hauptluftzuführungskanal 1. Von diesem zweigen jeweils die einzelnen
30 Zuführungskanäle für Luft 2 zu den einzelnen Brennern ab, von denen hier vier exemplarisch dargestellt sind. Die individuellen Hauptluftzuführungskanäle können durch einzeln absperrbare und voneinander unabhängige Regelungseinrichtungen 3 gesteuert werden. Von diesen zweigt dann vor der Brennerzuführung der erfindungsgemäße
35 Sekundäreinlasskanal 4 für Luft ab, der ebenfalls eine einzeln absperrbare und unabhängige Regelungseinrichtung 5 besitzt. Der Hauptluftzuführungskanal wird dann als Pri-

märeinlasskanal der Luftzuführung weiter geführt. In diesen wird unmittelbar vor dem Brenner das Heizgas 6 eingespeist. Das Einspeisesystem tritt an der feuerfesten Ofenauskleidung 7 durch, um die Flammenführung 8 in den Ofenraum zu gewährleisten. Durch diese Befeuerung werden dann die für die Reformierreaktion vorgesehenen Reaktionsrohre 9 geheizt.

[0028] FIG. 2 zeigt das Zuführungssystem nochmals in verkleinerter Form. Gezeigt ist ebenfalls das Schema der Luft- und Heizgaszuführung am Brenner, beginnend vom Hauptluftzuführungskanal 1. Von diesem zweigen jeweils die einzelnen Zuführungskanäle für Luft 2 zu den einzelnen Brennern ab (der Übersichtlichkeit halber hier vierfach exemplarisch dargestellt). Die individuellen Hauptluftzuführungskanäle können durch einzeln absperzbare und voneinander unabhängige Regelungseinrichtungen 3 gesteuert werden. Von diesen zweigt dann vor der Brennerzuführung der erfindungsgemäße Sekundäreinlasskanal 4 für Luft ab, der ebenfalls eine einzeln absperzbare und unabhängige Regelungseinrichtung 5 besitzt. Der Hauptluftzuführungskanal wird dann als Primäreinlasskanal der Luftzuführung weiter geführt. In diesen wird unmittelbar vor dem Brenner das Heizgas 6 über Regeleinrichtungen eingespeist. Das Einspeisesystem tritt an der feuerfesten Ofenauskleidung 7 durch, um die Flammenführung 8 in den Ofenraum zu gewährleisten.

20

[0029] Bezugszeichenliste

- 1 Lufthauptzuführungskanal zum Brennersystem
- 2 Hauptluftzuführungskanal der einzelnen Brenner
- 3 Luftzuführungsregeleinrichtung des Haupteinlasskanals
- 4 Sekundäreinlasskanal
- 5 Luftzuführungsregeleinrichtung des Sekundäreinlasskanals
- 6 Heizgaszuführung
- 7 Durchtritt feuerfeste Ofenauskleidung („Brennerstein“)
- 8 Flammenführung
- 9 Reformiergasrohre

Patentansprüche

1. Reaktor zur katalytischen Primärreformierung von Kohlenwasserstoffen mit Wasserdampf unter erhöhtem Druck mit einer Vorrichtung zur Deckenbefeuerung eines Reformierprozessofens, wobei

- die Befeuerungseinrichtung einen wärmeisolierten Ofenraum mit in den Ofenraum gasdicht verschlossenen prozessführenden Reformierrohren aufheizt, die mit einem für Reformierprozesse geeigneten Katalysator zu beschicken sind und durch die ein Reformiergasgemisch durchgeleitet wird, und
- die Befeuerungseinrichtung aus einer Vielzahl von zwischen den Reformierrohren angeordneten Brennern besteht, und
- die Befeuerungseinrichtung gespeist wird mit einem Heizgas und Luft, und
- in jedem der Brenner für beide Gase getrennte Zuführungsvorrichtungen existieren, die jeweils fluchtend angeordnet und einzeln absperrbar sind, und
- die Mischung der beiden Gase jeweils im Brenner vorgenommen wird,

