

(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
14. Oktober 2010 (14.10.2010)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2010/115561 A2

(51) Internationale Patentklassifikation: Nicht klassifiziert

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2010/002033

(22) Internationales Anmeldedatum:
30. März 2010 (30.03.2010)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2009 016 695.5 7. April 2009 (07.04.2009) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): LINDE AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Klosterhofstr. 1, 80331 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): SCHMIDT, Gunther [DE/DE]; Doktorbäuerinweg 5, 82041 Deisenhofen (DE).
GÖKE, Volker [DE/DE]; Am Loisachbogen 7e, 82515 Wolfratshausen (DE).
BANOVSKY, Boris [DE/DE]; Jordanstr. 12, 82515 Wolfratshausen (DE).

(74) Anwalt: LINDE AG; Legal Services Intellectual Property, Dr.-Carl-von-Linde-Str. 6-14, 82049 Pullach (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, CL, 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, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, 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, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

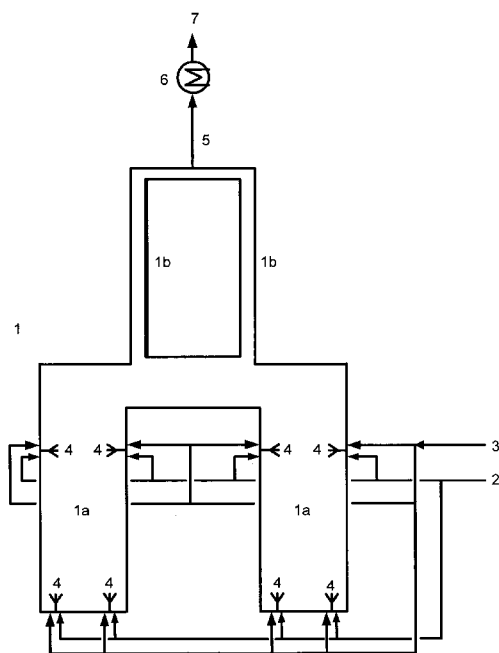
Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR CRACKING HYDROCARBONS

(54) Bezeichnung : VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR SPALTUNG VON KOHLENWASSERSTOFFEN

Figur 1



(57) Abstract: The invention relates to a method for cracking a charge containing hydrocarbons into shorter chained hydrocarbons in an apparatus for the production of hydrocarbons (olefin apparatus), wherein the charge containing hydrocarbons is guided into the cracking tubes of a cracking furnace (1) and the longer chain hydrocarbons of the charge are broken into shorter chained hydrocarbons thermally. The invention also relates to an apparatus for practicing said method. The cracking furnace (1) is heated by the combustion of a heating medium (2) with pure oxygen (3).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung beschreibt ein Verfahren zur Spaltung eines kohlenwasserstoffhaltigen Einsatzes in kürzerkettige Kohlenwasserstoffe in einer Anlage zur Erzeugung von Kohlenwasserstoffen (Olefinanlage), wobei der kohlenwasserstoffhaltige Einsatz in die Spaltrohre eines Spaltofens (1) geführt und die längerkettigen Kohlenwasserstoffe des Einsatzes thermisch in kürzerkettige Kohlenwasserstoffe gespalten werden. Die Erfindung beschreibt ebenfalls eine Anlage zur Durchführung des Verfahrens. Der Spaltofen (1) wird durch die Verbrennung eines Heizmediums (2) mit reinem Sauerstoff (3) beheizt.

WO 2010/115561 A2

Beschreibung

Verfahren und Vorrichtung zur Spaltung von Kohlenwasserstoffen

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Spaltung eines kohlenwasserstoffhaltigen Einsatzes in kürzerkettige Kohlenwasserstoffe in einer Anlage zur Erzeugung von Kohlenwasserstoffen (Olefinanlage), wobei der kohlenwasserstoffhaltige Einsatz in die Spaltrohre eines Spaltofens geführt und die längerkettigen Kohlenwasserstoffe des Einsatzes thermisch in kürzerkettige Kohlenwasserstoffe gespalten wird, sowie eine Anlage zur Durchführung des Verfahrens. Die Erfindung wird am Beispiel einer Ethylenanlage unter Verwendung von Wasserdampf als Verdünnungsmedium beschrieben, ist aber prinzipiell für jedes Verfahren und jede Anlage der eingangs erwähnten Art geeignet und nicht auf Ethylenanlagen eingeschränkt.

