

(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
27. März 2014 (27.03.2014)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2014/044387 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

C07C 2/84 (2006.01) C07C 5/327 (2006.01)
C07C 4/04 (2006.01) C07C 11/04 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/002809

(22) Internationales Anmeldedatum:
18. September 2013 (18.09.2013)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102012018602.9
20. September 2012 (20.09.2012) DE
12008169.0 6. Dezember 2012 (06.12.2012) EP

(71) Anmelder: LINDE AKTIENGESELLSCHAFT
[DE/DE]; Klosterhofstr. 1, 80331 München (DE).

(72) Erfinder: SCHMIGALLE, Holger (verstorben).

(72) Erfinder: GÖKE, Volker; St. Hubertusstr. 13b, 82538
Geretsried (DE). THALLER, Christian; Mitterhoferstraße
18, 80687 München (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: LINDE
AKTIENGESELLSCHAFT; 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, BN, 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, 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, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,
RW, SA, 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.

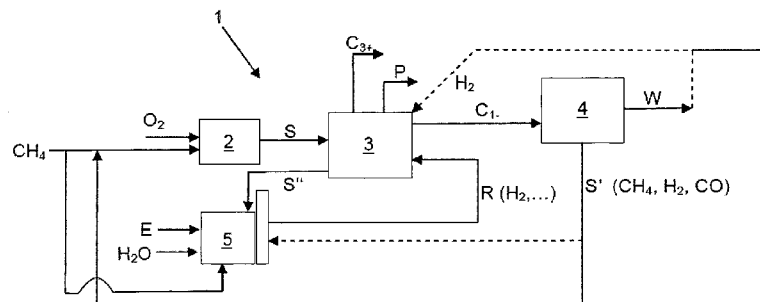
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR,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

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: PLANT AND METHOD FOR PRODUCING ETHYLENE

(54) Bezeichnung : ANLAGE UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG VON ETHYLEN

Figur 1



(57) Abstract: The invention relates to a plant for producing ethylene with: a reactor (2) which is designed and provided for oxidative coupling of methane; a processing unit (3) connected to the reactor (2), which unit is designed for separating a first material stream (S) produced during the oxidative coupling of methane into at least one C₁ material stream and an ethylene product stream (P); and a separating unit (4) which is connected to the processing unit (3) and is designed to separate the material stream at least into a hydrogen-rich product stream (W) and an low-hydrogen residual gas stream (S'). According to the invention a steam cracking device (5) connected to the processing unit (3) is provided for producing an olefin- and hydrogen-containing crude gas stream (R), wherein the processing unit (3) is designed to separate the crude gas (R) together with the first material stream (S) into at least the C₁ material stream and the ethylene product stream (P), wherein the plant (1) is designed to feed at least one part of the residual gas stream (S') back into the reactor (2) as feedstock. Furthermore, the invention relates to a corresponding method for producing ethylene.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2014/044387 A1

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Die Erfindung betrifft eine Anlage zur Erzeugung von Ethylen, mit: einem Reaktor (2), der zur oxidativen Kopplung von Methan eingerichtet und vorgesehen ist, einer mit dem Reaktor (2) verbundenen Aufarbeitungseinheit (3), die zum Trennen eines bei der oxidativen Kopplung von Methan erzeugten ersten Stoffstromes (S) in zumindest einen C₁-Stoffstrom sowie einen Ethylenproduktstrom (P) ausgebildet ist, und einer mit der Aufarbeitungseinheit (3) verbundenen Trenneinheit (4), die dazu ausgebildet ist, den Stoffstrom zumindest in einen wasserstoffreichen Produktstrom (W) und einen wasserstoffarmen Restgasstrom (S') zu trennen. Erfindungsgemäß ist eine mit der Aufarbeitungseinheit (3) verbundene Dampfspaltungseinrichtung (5) zur Erzeugung eines olefin- und wasserstoffhaltigen Rohgasstromes (R) vorgesehen, wobei die Aufarbeitungseinheit (3) dazu ausgebildet ist, den Rohgasstrom (R) zusammen mit dem ersten Stoffstrom (S) in zumindest den C₁-Stoffstrom sowie den Ethylenproduktstrom (P) zu trennen, wobei die Anlage (1) dazu ausgebildet ist, zumindest einen Teil des Restgasstromes (S') als Einsatz in den Reaktor (2) zurückzuführen. Weiterhin betrifft die Erfindung ein entsprechendes Verfahren zur Erzeugung von Ethylen.