dadurch gekennzeichnet,

- dass die Zuführungseinrichtung für Luft in jeden der Brenner einen Haupteinlasskanal und einen zusätzlichen Sekundäreinlasskanal aufweist, und
- beide Einlasskanäle mit Einrichtungen ausgestattet sind, die geeignet sind, den Gasdurchfluss einzustellen und auch abzusperren, und
- wobei jeder Sekundäreinlasskanal von dem jeweiligen Haupteinlasskanal nach der Einrichtung zur Einstellung des Gasdurchflusses abgezweigt wird, und der andere, weiterführende Kanal einen Primärluftkanal bildet, und
- dass das Verhältnis der Querschnittsflächen des Sekundäreinlasskanals zu dem des Haupteinlasskanals vor der Abzweigung des Sekundäreinlasskanals zwischen 1:2 und 1:100 beträgt.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass Sekundäreinlasskanäle und Haupteinlasskanäle mit einzeln absperrbaren Zuführungseinrichtungen ausgestattet sind.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Sekundärdrosselklappen jeweils unmittelbar neben den zugehörigen Hauptdrosselklappen bedient werden können.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Sekundäreinlasskanäle von der Abzweigungsstelle aus nach unten in den Feuerungsraum geführt werden.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Sekundäreinlasskanäle geneigt sind oder einen Absatz besitzen.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die die Sekundäreinlasskanäle im Brennereingangsbereich in Form eines Schlitzes oder eines Drallkörpers oder eines Hosenrohrs ausgeprägt sind.
7. Verfahren zur katalytischen Primärreformierung von Kohlenwasserstoffen mit Wasserdampf unter erhöhtem Druck mit einer Vorrichtung zur Deckenbefeuerung eines Reformierprozessofens, wobei
 - die Befeuerungseinrichtung einen wärmeisolierten Ofenraum mit in den Ofenraum gasdicht verschlossenen prozessführenden Reformierrohren aufheizt, die mit einem für Reformierprozesse geeigneten Katalysator zu beschicken sind und durch die ein Reformiergasgemisch durchgeleitet wird, und
 - die Befeuerungseinrichtung aus einer Vielzahl von zwischen den Reformierrohren angeordneten Brennern besteht, und
 - die Befeuerungseinrichtung gespeist wird mit einem Heizgas und Luft, und
 - in jedem der Brenner für beide Gase getrennte Zuführungsvorrichtungen existieren, die jeweils fluchtend angeordnet und einzeln absperrbar sind, und
 - die Mischung der beiden Gase jeweils im Brenner oder unmittelbar davor vorgenommen wird, und
 - die Zuführungseinrichtung für Luft in jeden der Brenner einen Haupteinlasskanal und einen zusätzlichen Sekundäreinlasskanal aufweist, und
 - beide Einlasskanäle mit Einrichtungen ausgestattet sind, die geeignet sind, den Gasdurchfluss einzustellen und auch abzusperrn, und
 - wobei jeder Sekundäreinlasskanal von dem jeweiligen Haupteinlasskanal nach der Einrichtung zur Einstellung des Gasdurchflusses abzweigt wird, und der andere, weiterführende Kanal einen Primärluftkanal bildet, und
 - das Verhältnis der Querschnittsflächen des Sekundäreinlasskanals zu dem des Haupteinlasskanals vor der Abzweigung des Sekundäreinlasskanals zwischen 1:2 und 1:100 beträgt,

dadurch gekennzeichnet, dass

- das als Mischungsverhältnis von Luft zu Heizgas am Austritt des Primäreinlasskanals eine konstante Stöchiometrie (λ -Wert) von 1,05 bis 1,15 eingestellt wird, und je nach Luftzufuhr, in der Flamme ein λ -Wert von 1,1 bis 1,5 eingestellt wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Einstellung des Mischungsverhältnisses von Heizgas zu Luft am Austritt des Primäreinlasskanals durch Einstellung der im Einlassbereich angeordneten Drosselklappen in den Zuführungskanälen bewirkt wird.
9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Reformiergas Methan und erhitzten Wasserdampf enthält.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die zu reformierende Reaktionsgas durch wärmetauschende Vorrichtungen mit dem Brennerabgas auf eine Temperatur von 500 bis 650 °C aufgeheizt wird.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die zum Heizen des Brenners benötigte Luft durch wärmetauschende Vorrichtungen mit dem Brennerabgas auf eine Temperatur von 250 bis 450 °C aufgeheizt wird.