In einer Ethylenanlage wird ein kohlenwasserstoffhaltiger Einsatz (beispielsweise Naphtha) mittels Dampfspaltung in die gewünschten kürzerkettigen Kohlenwasserstoffe umgewandelt. Nach dem Stand der Technik wird der kohlenwasserstoffhaltige Einsatzstoff in der Konvektionszone eines Spaltofens auf 550°C – 650°C vorgewärmt. In dieser Konvektionszone wird dem kohlenwasserstoffhaltigen Einsatzdampf heißer Prozessdampf zugegeben. Das gasförmige Gemisch aus kohlenwasserstoffhaltigem Einsatz und Wasserdampf wird aus der Konvektionszone in die beheizten Spaltrohre des Spaltofens geführt. Im Inneren der beheizten Spaltrohre herrscht dabei eine Temperatur von 800°C – 850°C, die zur Aufspaltung der längerkettigen Kohlenwasserstoffe des Einsatzes in kürzerkettige, bevorzugt ungesättigte Kohlenwasserstoffe führt. Der Prozessdampf dient der Partialdruckerniedrigung der einzelnen Reaktionsteilnehmer sowie der Verhinderung einer erneuten Aneinanderlagerung bereits gespaltener kürzerkettiger Kohlenwasserstoffe (Polymerisation). Die Verweilzeit in den Spaltrohren des Spaltofens beträgt dabei etwa 0,2 – 0,6 Sekunden.

Der mit einer Temperatur von ca. 850 °C aus dem Spaltofen austretende Stoffstrom, welcher zum großen Teil aus Ethen, anderen Olefinen (Propen) und Diolefinen besteht, wird rasch auf ca. 400 °C abgekühlt, um Sekundärreaktionen der sehr reaktionsfreudigen Spaltprodukte zu unterbinden. Das abgekühlte Gasgemisch, dessen Zusammensetzung in starkem Maße vom Einsatzstoff und den

Spaltbedingungen abhängt, wird anschließend in einer komplexen Folge von Trennschritten in die gewünschten Produkte zerlegt.

Typischerweise bestehen die Spaltrohre aus einer Chrom-Nickel-Legierung und werden in den Spaltöfen hauptsächlich durch Wärmestrahlung in der so genannten Strahlungszone beheizt. In der Strahlungszone, dem eigentlichen Feuerraum des Spaltofens, herrscht eine Temperatur zwischen 1100°C und 1300°C. Diese Temperatur wird nach dem Stand der Technik durch die Verbrennung eines Heizmediums, zumeist Heizgas, mit Luft erreicht.

Ein Spaltofen nach dem Stand der Technik besteht im Wesentlichen aus zwei Hauptbereichen. Dies sind die Strahlungszone und die Abhitzezone.

In der Strahlungszone, dem eigentlichen Feuerraum eines solchen Spaltofens, herrscht eine Temperatur zwischen 1100°C und 1300°C. Die Spaltrohre zur Spaltung des kohlenwasserstoffhaltigen Einsatzes führen direkt durch diese Strahlungszone. Zur Erzeugung der genannten Temperaturen wird das Heizmedium mit Luft verbrannt und gibt in der Strahlungszone die dabei entstehende Wärmeenergie, größtenteils mittels Wärmestrahlung, auf die Spaltrohre und somit über einen weiteren Wärmedurchgang auf den kohlenwasserstoffhaltigen Einsatz ab. Das Produktgas wird in den Spaltrohren zur Abkühlung und Auftrennung aus dem Spaltofen geführt.

Der Strahlungszone des Spaltofens schließt sich rauchgasseitig die Abhitzezone an. In der Abhitzezone des Spaltofens beginnt die Abkühlung der bei der Verbrennung des Heizmediums entstehenden Rauchgase. Dabei wird das Rauchgas vor allem durch einen konvektiven Wärmeübergang mit anderen Prozessströmen der Anlage auf Temperaturen im Bereich von ca. 120°C bis 150°C abgekühlt. Das bei der Verbrennung entstehende Rauchgas verlässt somit den Spaltofen mit einer Temperatur von unter 150°C. Da die Abkühlung des Rauchgases unter Erwärmung von Prozessströmen in der Anlage erfolgt, geht sehr wenig Wärme der Verbrennung des Heizmediums verloren und der thermische Wirkungsgrad eines Spaltofens liegt nach dem Stand der Technik bei 90% bis 94% bezogen auf den unteren Heizwert des eingesetzten Brennstoffes.

Die bei der Verbrennung des Heizgases entstehenden Rauchgase enthalten Stickoxide. Diese Stickoxide sind für den Menschen schädlich und eine Hauptursache für sauren Regen, Smog- und Ozonbildung unter UV-Strahlung. Daher ist eine möglichst vollständige Entfernung der Stickoxide aus dem Rauchgas vor dem

5 Entweichen in die Atmosphäre wünschenswert. Nach dem Stand der Technik können die Stickoxide (NO_x) im Rauchgas mit einem Verfahren der selektiven katalytischen Reduktion durch Kontaktierung mit einem Katalysator (DeNO_x -Katalysator) unter Anwesenheit eines Reduktionsmittels katalytisch zu Stickstoff und Wasser umgesetzt werden.