Beschreibung

Anlage und Verfahren zur Herstellung von Ethylen

Die Erfindung betrifft eine Anlage zur Erzeugung von Ethylen, insbesondere durch
5 oxidative Kopplung von Methan, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Des Weiteren betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Erzeugung von Ethylen.

Eine derartige Anlage weist einen Reaktor auf, in den zur oxidativen Kopplung von
Methan Sauerstoff und Methan eingeleitet werden. Bei der Reaktion werden zunächst
10 Methylradikale bei hohen Temperaturen (ca. 600-880°C) an einer katalytischen
Oberfläche (z.B. zwei- oder mehrkomponentige Metalloxidkatalysator mit Alkali-,
Erdalkalielelementen und/oder Elementen aus der Gruppe der seltenen Erden) im
Reaktor gebildet, die sodann in der Gasphase zu Ethan rekombinieren, das im
weiteren Verlauf zu Ethylen umgewandelt wird, so dass im Ergebnis ein erster
15 Stoffstrom enthaltend zumindest Ethan und Ethylen vorliegt. Die Anlage weist des
Weiteren eine mit dem Reaktor strömungsmittelleitend verbundene
Aufarbeitungseinheit auf, die zum Trennen des ersten Stoffstromes in zumindest einen
C₁-Stoffstrom, der Kohlenwasserstoffe mit einem Kohlenstoffatom und ferner CO und
H₂ aufweist, sowie in einen Ethylenproduktstrom ausgebildet ist, sowie eine mit der
20 Aufarbeitungseinheit verbundene Trenneinrichtung (z.B.
Druckwechseladsorptionseinrichtung), die dazu ausgebildet ist, den C₁- Stoffstrom in
einen wasserstoffreichen Wasserstoffproduktstrom sowie einen wasserstoffarmen
Restgasstrom zu trennen, der üblicherweise verfeuert wird.

25 Des Weiteren ist zur Ethylen- bzw. Olefinherstellung die Dampfspaltung
(Steamcracking) bekannt. Hierbei wird ein kohlenwasserstoffhaltiger Einsatz mit
Wasserdampf gemischt, wobei das so gebildete Einsatzgas zur Spaltung üblicherweise
durch metallische Rohre eines Spaltofens geführt wird, die zur Deckung des
Wärmebedarfs des endothermen Spaltprozesses von außen mit Brennern beheizt
30 werden. Der so erhaltene olefin- und wasserstoffhaltige Rohgasstrom wird
üblicherweise gereinigt und in die gewünschten Olefine, insbesondere Ethylen, zerlegt.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Anlage bzw. ein Verfahren der eingangs genannten Art weiter zu verbessern.

Dieses Problem wird durch eine Anlage mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

5

Danach ist eine mit der Aufarbeitungseinheit verbundene Dampfspaltungseinrichtung zur Erzeugung eines olefin- und wasserstoffhaltigen Rohgasstromes vorgesehen, wobei die Aufarbeitungseinheit dazu ausgebildet ist, den Rohgasstrom zusammen mit dem ersten Stoffstrom in zumindest den C₁-Stoffstrom sowie den Ethylenproduktstrom zu trennen, wobei die Anlage dazu ausgebildet ist, zumindest einen Teil des Restgasstromes als Einsatz in den OCM-Reaktor zurückzuführen. Vorzugsweise werden der erste Stoffstrom sowie der Rohgasstrom in der Aufarbeitungseinheit zusammengeführt, wobei die einzelnen Ströme vor dem Zusammenführen vorgereinigt werden können. Aus dem zusammengeführten Strom wird sodann bevorzugt der C₁-
10 Stoffstrom sowie der Ethylenproduktstrom abgetrennt.
15

Die erfindungsgemäße Verzahnung eines OCM-Reaktors mit einer Dampfspaltungseinrichtung (Streamcracker) ist von Vorteil, da der bei der Dampfspaltung erzeugte und in den OCM-Reaktor zurückgeführte Wasserstoff
20 einerseits im OCM-Reaktor durch Wasserstoffverbrennung Energie bereitstellt und andererseits den Katalysator im Reaktor aktiviert sowie eine Verkokung im Reaktor vermindert .

