

(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  
23. April 2020 (23.04.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2020/079199 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:  
C07C 5/327 (2006.01) C07C 7/04 (2006.01)  
C07C 4/04 (2006.01) C07C 11/04 (2006.01)  
C07C 7/00 (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/078303
- (22) Internationales Anmeldedatum:  
17. Oktober 2019 (17.10.2019)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:  
18201329.2 18. Oktober 2018 (18.10.2018) EP
- (71) Anmelder: LINDE AKTIENGESELLSCHAFT  
[DE/DE]; Klosterhofstraße 1, 80331 München (DE).
- (72) Erfinder: HÖFEL, Torben; Winterstraße 13, 81543 München (DE).
- (74) Anwalt: M PATENT GROUP; Postfach 33 04 29, 80064 München (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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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, ST, 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,

(54) Title: METHOD AND SYSTEM FOR OBTAINING ETHYLENE

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

(57) Abstract: The invention relates to a method (100, 200, 300) for obtaining ethylene, in which method a first feed gas (A) and a second feed gas (B) are fed to a reactor (1) and are processed therein to obtain a product mixture (C) by steam cracking. The first feed gas (A) contains more than 90 wt.% of saturated hydrocarbons and more than 80 wt.% of ethane, wherein the product mixture (C), or a part thereof, is subjected to a treatment (2, 3, 4), thus obtaining a subsequent mixture (F), which contains hydrogen, methane, ethane, ethylene, and hydrocarbons having three, four, and at least five carbon atoms, and the subsequent mixture (F), or a part thereof, is subjected to a separation (10). According to the invention, the separation (10) comprises an ethylene separation step (7), to which at least the ethane, the ethylene, and the hydrocarbons having three carbon atoms from the subsequent mixture (F), or a part thereof, are fed in a manner not separated from one another in a common separating insert (S, V, X), wherein a light fraction (K) containing more than 9 mole percent of ethylene, and a heavy fraction (T, W, Y) containing at least a portion of the ethane from the separating insert (S, V, X) and at least 15 wt.% of the hydrocarbons having three and four carbon atoms from the separating insert (S, V, X) are formed in the ethylene separating step (7). The heavy separating product (T, W, Y) from the ethylene separating step (7), or a part thereof, is used as part of or for forming the second feed gas (B). The present invention further relates to a corresponding system.

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Verfahren (100, 200, 300) zur Gewinnung von Ethylen vorgeschlagen, bei dem ein erstes Einsatzgas (A) und ein zweites Einsatzgas (B) einem Reaktor (1) zugeführt und in diesem unter Erhalt eines Produktgemischs (C) durch Dampfspalten bearbeitet werden, wobei das erste Einsatzgas (A) mehr als 90 Gewichtsprozent gesättigte Kohlenwasserstoffe und mehr als 80 Gewichtsprozent Ethan aufweist, und wobei das Produktgemisch (C) oder ein Teil hiervon unter Erhalt eines Folgegemischs (F), das Wasserstoff, Methan, Ethan, Ethylen sowie Kohlenwasserstoffe mit drei, vier und zumindest fünf Kohlenstoffatomen enthält, einer Aufbereitung (2, 3, 4) und das Folgegemisch (F) oder ein Teil hiervon einer Trennung (10) unterworfen wird. Hierbei ist vorgesehen, dass die Trennung (10) einen Ethylenabtrennschritt (7) umfasst, dem zumindest das Ethan, das Ethylen und die Kohlenwasserstoffe mit drei Kohlenstoffatomen aus dem Folgegemisch (F) oder jeweils ein Teil hiervon in einem gemeinsamen Trenneinsatz (S, V, X) ungetrennt voneinander zugeführt werden, wobei in dem in dem Ethylenabtrennschritt (7) eine leichte Fraktion (K), die mehr als 9 Molprozent Ethylen enthält, und eine schwere Fraktion (T, W, Y), die zumindest einen Teil des Ethans aus dem Trenneinsatz (S, V, X) und mindestens 15 Gewichtsprozent der Kohlenwasserstoffe mit drei und vier Kohlenstoffatomen aus dem Trenneinsatz (S, V, X) enthält, gebildet werden, und wobei das schwere Trennprodukt (T, W, Y) aus dem Ethylenabtrennschritt (7) oder ein Teil hiervon als Teil oder zur Bildung des zweiten Einsatzgases (B) verwendet wird. Eine entsprechende Anlage ist ebenfalls Gegenstand der vorliegenden Erfindung.