10

In EP1834688 werden ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zur katalytischen Entfernung von Stickoxiden aus dem Rauchgas eines Spaltofens vorgeschlagen. Dabei wird ein geeigneter Katalysator direkt am kalten Ende der Abhitzezone oder in einem separaten Reaktor direkt am Austritt nach der Abhitzezone angeordnet und die

15 Stickoxide mit Wasserstoff als Reduktionsmittel zu Stickstoff und Wasser umgewandelt. Alternativ kann die katalytische Entfernung der Stickoxide nach einem anderen Stand der Technik bei einer Temperatur zwischen 250°C und 500°C mit Ammoniak als Reduktionsmittel durchgeführt werden (z.B. WO02068097).

20 Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein alternatives Verfahren sowie eine zugehörige Anlage zu entwickeln, die das Austreten von Stickoxiden mit dem Rauchgas eines Spaltofens in die Atmosphäre vermeidet.

Die gestellte Aufgabe wird verfahrensseitig dadurch gelöst, dass der Spaltofen durch

25 die Verbrennung eines Heizmediums mit reinem Sauerstoff beheizt wird.

Unter reinem Sauerstoff wird im Rahmen dieser Anwendung ein sauerstoffhaltiges Gas verstanden, welches einen Sauerstoffanteil von über 90 Vol% aufweist. Bevorzugt wird reiner Sauerstoff mit einer Reinheit von über 99.5 Vol% bei maximal 0.2 Vol%

30 Stickstoff verwendet. Eine derartige Verbrennung mit reinem Sauerstoff wird auch als Oxyfuel Combustion bezeichnet.

Im Gegensatz zum Stand der Technik wird bei dem erfindungsgemäßen Verfahren das Heizmedium nicht mit Luft sondern mit reinem Sauerstoff verbrannt.

35

Luft besteht zu 78 Vol% aus Stickstoff. Bei den im Spaltofen herrschenden hohen Verbrennungstemperaturen von über 1200°C bilden sich aus dem Stickstoff der Luft Stickoxide wie Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid im Bereich von 40-100 ppm. Durch die Verwendung von reinem Sauerstoff ohne Stickstoffanteil, wird der Stickstoff-

5 Anteil im Spaltofen und somit die gebildete Menge Stickoxide im Spaltofen deutlich verringert. Bei der Verwendung von reinem Sauerstoff und zugleich stickstofffreiem Heizgas ist das entstehende Rauchgas somit gänzlich frei von Stickoxiden, welche die Atmosphäre belasten könnten. Das erfindungsgemäße Verfahren ist dabei sowohl für Spaltöfen mit reiner Bodenfeuerung als auch für Spaltöfen mit gemischter Feuerung

10 (Brenner auf dem Boden und an den seitlichen Wänden des Spaltofens) geeignet.

Durch die Verwendung von reinem Sauerstoff gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren werden die Stickoxide im Rauchgas daher soweit reduziert, dass die Verwendung einer katalytischen Stickoxidentfernung überflüssig ist. Zusätzlich wird

15 durch die Verwendung von reinem Sauerstoff die gesamte Rauchgasmenge deutlich reduziert.

Darüberhinaus bietet das erfindungsgemäße Verfahren noch eine Reihe von weiteren Vorteilen. Durch die reduzierte Rauchgasmenge wird deutlich mehr Wärme pro

20 Heizmedium in der Strahlungszone absorbiert als im Stand der Technik. Durch den geringeren Stickstoffanteil steigt der Partialdruck des Kohlendioxids im Feuerraum. Kohlendioxid ist ein ausgezeichnete Gasstrahler, so dass deutlich mehr Energie durch Wärmestrahlung auf die Spaltrohre übertragen werden kann. Somit wird die Energieeffizienz des Spaltofens weiter verbessert und die verbrauchte Menge

25 Heizmedium pro produzierter Tonne Wertprodukte (z.B. Ethen, Propen und andere hochwertige Chemikalien) sinkt. Durch die geringere verbrannte Menge von Heizmedium entsteht nach dem erfindungsgemäßen Verfahren auch deutlich weniger Kohlenstoffdioxid als bei einem Verfahren nach dem Stand der Technik. Somit wird auch die Umweltbilanz pro Tonne produzierter Wertprodukte nach dem

30 erfindungsgemäßen Verfahren verbessert.

In einer Ausgestaltung der Erfindung werden der Druck, der Volumenstrom und/oder die Eintrittsgeschwindigkeit des Heizmediums und/oder des Sauerstoffs derart eingestellt, dass das Heizmedium flammend verbrennt. Wie die genannten Parameter

einzustellen sind, hängt dabei von der Ausführung des Brennersystems und der Geometrie des jeweiligen Spaltofens ab und ist dem Fachmann bekannt.