Die Dampfspaltungseinrichtung, die zur Dampfspaltung einen oder mehrere Spaltöfen aufweisen kann, ist bevorzugt dazu ausgebildet, als Einsatz Kohlenwasserstoffe wie z.B. Ethan, Propan, Erdgaskondensate und/oder schwerere Einsätze, wie z.B. Naphtha, in Gegenwart von Wasserdampf unter Entstehung des insbesondere wasserstoff- und ethylenhaltigen Rohgases zu spalten.

Weiterhin ist die Aufarbeitungseinheit vorzugsweise dazu eingerichtet und vorgesehen, aus dem bei der oxidativen Kopplung von Methan erzeugten ersten Stoffstrom sowie dem bei der Dampfspaltung erzeugten Rohgasstrom einen ethan- und propanreichen Stoffstrom abzutrennen, der als Einsatz in die mit der Aufarbeitungseinheit entsprechend strömungsmittelleitend verbundene Dampfspaltungseinrichtung
30 eingespeist wird.
35

Ferner ist bevorzugt auch die Trenneinheit strömungsmittelleitend mit der Dampfspaltungseinrichtung verbunden, wobei die Anlage dazu ausgebildet ist, zumindest einen Teil des Restgasstromes in die Dampfspaltungseinrichtung einzuspeisen, die dazu ausgebildet ist, jenen Teil des Restgasstromes zu unterfeuern, um die für die Dampfspaltung des vorgenannten Einsatzes (z.B. Ethan und/oder schwerere Einsätze wie Naphtha) benötigte Wärme bereitzustellen bzw. zu dieser beizutragen.

- 10 Des Weiteren kann die erfindungsgemäße Anlage dazu ausgebildet sein, einen Teilstrom des Wasserstoffproduktstromes in die Aufarbeitungseinheit zurückzuführen und dort insbesondere zum Hydrieren von Kohlenwasserstoffen zu verwenden.

- 15 Weiterhin wird das erfindungsgemäße Problem durch ein Verfahren zur Erzeugung von Ethylen mit den Merkmalen des Anspruchs 7 gelöst.

- Danach wird bei dem erfindungsgemäßen Verfahren Sauerstoff und Methan in einen Reaktor eingeleitet, Methan im Reaktor unter Entstehung eines ersten Stoffstromes oxidativ gekoppelt, mittels Dampfspaltung eines kohlenwasserstoffhaltigen Einsatzes in einer Dampfspaltungseinrichtung ein olefin- und wasserstoffhaltiger Rohgasstrom erzeugt, der besagte erste Stoffstrom zusammen mit dem Rohgasstrom in einer Aufarbeitungseinheit in einen Ethylenproduktstrom und einen C₁-Stoffstrom aufgetrennt, der C₁-Stoffstrom in einer Trenneinheit in einen Wasserstoffproduktstrom und einen wasserstoffarmen Restgasstrom getrennt, und zumindest ein Teilstrom des Restgasstromes als Einsatz in den Reaktor zurückgeführt.

- Vorzugsweise wird weiterhin von dem besagten ersten Stoffstrom bzw. dem Rohgasstrom ein ethan- und propanreicher Stoffstrom abgetrennt, der als Einsatz in die Dampfspaltung gegeben wird.

- 30 Bevorzugt wird des Weiteren zumindest ein Teilstrom des Restgasstromes zur Erzeugung von Wärme für die besagte Dampfspaltung unterfeuert.

Weiterhin wird bevorzugt ein Teilstrom des Wasserstoffproduktstromes in die Aufarbeitungseinheit zurückgeführt, um dort z.B. zum Hydrieren von Kohlenwasserstoffen verwendet zu werden.