WO 2020/079199 A1

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).

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz  
3)

## Beschreibung

### Verfahren und Anlage zur Gewinnung von Ethylen

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Gewinnung von Ethylen und eine entsprechende Anlage gemäß den Oberbegriffen der unabhängigen Patentansprüche.

5

Stand der Technik

Olefine wie Ethylen oder Propylen, aber auch Diolefine wie Butadien sowie Aromaten können durch Dampfspalten (engl. Steam Cracking) aus Paraffinen hergestellt werden.

10 Entsprechende Verfahren sind seit langem bekannt. Zu Details sei auf Fachliteratur wie den Artikel "Ethylene" in Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, Onlineausgabe, 15. April 2007, DOI 10.1002/14356007.a10\_045.pub2, verwiesen.

15 Beim Dampfspalten wird ein sogenanntes Spaltgas (engl. Cracked Gas) erhalten, das neben den Zielprodukten nicht umgesetzte Kohlenwasserstoffe und unerwünschte Nebenprodukte enthält. Dieses Spaltgas wird in bekannten Verfahren zunächst einer Aufbereitung unterworfen, bevor es einer Fraktionierung bzw. Trennung zur Gewinnung unterschiedlicher Kohlenwasserstoffe bzw. Fraktionen zugeführt wird. Details sind in dem zitierten Artikel insbesondere in Abschnitt 5.3.2.1, "Front-End  
20 Section" und 5.3.2.2., "Hydrocarbon Fractionation Section", beschrieben.

Eine entsprechende Aufbereitung umfasst insbesondere eine sogenannte Sauer gasentfernung, bei der Komponenten wie Kohlendioxid, Schwefelwasserstoff und Mercaptane aus dem Spaltgas abgetrennt werden. Das Spaltgas wird typischerweise  
25 vor und nach einer entsprechenden Behandlung verdichtet. Beispielsweise kann das Spaltgas einem sogenannten Rohgasverdichter auf einem Zwischendruckniveau entnommen, der Sauer gasentfernung unterworfen, und anschließend in dem Rohgasverdichter weiter verdichtet werden.

30 Mitunter ist es erwünscht, durch Dampfspalten ethanreiche Einsätze unter Bildung möglichst geringer Mengen an Nebenprodukten zu Ethylen umzusetzen. In diesem Zusammenhang werden neben nicht umgesetztem Ethan auch beim Dampfspalten gebildete Kohlenwasserstoffe drei und vier Kohlenstoffatomen typischerweise wieder in

den oder die verwendeten Reaktoren zurückgeführt. Um eine einzelne Hydrierung dieser rückgeführten Fraktionen zu vermeiden, kann eine Hydrierung des gesamten Spaltgases im Zuge der Aufbereitung (sogenannte Rohgashydrierung) erfolgen.

5 Da die zurückgeführten Kohlenwasserstoffe mit drei und vier Kohlenstoffatomen typischerweise einen geringen Anteil an dem insgesamt umzusetzenden Einsatz ausmachen, erfolgt typischerweise eine Spaltung dieser Kohlenwasserstoffe gemeinsam mit dem frisch zugeführten bzw. rückgeführten Ethan. Mit anderen Worten wird auf eine Bereitstellung separater Einheiten zum Dampfspalten verzichtet.

10

In Figur 1 ist ein entsprechendes Verfahren in Form eines schematischen Ablaufplans dargestellt und wird unten unter Bezugnahme auf Figur 1 im Detail erläutert. Wie dort angegeben, wird jedoch in diesem Verfahren eine Trennung vorgenommen, die aufwendiger ist, als sie für die erläuterten Zwecke erforderlich wäre.

15

Die vorliegende Erfindung stellt sich vor diesem Hintergrund die Aufgabe, ein entsprechendes Verfahren zu verbessern und trenntechnisch einfacher auszugestalten und hierdurch den Investitions- und/oder Betriebskosten zu reduzieren.