- Unter einer flammenden Verbrennung wird im Rahmen dieser Erfindung eine
- 5 Verbrennung mit sichtbarer Flamme verstanden. Als Flamme wird der Bereich angesehen, in dem eine exotherme Reaktion von Gasen oder Dämpfen unter Emittierung von Strahlung durch intermediäre Spezies wie Kohlenwasserstoffradikale oder Ruß im sichtbaren Spektralbereich stattfindet. Eine flammenlose Verbrennung ist im Gegensatz dazu eine Verbrennung ohne Ausbildung einer sichtbaren Flamme. D.h.
- 10 bei einer flammenlosen Verbrennung bildet sich kein Bereich aus, in dem Gase oder Dämpfe exotherm unter Emittierung von Strahlung im sichtbaren Spektralbereich reagieren. Die Verbrennungsprodukte Wasser und Kohlendioxid emittieren fast ausschließlich im für den Menschen nicht sichtbaren infraroten Bereich.
- 15 In einer anderen Ausgestaltung der Erfindung werden der Druck, der Volumenstrom, die Eintrittsgeschwindigkeit und/oder die apparative Ausführung der Einlasslanzen des Heizmediums und/oder des Sauerstoff derart eingestellt, dass Heizgas, Sauerstoff und rezirkuliertes Rauchgas nahezu ideal durchmischt werden, bevor es zur eigentlichen Verbrennungsreaktion kommt. Eine vorteilhafte Vergrößerung des Reaktionsvolumens
- 20 sowie eine Vergleichmäßigung der Stoffkonzentration und der Verbrennungstemperatur werden durch das Anregen einer internen Rauchgaszirkulation unterstützt. Die entsprechende Einstellung der Parameter ist dem Fachmann bekannt. In dieser Ausgestaltung der Erfindung erfolgt eine flammenlose Verbrennung. Diese Ausgestaltung der Erfindung weist weitere Vorteile auf. Bei einer
- 25 flammenlosen Verbrennung kann der Abstand zwischen den Brennern und den Spaltrohren verringert werden. Durch den Wegfall der reduzierenden Flammenzone ist ein potenziell schädigender Einfluss der Flamme ausgeschlossen. Zusätzlich zeichnet sich eine flammenlose Verbrennung durch einen sehr gleichmäßigen Verbrennungsverlauf im Raum aus. Dadurch lässt sich in der Strahlungszone des
- 30 Spaltofens eine deutliche homogenere Temperatur und Dichteverteilung erzeugen. Dadurch lässt sich der Temperaturverlauf der Spaltreaktion in den Spaltrohren homogener gestalten. Ein homogenerer Temperatur- und damit auch Dichteverlauf im Spaltofen führt gleichzeitig zu einer deutlich verminderten Schallemission. Zusätzlich sorgt die interne Zirkulation für eine Erhöhung des Wärmeübergangs auf die Spaltrohre

mittels Konvektion. Damit wird die Energieeffizienz des erfindungsgemäßen Verfahrens in dieser Ausgestaltung weiter gesteigert.

- 5 Bevorzugt wird der Sauerstoff mit einem Vordruck von mindestens 3 bar, besonders bevorzugt zwischen 5 bar und 6 bar, dem Spaltofen zugeführt. Durch die Einstellung des Vordrucks in dieser Ausgestaltung der Erfindung entwickelt sich innerhalb des Spaltofens eine flammenlose Verbrennung. Die Verwendung eines Vordruckes zwischen 5 bar und 6 bar hat den zusätzlichen Vorteil, dass auf eine Druckregulation des Sauerstoffes verzichtet werden kann, da 5 bis 6 bar dem Sauerstoff-
- 10 Versorgungsdruck aus angrenzenden Luftzerlegungsanlagen entspricht. Bei entsprechender Einstellung des Drucks des Heizmediums und/oder apparativer Ausgestaltung der Einlasslanzen ist jedoch auch in dieser Ausgestaltung der Erfindung eine flammende Verbrennung möglich.
- 15 In einer anderen Ausgestaltung der Erfindung wird zumindest ein Teil des aus dem Spaltofen austretenden Rauchgases in den Feuerraum zurückgeführt. Diese Ausgestaltung der Erfindung bietet sich besonders für die Nachrüstung bestehender Spaltöfen an. Durch die vorliegende Erfindung wird die Energieeffizienz des Spaltofens soweit verbessert, dass deutlich weniger Wärme in der Abhitzezone des Spaltofens
- 20 abzuführen ist. Bei bereits bestehenden Spaltöfen wird diese Wärme in der Abhitzezone jedoch zur dringend notwendigen Erwärmung weiterer Prozessströme (z.B. die Erzeugung von Hochdruckdampf) der Anlage benötigt. Eine Umrüstung auf das erfindungsgemäße Verfahren würde daher bei Altanlagen eine komplette Umgestaltung der Anlage zur Folge haben. Diese komplette Umrüstung wird durch
- 25 diese Ausgestaltung der Erfindung vermieden. Durch die externe Zirkulation des Rauchgases, d.h. ein Teil des kalten Rauchgases mit einer Temperatur zwischen 80°C und 150°C wird nach der Abhitzezone des Spaltofens wieder in die Strahlungszone und somit dem Feuerraum des Spaltofens zurückgeführt, kann die Auswirkung auf den Spaltofen auf ein Minimum reduziert werden, so dass keine komplette Umordnung der
- 30 gesamten Anlage notwendig ist. Das zurückgeführte Rauchgas kann dabei entweder an mehreren Stellen in den Feuerraum eingeblasen werden oder zusammen mit dem Sauerstoff über die Brenner eingedüst werden.