- 5 Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung sollen durch die nachfolgende Figurenbeschreibung eines Ausführungsbeispiels anhand der Figur erläutert werden.

Es zeigt:

- 10 Fig. 1 eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Anlage bzw. eines erfindungsgemäßen Verfahrens zur Erzeugung von Ethylen.

Figur 1 zeigt eine Anlage 1 zur Herstellung von Ethylen, die einen Reaktor 2 zur oxidativen Kopplung von Methan (sogenannter OCM-Reaktor), eine

- 15 Aufarbeitungseinheit 3, eine Trenneinheit (z.B. Druckwechseladsorptionseinrichtung) 4 sowie eine Dampfspaltungseinrichtung 5 (Steamcracker) mit zumindest einem Spaltofen aufweist.

In den Reaktor 2 wird CH_4 und O_2 eingespeist, um im Reaktor 2 bei erhöhten

- 20 Temperaturen Methan oxidativ an einer Katalysatoroberfläche zu koppeln. Hierbei entsteht ein erster Stoffstrom S, der u.a. Ethylen und Ethan enthält.

Des Weiteren weist die Anlage 1 eine Dampfspaltungseinrichtung 5 auf, in die als Einsatz E z.B. Ethan und/oder Naphtha sowie Wasserdampf eingespeist wird, wobei

- 25 besagter Einsatz in der Dampfspaltungseinrichtung 5 unter Erzeugung eines Rohgasstromes R gespalten wird, der u.a. Olefine, insbesondere Ethylen, und Wasserstoff enthält.

In einer stromab des Reaktors 2 vorgesehen Aufarbeitungseinrichtung 3 wird der

- 30 besagte erste ggf. vorgereinigte Stoffstrom S sowie der ggf. vorgereinigte Rohgasstrom R zusammengeführt und in einen C_{3+} -Stoffstrom (Kohlenwasserstoffe mit drei oder mehr als drei Kohlenstoffatomen), einen Ethylenproduktstrom P, einen ethan- und propanreichen Stoffstrom S" sowie einen C_1 -Stoffstrom aufgetrennt, wobei der C_1 -Stoffstrom zur Erzeugung eines Wasserstoffproduktstromes W in die Trenneinheit 4
35 eingespeist wird.

Der in der Aufarbeitungseinrichtung 3 abgetrennte ethan- und propanreiche Stoffstrom S'' wird als zusätzlicher Einsatz in die Dampfspaltungseinrichtung 5 gegeben.

- 5 In der Trenneinheit 3 wird der C₁-Stoffstrom in einen Wasserstoffproduktstrom W und einen wasserstoffarmen Restgasstrom S' getrennt. Hierzu kann z.B. eine Druckwechseladsorption verwendet werden, bei der der C₁-Stoffstrom bei erhöhtem Druck durch zumindest einen Adsorber gegeben wird, so dass Wasserstoff den mindestens einen Adsorber passiert und den besagten Wasserstoffproduktstrom W
- 10 bildet, wobei die schwereren Komponenten, wie z.B. CH₄ und CO, an dem mindestens einen Adsorber adsorbiert werden und bei einem niedrigeren Druck desorbiert werden, woraus der wasserstoffarme Restgasstrom S' resultiert (dieser enthält insbesondere auch Wasserstoff aus einem Teilstrom des Wasserstoffproduktstromes W, der zum Spülen des mindestens einen Adsorbers verwendet wurde).

15

- Der Restgasstrom S' wird sodann als Einsatz in den Reaktor 2 zurückgegeben. Des Weiteren kann ein Teil des Restgasstromes S' zum Unterfeuern in die Dampfspaltungseinrichtung 5 gegeben werden, um die für die Dampfspaltung benötigte Wärme zu generieren bzw. dazu beizutragen. Des Weiteren wird zum
- 20 Unterfeuern vorzugsweise CH₄ verwendet, das stromauf des Reaktors 2 abgezweigt werden kann.

- Schließlich kann ein Teil des Wasserstoffproduktstromes W zum Hydrieren von Bestandteilen des ersten Stoffstromes S bzw. des Rohgasstromes R verwendet
- 25 werden (z.B. in der Aufarbeitungseinheit 3).