FIG. 1

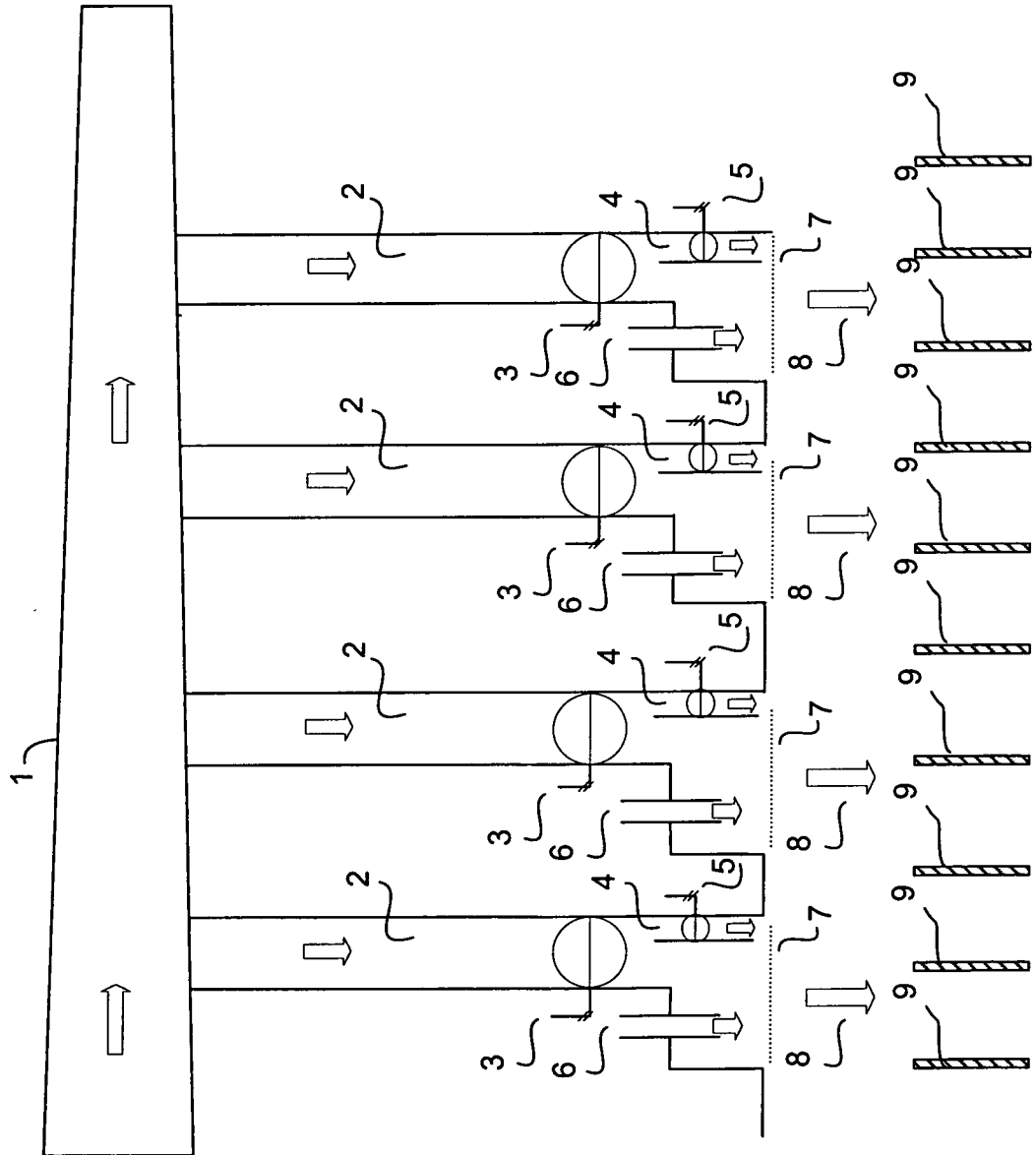
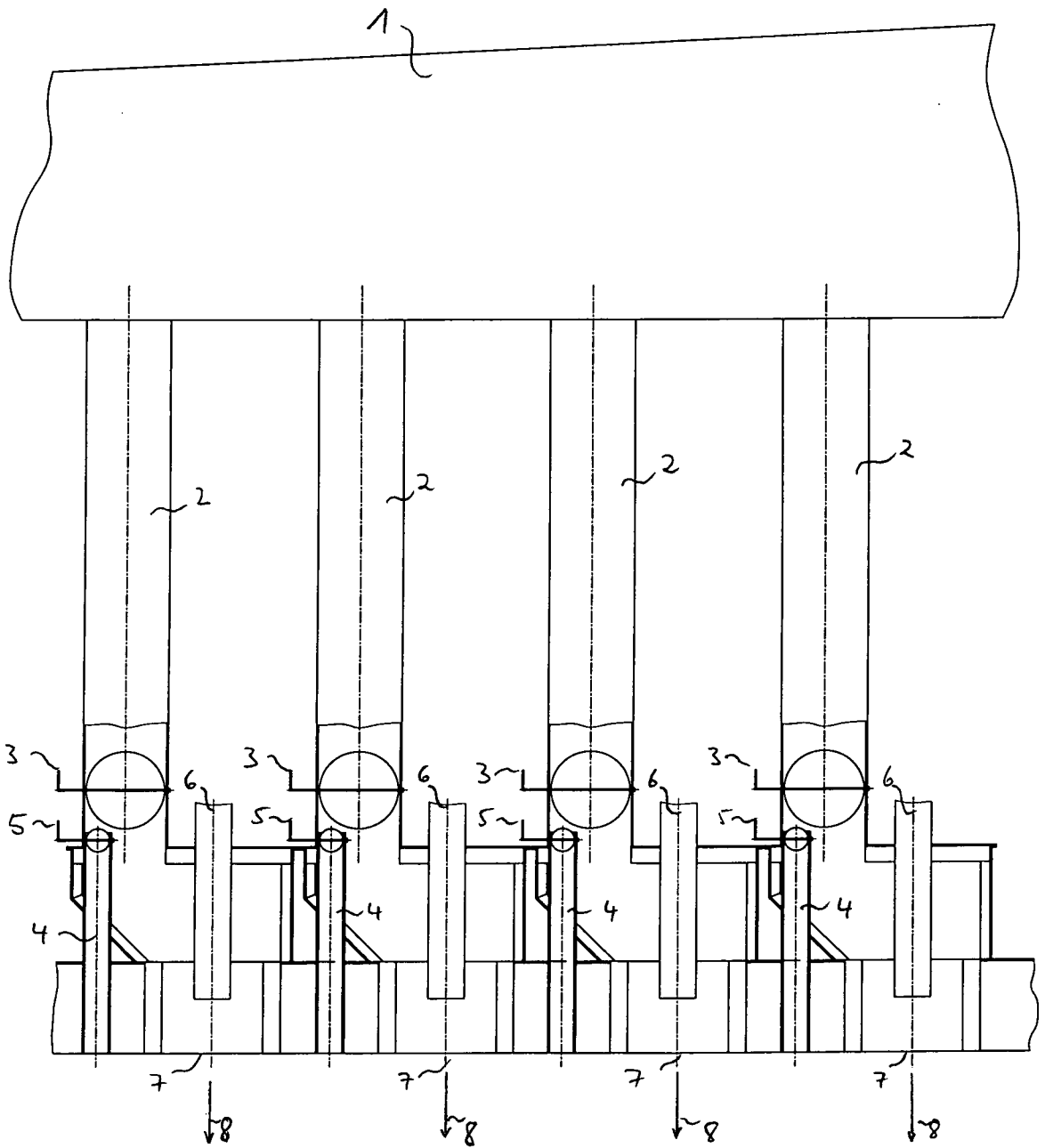