- Generell ermöglicht die Steuerung der Rauchgaszirkulation die Steuerung des
- 35 Ausbrandverlaufes im Spaltofen. Aus der beeinflussbaren Ausdehnung der

Verbrennungszone im Feuerraum können die Temperaturprofile und die davon abhängigen Wärmestromdichten der Übertragung an die Spaltrohre gestaltet werden. Dies bedeutet einen höheren Gestaltungsspielraum bei der Auslegung der Spaltöfen. Tendenziell können durch das erfindungsgemäße Verfahren deutlich weniger Brenner mit höherer spezifischer Leistung oder die gleiche Anzahl Brenner mit geringerer spezifischer Leistung als im Stand der Technik eingesetzt werden. Desweiteren kann die Ausdehnung der Strahlungszone reduziert werden, da der Wärmeeintrag auf die Spaltrohre deutlich gleichmäßiger und effektiver als im Stand der Technik erfolgt.

- 5
10
15
- Vorrichtungsseitig soll eine Anlage zur Erzeugung von Kohlenwasserstoffen mittels Spaltung eines kohlenwasserstoffhaltigen Einsatzes in einem Spaltofen, wobei der Spaltofen mindestens ein Spaltrohr zur Führung des kohlenwasserstoffhaltigen Einsatzes durch den Feuerraum des Spaltofens, mindestens ein Mittel zur Zu- bzw. Abführung des kohlenwasserstoffhaltigen Einsatzes in die Spaltrohre, mindestens ein Mittel zur Zuführung des Heizmediums und mindestens ein Mittel zur Zuführung eines sauerstoffhaltigen Gases aufweist, derart ausgestaltet werden, dass kein mit Stickoxiden belastetes Rauchgas in die Atmosphäre entlassen wird.

- 20
- Die gestellte Aufgabe wird vorrichtungsseitig dadurch gelöst, dass das Mittel zur Zuführung eines sauerstoffhaltigen Gases mit einer Quelle für reinen Sauerstoff verbunden ist. Erfindungsgemäß findet somit die Verbrennung des Heizmediums mit reinem Sauerstoff im Spaltofen statt.

- 25
- Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung sind die Mittel zur Zuführung des Heizmediums und die Mittel zur Zuführung des Sauerstoffs als Venturidüsen ausgebildet. Ebenfalls vorteilhaft ist die Zuführung von Heizmedium, Sauerstoff oder Rauchgas in den Spaltofen über Einlasslanzen.

- 30
35
- In einer Ausgestaltung der Erfindung weist die Anlage mindestens eine Zuführung für Rauchgase in den Feuerraum auf, welche strömungstechnisch mit dem Abzug des Rauchgases aus dem Spaltofen verbunden ist. Vorteilhafter Weise befindet sich ein Sauggebläse zum Abzug des Rauchgases aus dem Spaltofen stromabwärts der Abhitzezone des Spaltofens. In einer anderen Ausgestaltung der Erfindung befindet sich ein zweites Gebläse stromaufwärts der Zuführung des Rauchgases in den Feuerraum des Spaltofens. Das zurückgeführte Rauchgas wird dabei

vorteilhafterweise direkt in den Spaltofen geführt. In einer anderen Ausgestaltung wird das zurückgeführte Rauchgas mit dem Sauerstoff vermischt.

Die vorliegende Erfindung weist eine Reihe von Vorteilen auf.

5

Der Stickoxidanteil im Rauchgas eines Spaltofens ist deutlich gegenüber dem Stand der Technik reduziert. Aufwändige Verfahren zur Entfernung von Stickoxiden aus dem Rauchgas des Spaltofens sind daher nicht notwendig.

- 10 Des weiteren wird die Energieeffizienz mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens und der erfindungsgemäßen Anlage deutlich gesteigert, so dass pro Tonne erzeugter Wertprodukte deutlich weniger Kohlendioxid entsteht, da ein deutlich geringere Menge Heizmedium pro Tonne erzeugter Wertprodukte verbraucht wird. Zusätzlich lässt sich das entstandene Kohlenstoffdioxid leichter als im Stand der Technik aus dem
- 15 Rauchgas entfernen. Da im Rauchgas nach dem Stand der Technik noch eine signifikante Menge an Stickstoff vorhanden ist, müssen Sauergaswäschen zur Kohlendioxidentfernung eingesetzt werden. Nach dem erfindungsgemäßen Verfahren ist das entstehende Rauchgas nahezu Stickstoff frei. Somit genügt es lediglich das Wasser aus dem Rauchgas zu kondensieren, um einen reinen Kohlenstoffdioxid
- 20 Gasstrom zu erhalten.