Bezugszeichenliste

1	Anlage
2	OCM-Reaktor
3	Aufarbeitungseinheit
4	Trenneinheit (z.B. Druckwechseladsorptionseinrichtung)
5	Dampfspaltungseinrichtung
E	Einsatz für Dampfspaltung
S	Erster Stoffstrom
S'	Wasserstoffhaltiger Restgasstrom
S''	Ethan- und propanreicher Stoffstrom
R	Olefin- und wasserstoffhaltiger Rohgasstrom
P	Ethylenproduktstrom
W	Wasserstoffproduktstrom

Patentansprüche

- 5 1. Anlage zur Erzeugung von Ethylen, mit:
- einem Reaktor (2), der zur oxidativen Kopplung von Methan eingerichtet und vorgesehen ist,
 - einer mit dem Reaktor (2) verbundenen Aufarbeitungseinheit (3), die zum
 - 10 Trennen eines bei der oxidativen Kopplung von Methan erzeugten ersten Stoffstromes (S) in zumindest einen C₁-Stoffstrom sowie einen Ethylenproduktstrom (P) ausgebildet ist, und
 - einer mit der Aufarbeitungseinheit (3) verbundenen Trenneinheit (4), die dazu ausgebildet ist, den C₁- Stoffstrom zumindest in einen wasserstoffreichen Produktstrom (W) und einen wasserstoffarmen Restgasstrom (S') zu trennen,

15

dadurch gekennzeichnet,

dass eine mit der Aufarbeitungseinheit (3) verbundene Dampfspaltungseinrichtung (5) zur Erzeugung eines olefin- und wasserstoffhaltigen Rohgasstromes (R) vorgesehen ist, wobei die Aufarbeitungseinheit (3) dazu ausgebildet ist, den

20 Rohgasstrom (R) zusammen mit dem ersten Stoffstrom (S) in zumindest den C₁- Stoffstrom sowie den Ethylenproduktstrom (P) zu trennen, wobei die Anlage (1) dazu ausgebildet ist, zumindest einen Teil des Restgasstromes (S') als Einsatz in den Reaktor (2) zurückzuführen.

25

2. Anlage nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Dampfspaltungseinrichtung (5) dazu ausgebildet ist, als Einsatz (E) einen oder mehrere der folgenden Stoffe in Gegenwart von Wasserdampf unter Entstehung des besagten Rohgasstromes (R) zu spalten: Kohlenwasserstoff, Ethan, Propan,
- 30 Erdgaskondensate, und/oder Naphtha.
3. Anlage nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Aufarbeitungseinheit (3) dazu ausgebildet ist, aus dem bei der oxidativen Kopplung von Methan erzeugten ersten Stoffstrom (S) und/oder dem

Rohgasstrom (R) des Weiteren einen ethan- und propanreichen Stoffstrom (S'') abzutrennen.