FIG. 2



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2008/002307

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B01J8/06 C01B3/38

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)
C01B B01J

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.
A	WO 2005/018793 A (UHDE GMBH [DE]; SEVERIN MANFRED [DE]; GORVAL EVGENI [DE]; KURT JOSEF []) 3 March 2005 (2005-03-03) cited in the application abstract paragraphs [0001], [0006], [0009] figure 1	1-11
A	US 2003/148236 A1 (JOSHI MAHENDRA LADHARAM [US] ET AL) 7 August 2003 (2003-08-07) abstract figures 3,5A,8,13A,13B paragraphs [0004], [0017], [0044], [0045]	1-11

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

30 Juni 2008

Date of mailing of the international search report

08/07/2008

Name and mailing address of the ISA/
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Alvarez Rodriguez, C

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2008/002307

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	GB 1 192 688 A (HEURTEY SA [FR]) 20 May 1970 (1970-05-20) figures 1,2 page 2, left-hand column, line 5 - line 11 page 2, right-hand column, lines 90-95 page 2, right-hand column, line 110 - page 3, left-hand column, line 20 page 4, left-hand column, lines 8-20 -& DE 17 67 980 A1 (HEURTEY SA) 9 March 1972 (1972-03-09)	1-11
A	EP 1 329 256 A (AIR PROD & CHEM [US]) 23 July 2003 (2003-07-23) abstract paragraphs [0003], [0004], [0014], [0024], [0030] figure 1	1-11
A	US 6 190 158 B1 (LEGIRET THIERRY [FR] ET AL) 20 February 2001 (2001-02-20) abstract column 1, lines 7-21 column 2, lines 17-20 column 3, lines 1-15,46-54	1-11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2008/002307