20 Offenbarung der Erfindung

Vor diesen Hintergrund schlägt die vorliegende Erfindung ein Verfahren zur Gewinnung von Ethylen und eine entsprechende Anlage gemäß den Oberbegriffen der jeweiligen unabhängigen Patentansprüche vor. Bevorzugte Ausgestaltungen sind jeweils

25 Gegenstand der abhängigen Ansprüche sowie der nachfolgenden Beschreibung.

Vor der Erläuterung der Vorteile der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend einige bei der Beschreibung der Erfindung verwendete Begriffe näher definiert.

30 Komponentengemische können im hier verwendeten Sprachgebrauch reich oder arm an einer oder mehreren Komponenten sein, wobei der Begriff "reich" für einen Gehalt von wenigstens 75%, 80%, 90%, 95% oder 99% und der Begriff "arm" für einen Gehalt von höchstens 25%, 20%, 10%, 5% oder 1% auf molarer, Gewichts- oder Volumenbasis stehen kann. Komponentengemische können im hier verwendeten

35 Sprachgebrauch ferner angereichert oder abgereichert an einer oder mehreren

Komponenten sein, wobei sich diese Begriffe auf einen entsprechenden Gehalt in einem anderen Komponentengemisch beziehen, unter Verwendung dessen das betrachtete Komponentengemisch gebildet wurde. Das betrachtete Komponentengemisch ist "angereichert", wenn es zumindest den 1,5-fachen, 2-fachen, 5-fachen, 10-fachen, 100-fachen oder 1.000-fachen Gehalt der bezeichneten Komponente(n) aufweist, und "abgereichert", wenn es höchstens den 0,75-fachen, 0,5-fachen, 0,1-fachen, 0,01-fachen oder 0,001-fachen Gehalt der bezeichneten Komponente(n) aufweist. Ein "überwiegend" eine oder mehrere Komponenten enthaltendes Komponentengemisch ist insbesondere reich an dieser bzw. diesen Komponenten im soeben erläuterten Sinn.

Ist hier davon die Rede, dass ein Komponentengemisch unter Verwendung eines anderen Komponentengemischs "gebildet" wird, sei darunter verstanden, dass das betrachtete Komponentengemisch zumindest einige der in dem anderen Komponentengemisch enthaltene oder diesen gebildete Komponenten aufweist. Ein Bilden eines Komponentengemischs aus einem anderen kann beispielsweise ein Abzweigen eines Teils des Komponentengemischs, ein Zuspiesen einer oder mehrerer weiterer Komponenten oder Komponentengemische, ein chemisches oder physikalisches Umsetzen zumindest einiger Komponenten, sowie ein Erwärmen, Abkühlen, Verdampfen, Kondensieren usw. umfassen. Ein "Bilden" eines Komponentengemischs aus einem anderen Komponentengemisch kann aber auch lediglich die Bereitstellung des anderen Komponentengemischs in geeigneter Form, beispielsweise in einem Behälter oder einer Leitung, umfassen.

Die vorliegende Anmeldung verwendet zur Charakterisierung von Drücken und Temperaturen die Begriffe "Druckniveau" und "Temperaturniveau", wodurch zum Ausdruck gebracht werden soll, dass entsprechende Drücke und Temperaturen in einer entsprechenden Anlage nicht in Form exakter Druck- bzw. Temperaturwerte verwendet werden müssen. Jedoch bewegen sich derartige Drücke und Temperaturen typischerweise in bestimmten Bereichen, die beispielsweise  $\pm 1\%$ ,  $5\%$ ,  $10\%$ ,  $20\%$  oder  $25\%$  um einen Mittelwert liegen. Entsprechende Druckniveaus und Temperaturniveaus können in disjunkten Bereichen liegen oder in Bereichen, die einander überlappen. Dasselbe Druckniveau kann beispielsweise auch noch vorliegen, wenn es zu unvermeidlichen Druckverlusten kommt. Entsprechendes gilt für Temperaturniveaus. Bei den hier in bar angegebenen Druckniveaus handelt es sich um Absolutdrücke.