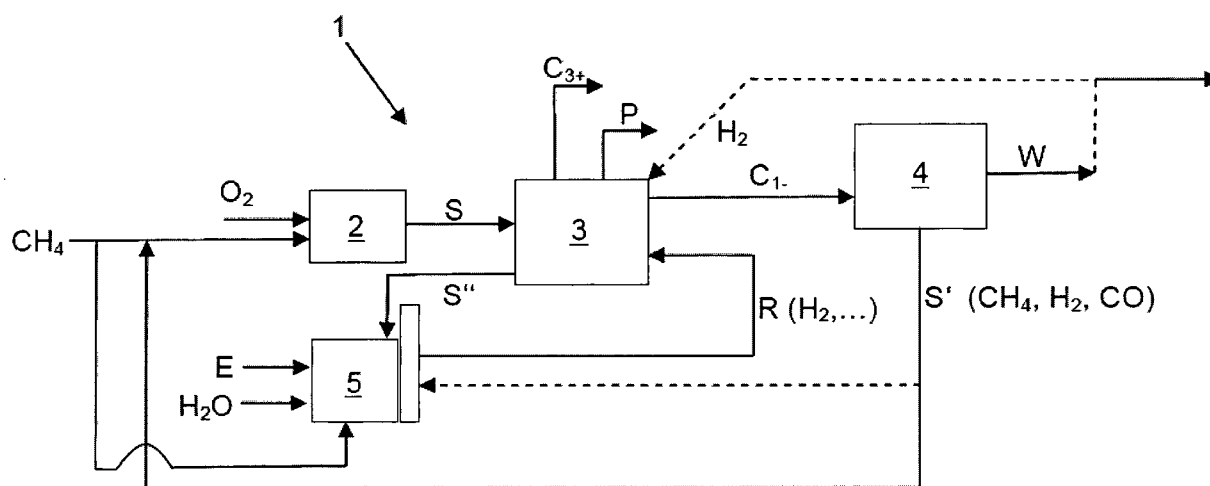
4. Anlage nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die
5 Aufarbeitungseinheit (3) derart mit der Dampfspaltungseinrichtung (5) verbunden ist, dass jener ethan- und propanreiche Stoffstrom (S'') aus der Aufarbeitungseinheit (3) als Einsatz in die Dampfspaltungseinrichtung (5) einleitbar ist.
- 10 5. Anlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Trenneinheit (4) derart mit der Dampfspaltungseinrichtung (5) verbunden ist, dass zumindest ein Teil des Restgasstromes (S') in die Dampfspaltungseinrichtung (5) einleitbar ist, wobei die Dampfspaltungseinrichtung (5) dazu ausgebildet ist, jenen Teil des Restgasstromes (S') zur Bereitstellung von
15 Wärme in der Dampfspaltungseinrichtung (5) zu verfeuern.
6. Anlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Trenneinheit (4) durch eine Druckwechseladsorptionseinheit gebildet wird, die dazu ausgebildet ist, den C₁- Stoffstrom mittels einer
20 Druckwechseladsorption in den wasserstoffreichen Produktstrom (W) und den wasserstoffarmen Restgasstrom (S') zu trennen.
7. Verfahren zur Erzeugung von Ethylen, insbesondere unter Verwendung einer Anlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem
25
 - Sauerstoff und Methan in einen Reaktor (2) eingeleitet werden,
 - Methan im Reaktor (2) unter Entstehung eines ersten Stoffstromes (S) oxidativ gekoppelt wird,
 - mittels Dampfspaltung eines kohlenwasserstoffhaltigen Einsatzes (E) in einer Dampfspaltungseinrichtung (5) ein olefin- und wasserstoffhaltiger Rohgasstrom (R) erzeugt wird,
30
 - der besagte erste Stoffstrom (S) zusammen mit dem Rohgasstrom (R) in einer Aufarbeitungseinheit (3) in einen Ethylenproduktstrom (P) und einen C₁- Stoffstrom aufgetrennt wird,
 - der C₁-Stoffstrom in einer Trenneinheit (4) in einen Wasserstoffproduktstrom (W)
35 und einen wasserstoffarmen Restgasstrom (S') getrennt wird, und

- zumindest ein Teilstrom des Restgasstromes (S') als Einsatz in den Reaktor (2) zurückgeführt wird.

- 5 8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass von dem besagten ersten Stoffstrom (S) und/oder dem Rohgasstrom (R) in der Aufarbeitungseinheit (3) des Weiteren ein ethan- und propanreicher Stoffstrom (S'') abgetrennt wird, der als Einsatz in die Dampfspaltungseinrichtung (5) zurückgeführt wird.
- 10 9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest ein Teilstrom des Restgasstromes (S') zur Erzeugung von Wärme für die Dampfspaltung in der Dampfspaltungseinrichtung (5) verfeuert wird.
- 15 10. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass der C₁-Stoffstrom in der Trenneinheit (4) mittels einer Druckwechseladsorption in den Wasserstoffproduktstrom (W) und den wasserstoffarmen Restgasstrom (S') getrennt wird.
- 20 11. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Einsatz (E) für die Dampfspaltung durch einen oder mehrere der folgenden Stoffe gebildet wird: Ethan, Propan, Erdgaskondensate, und/oder Naphtha.