- Desweiteren entsteht im Abgas bei dem erfindungsgemäßen Verfahren neben Kohlenstoffdioxid ausschließlich Wasser. Die Verbrennung des Heizmediums erfolgt also hochrein. Durch den Wegfall des Stickstoffstroms im Abgas nach dem Stand der
- 25 Technik liegt somit ein deutlich höherer Wasserdampfpartialdruck vor. Dieser ermöglicht die Wärmeausnutzung durch die Kondensation des Wasserdampfs bei deutlich höheren Temperaturen als im Stand der Technik und ermöglicht so die wirtschaftliche Nutzung.

- 30 Im Folgenden soll die Erfindung anhand der in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert werden.

Es zeigen:

- 35 Figur 1 eine Ausgestaltung der Erfindung ohne externe Rauchgaszirkulation

Figur 2 eine Ausgestaltung der Erfindung mit externer Rauchgaszirkulation

Figur 3 eine weitere Ausgestaltung der Erfindung mit externer Rauchgaszirkulation

5

Figur 1 zeigt eine Ausgestaltung der Erfindung ohne externe Rauchgaszirkulation.

Der Spaltofen 1 besteht aus einer Strahlungszone 1a, dem eigentlichen Feuerraum, und einer Abhitzezone 1b. Der kohlenwasserstoffhaltige Einsatz wird in Spaltrohren (nicht gezeigt) durch die Strahlungszone geführt. Die Strahlungszone wird durch die

- 10 Verbrennung des Heizmediums 2 mit reinem Sauerstoff 3 beheizt. Sowohl das Heizmedium als auch der Sauerstoff werden in die Brenner 4 geführt. Dort finden die Vermischung und die Verbrennung des Heizmediums statt. Die Verbrennung kann dabei je nach gewähltem Druck, Volumenstrom und Geschwindigkeit von Heizgas und Sauerstoff flammend oder flammenlos erfolgen. Für das flammenlose Verbrennen des
- 15 Heizgases und das Erzeugen der notwendigen internen Rauchgaszirkulation reicht ein üblicherweise vorhandener Sauerstoff-Versorgungsdruck von 5 bis 6 bar aus. Das Rauchgas 5 verlässt über die Abhitzezone 1b den Spaltofen. Die restliche Wärme des Rauchgases 5 kann über einen optionalen Wärmetauscher 6 noch zur Erwärmung eines beliebigen Prozessstromes (z.B. Ethan, Propan, Naphtha, etc.) genutzt werden.
- 20 Das von Stickoxiden freie Rauchgas 7 kann dann ohne weitere Maßnahmen in die Atmosphäre entlassen werden.

Figur 2 zeigt eine Ausgestaltung der Erfindung mit externer Rauchgaszirkulation.

- 25 Das Rauchgas 5 wird mittels Sauggebläse 8 aus der Abhitzezone 1b des Spaltofens 1 abgesaugt. Ein Teil 5a des dabei abgezogenen Rauchgases wird in den Feuerraum 1a des Spaltofens 1 zurückgeführt. Der nicht zurückgeführte Teil des Rauchgases 5 kann ohne weitere Maßnahmen in die Atmosphäre entlassen werden 7. Optional kann ein weiteres Gebläse (nicht dargestellt) in die externe Rückführung des Rauchgases 5a integriert werden.

30

Figur 3 zeigt eine weitere Ausgestaltung der Erfindung mit externer Rauchgaszirkulation. In dieser Ausgestaltung wird der reine Sauerstoff 3 direkt in die externe Rückführung des Rauchgases 5a geführt.