Patent document cited in search report	A	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2005018793	A	03-03-2005	DE 10333854 A1	17-02-2005
US 2003148236	A1	07-08-2003	NONE	
GB 1192688	A	20-05-1970	BE 717793 A DE 1767980 A1 ES 356506 A1 FR 1538553 A LU 56494 A1 NL 6810513 A	16-12-1968 09-03-1972 16-01-1970 06-09-1968 28-10-1968 28-01-1969
DE 1767980	A1	09-03-1972	BE 717793 A ES 356506 A1 FR 1538553 A GB 1192688 A LU 56494 A1 NL 6810513 A	16-12-1968 16-01-1970 06-09-1968 20-05-1970 28-10-1968 28-01-1969
EP 1329256	A	23-07-2003	US 2003131533 A1	17-07-2003
US 6190158	B1	20-02-2001	CN 1258828 A DE 69910725 D1 DE 69910725 T2 EP 1016825 A1 ES 2207151 T3 FR 2788110 A1 JP 2000193215 A	05-07-2000 02-10-2003 08-07-2004 05-07-2000 16-05-2004 07-07-2000 14-07-2000

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2008/002307

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. B01J8/06 C01B3/38

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
C01B B01J

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.
A	WO 2005/018793 A (UHDE GMBH [DE]; SEVERIN MANFRED [DE]; GORVAL EVGENI [DE]; KURT JOSEF []) 3. März 2005 (2005-03-03) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung Absätze [0001], [0006], [0009] Abbildung 1	1-11
A	US 2003/148236 A1 (JOSHI MAHENDRA LADHARAM [US] ET AL) 7. August 2003 (2003-08-07) Zusammenfassung Abbildungen 3, 5A, 8, 13A, 13B Absätze [0004], [0017], [0044], [0045] ----- -/--	1-11

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 erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer 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
- *&* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
30. Juni 2008	08/07/2008

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter Alvarez Rodriguez, C
---	---

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	<p>GB 1 192 688 A (HEURTEY SA [FR]) 20. Mai 1970 (1970-05-20) Abbildungen 1,2 Seite 2, linke Spalte, Zeile 5 - Zeile 11 Seite 2, rechte Spalte, Zeilen 90-95 Seite 2, rechte Spalte, Zeile 110 - Seite 3, linke Spalte, Zeile 20 Seite 4, linke Spalte, Zeilen 8-20 -& DE 17 67 980 A1 (HEURTEY SA) 9. März 1972 (1972-03-09)</p>	1-11
A	<p>EP 1 329 256 A (AIR PROD & CHEM [US]) 23. Juli 2003 (2003-07-23) Zusammenfassung Absätze [0003], [0004], [0014], [0024], [0030] Abbildung 1</p>	1-11
A	<p>US 6 190 158 B1 (LEGIRET THIERRY [FR] ET AL) 20. Februar 2001 (2001-02-20) Zusammenfassung Spalte 1, Zeilen 7-21 Spalte 2, Zeilen 17-20 Spalte 3, Zeilen 1-15,46-54</p>	1-11

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2008/002307

Im Recherchenbericht angeführtes Patendokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2005018793	A	03-03-2005	DE 10333854 A1	17-02-2005
US 2003148236	A1	07-08-2003	KEINE	
GB 1192688	A	20-05-1970	BE 717793 A	16-12-1968
			DE 1767980 A1	09-03-1972
			ES 356506 A1	16-01-1970
			FR 1538553 A	06-09-1968
			LU 56494 A1	28-10-1968
			NL 6810513 A	28-01-1969
DE 1767980	A1	09-03-1972	BE 717793 A	16-12-1968
			ES 356506 A1	16-01-1970
			FR 1538553 A	06-09-1968
			GB 1192688 A	20-05-1970
			LU 56494 A1	28-10-1968
			NL 6810513 A	28-01-1969
EP 1329256	A	23-07-2003	US 2003131533 A1	17-07-2003
US 6190158	B1	20-02-2001	CN 1258828 A	05-07-2000
			DE 69910725 D1	02-10-2003
			DE 69910725 T2	08-07-2004
			EP 1016825 A1	05-07-2000
			ES 2207151 T3	16-05-2004
			FR 2788110 A1	07-07-2000
			JP 2000193215 A	14-07-2000