1/1

Figur 1



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/002809

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. C07C2/84 C07C4/04 C07C5/327 C07C11/04
ADD.

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)
C07C

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 practicable, 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	NL 9 300 168 A (UNIV TWENTE; JOHANNES M L PENNINGER) 16 May 1994 (1994-05-16) page 1, lines 1-10,19 page 2, lines 4-15 page 3, lines 7-10 page 4, lines 5-14 figures 1,2 -----	1,7
A	WO 2007/045364 A2 (LINDE AG [DE]; DUC THAT PHAM [DE]; SCHMIGALLE HOLGER [DE]; WALZL ROLAN) 26 April 2007 (2007-04-26) claims 1,2 -----	1,7
A	DE 43 33 372 A1 (SNAM PROGETTI [IT]; ENIRICERCHE SPA [IT]) 7 April 1994 (1994-04-07) claim 1 page 4, lines 34-35 ----- -/-	1,7



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 application or patent 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

1 November 2013

Date of mailing of the international search report

08/11/2013

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

Fitz, Wolfgang

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/002809

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 32 37 079 A1 (BAERNS MANFRED PROF DR [DE]) 12 April 1984 (1984-04-12) claim 1 -----	1,7
A	DE 15 43 156 A1 (LUMMUS CO) 31 July 1969 (1969-07-31) claim 1 -----	1,7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2013/002809

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
NL 9300168	A	16-05-1994	NONE	

WO 2007045364	A2	26-04-2007	DE 102005050388 A1	26-04-2007
			MY 146026 A	15-06-2012
			WO 2007045364 A2	26-04-2007

DE 4333372	A1	07-04-1994	CA 2107492 A1	02-04-1994
			DE 4333372 A1	07-04-1994
			IT 1255710 B	10-11-1995
			RU 2100334 C1	27-12-1997
			US 5430219 A	04-07-1995

DE 3237079	A1	12-04-1984	DE 3237079 A1	12-04-1984
			US 4608449 A	26-08-1986

DE 1543156	A1	31-07-1969	BE 671949 A	01-03-1966
			DE 1543156 A1	31-07-1969
			GB 1077918 A	02-08-1967
			NL 6514389 A	06-05-1966

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. C07C2/84 C07C4/04 C07C5/327 C07C11/04
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 C07C

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	NL 9 300 168 A (UNIV TWENTE; JOHANNES M L PENNINGER) 16. Mai 1994 (1994-05-16) Seite 1, Zeilen 1-10,19 Seite 2, Zeilen 4-15 Seite 3, Zeilen 7-10 Seite 4, Zeilen 5-14 Abbildungen 1,2 -----	1,7
A	WO 2007/045364 A2 (LINDE AG [DE]; DUC THAT PHAM [DE]; SCHMIGALLE HOLGER [DE]; WALZL ROLAN) 26. April 2007 (2007-04-26) Ansprüche 1,2 -----	1,7
A	DE 43 33 372 A1 (SNAM PROGETTI [IT]; ENIRICERCH SPA [IT]) 7. April 1994 (1994-04-07) Anspruch 1 Seite 4, Zeilen 34-35 -----	1,7
	-/-	



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" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. 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 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

1. November 2013

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

08/11/2013

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

Fitz, Wolfgang

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 32 37 079 A1 (BAERNS MANFRED PROF DR [DE]) 12. April 1984 (1984-04-12) Anspruch 1 -----	1,7
A	DE 15 43 156 A1 (LUMMUS CO) 31. Juli 1969 (1969-07-31) Anspruch 1 -----	1,7

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/002809

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
NL 9300168	A	16-05-1994	KEINE
WO 2007045364	A2	26-04-2007	DE 102005050388 A1 MY 146026 A WO 2007045364 A2
DE 4333372	A1	07-04-1994	CA 2107492 A1 DE 4333372 A1 IT 1255710 B RU 2100334 C1 US 5430219 A
DE 3237079	A1	12-04-1984	DE 3237079 A1 US 4608449 A
DE 1543156	A1	31-07-1969	BE 671949 A DE 1543156 A1 GB 1077918 A NL 6514389 A