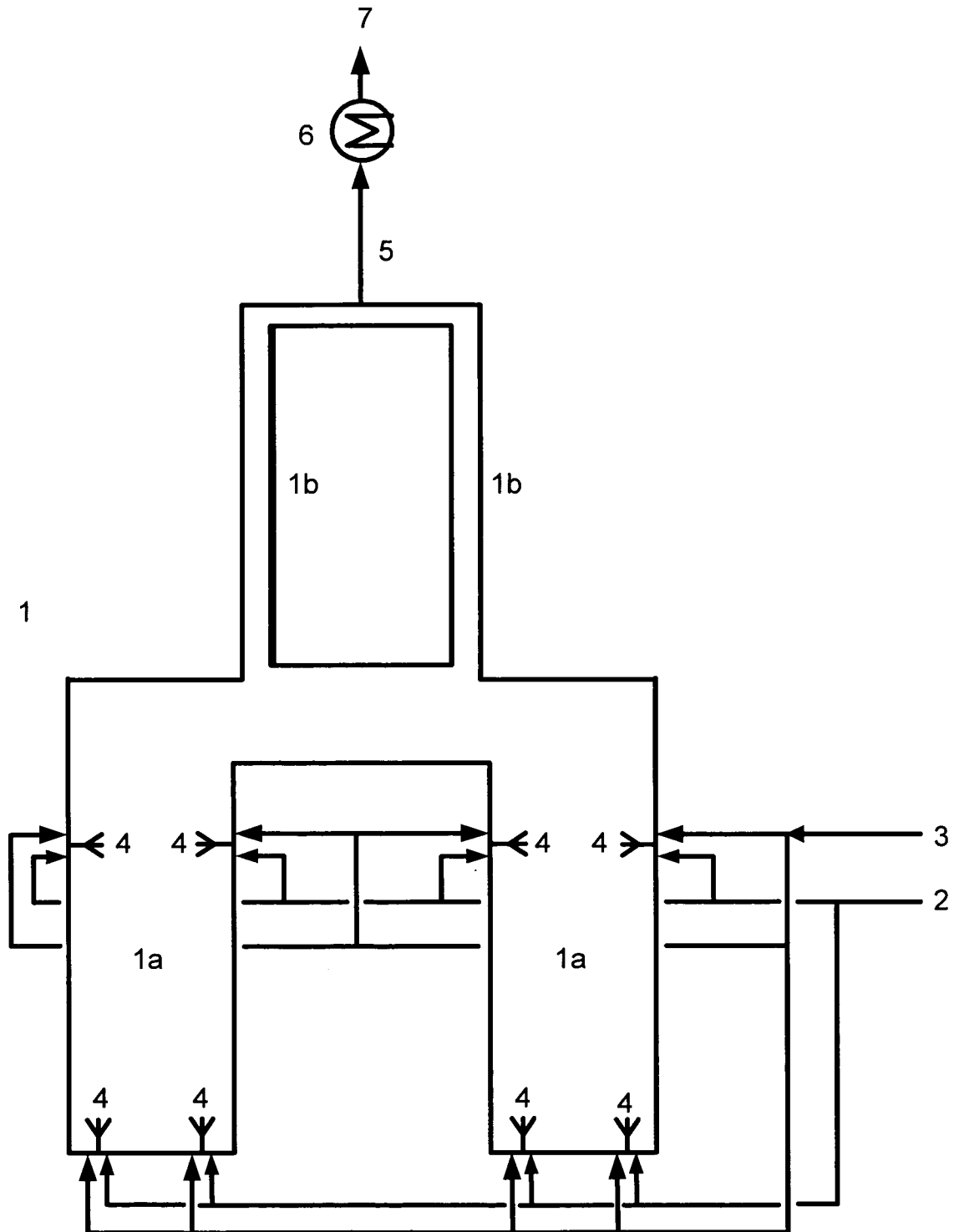
Patentansprüche

1. Verfahren zur Spaltung eines kohlenwasserstoffhaltigen Einsatzes in kürzerkettige Kohlenwasserstoffe in einer Anlage zur Erzeugung von Kohlenwasserstoffen (Olefinanlage), wobei der kohlenwasserstoffhaltige Einsatz in die Spaltrohre eines Spaltofens (1) geführt und die längerkettigen Kohlenwasserstoffe des Einsatzes thermisch in kürzerkettige Kohlenwasserstoffe gespalten werden, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Spaltofen (1) durch die Verbrennung eines Heizmediums (2) mit reinem Sauerstoff (3) beheizt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Druck, der Volumenstrom, die Eintrittsgeschwindigkeit und/oder die apparative Ausführung der Einlasslanzen des Heizmediums (2) und/oder des Sauerstoffs (3) derart eingestellt werden, dass Heizmedium, Sauerstoff und rezirkuliertes Rauchgas nahezu ideal durchmischt werden, bevor es zur eigentlichen Verbrennung kommt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Sauerstoff mit einem Vordruck von mindestens 3 bar, bevorzugt zwischen 5 bar und 6 bar, in den Spaltofen (1) geführt wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Teil des aus dem Spaltofen (1) austretenden Rauchgases (5, 5a) in den Feuerraum (1a) zurückgeführt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Rauchgas (5, 5a) vor dem Spaltofen mit dem reinen Sauerstoff vermischt wird.
6. Anlage zur Erzeugung von Kohlenwasserstoffen mittels Spaltung eines kohlenwasserstoffhaltigen Einsatzes in einem Spaltofen (1), wobei der Spaltofen mindestens ein Spaltrohr zur Führung des kohlenwasserstoffhaltigen Einsatzes durch den Feuerraum des Spaltofens, mindestens ein Mittel zur Zu- bzw. Abführung des Kohlenwasserstoffhaltigen Einsatzes in die Spaltrohre, mindestens ein Mittel (4) zur Zuführung des Heizmediums (2) und mindestens ein Mittel (4) zur Zuführung eines sauerstoffhaltigen Gases (3) aufweist, **dadurch gekennzeichnet**,

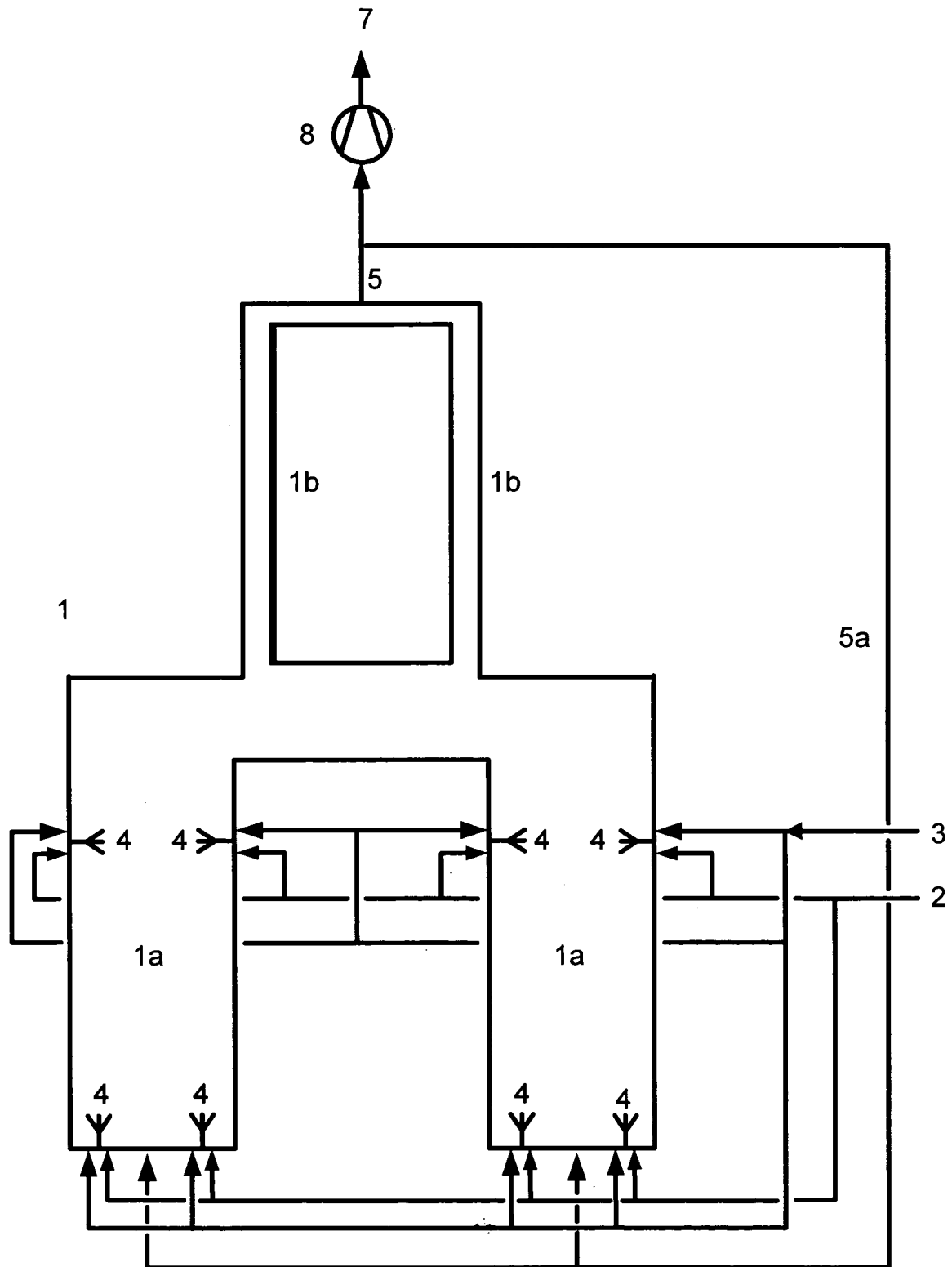
dass das Mittel (4) zur Zuführung eines sauerstoffhaltigen Gases mit einer Quelle für reinen Sauerstoff (3) verbunden ist.

- 5 7. Anlage nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel zur Zuführung des Heizmediums und die Mittel zur Zuführung des Sauerstoffs als Venturidüsen (4) oder als Einlasslanze ausgebildet sind.
- 10 8. Anlage nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Anlage mindestens eine Zuführung für Rauchgases (5a) in den Feuerraum (1a) aufweist, welche strömungstechnisch mit dem Abzug des Rauchgases (5) aus dem Spaltofen (1) verbunden ist.
- 15 9. Anlage nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass sich ein Sauggebläse (8) zum Abzug des Rauchgases (5) aus dem Spaltofen (1) stromabwärts der Abhitzezone (1b) des Spaltofens (1) befindet.
- 20 10. Anlage nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass sich ein zweites Gebläse stromaufwärts der Zuführung des Rauchgases (5a) in den Feuerraum (1a) des Spaltofens (1) befindet.

Figur 1



Figur 2



3/3

Figur 3