## Vorteile der Erfindung

Die vorliegende Erfindung schlägt insgesamt ein Verfahren zur Gewinnung von Ethylen vor, bei dem ein erstes Einsatzgas (Frischeinsatz) und ein zweites Einsatzgas (rückgeführtes Einsatzgas) einem Reaktor zugeführt und in diesem unter Erhalt eines Produktgemischs (Spaltgas) durch Dampfspalten bearbeitet werden. Das erste Einsatzgas kann insbesondere aus sogenanntem Rohethan mit fachüblichen Spezifikationen bestehen und insbesondere von der Anlagengrenze zugeführt werden.

10 Das erste Einsatzgas weist mehr als 90, Gewichtsprozent, insbesondere mehr als 95 Gewichtsprozent, gesättigte Kohlenwasserstoffe sowie mehr als 80 Gewichtsprozent, insbesondere mehr als 85, 90 oder 95 Gewichtsprozent, Ethan auf. Ein Gehalt an Propan in dem ersten Einsatzgas liegt insbesondere bei bis zu 15 Gewichtsprozent, beispielsweise bei bis zu 10 oder bis zu 5 Gewichtsprozent.

15 Das erste Einsatzgas ist insbesondere arm an oder (im Wesentlichen) frei von schwereren Kohlenwasserstoffen, deren Gehalt insbesondere bei maximal 5 Gewichtsprozent oder 1 Gewichtsprozent liegen kann. Unter "schwereren Kohlenwasserstoffen" werden dabei hier insbesondere Kohlenwasserstoffe mit vier und

20 mehr Kohlenstoffatomen verstanden.

Das erste Einsatzgas kann Methan in einem Gehalt von bis zu 5 Gewichtsprozent enthalten. Es ist insbesondere frei von oder zumindest arm an von Kohlendioxid und anderen Spurenkomponenten. Sämtliche ein "Einsatzgas" betreffende Erläuterungen

25 beziehen sich auf den Frischeinsatz direkt am Reaktor, d.h. ein entsprechendes Einsatzgas kann ggf. bereits vorbehandelt, z.B. an CO<sub>2</sub> abgereichert, sein.

Das Dampfspalten im Rahmen der vorliegenden Erfindung wird insbesondere zur Vermeidung der übermäßigen Bildung von Nebenprodukten mit einer mittleren oder

30 geringen Ethankonversion von beispielsweise 65% oder weniger, 60% oder weniger, 55% oder weniger, 50% oder weniger oder 45% oder weniger und 10% oder mehr, 20% oder mehr oder 30% oder mehr durchgeführt. Daher verbleibt im Produktgemisch vergleichsweise viel Ethan. Weitere Parametereinstellungen beim Dampfspalten nimmt der Fachmann je nach Bedarf vor. Insbesondere werden entsprechende Einstellungen

35 wie beispielsweise Dampfverdünnung und Reaktordruck derart gewählt, dass

vergleichsweise viel Ethylen aus dem umgesetzten Ethan entsteht und vergleichsweise wenige Kohlenwasserstoffe mit drei oder mehr Kohlenstoffatomen entstehen.

- Ist hier jeweils von "einem" Reaktor die Rede, versteht sich, dass anstelle lediglich  
5 eines Reaktors auch mehrere Reaktoren im seriellen oder parallelen Betrieb eingesetzt werden können, denen dann ein oder mehrere entsprechende Einsatzgase zugeführt werden können. Mehrere dieser Reaktoren ("Spaltöfen") können gleich oder unterschiedlich betrieben werden.
- 10 Im Rahmen der vorliegenden Erfindung wird das Produktgemisch, das dem Reaktor entnommen wird, oder ein Teil hiervon, unter Erhalt eines Folgegemischs, das Wasserstoff, Methan, Ethan, Ethylen sowie Kohlenwasserstoffe mit drei, vier und  
15 zumindest fünf Kohlenstoffatomen enthält und insbesondere (im Wesentlichen) aus diesen Komponenten besteht, einer Aufbereitung unterworfen. Die Aufbereitung kann dabei grundsätzlich in bekannter Weise erfolgen (siehe oben). Insbesondere kann eine derartige Aufbereitung auch eine Hydrierung von Acetylen sowie eine teilweise  
Hydrierung von insbesondere einfach und mehrfach ungesättigten Kohlenwasserstoffen mit drei Kohlenstoffatomen umfassen, um eine entsprechende  
Hydrierung bei der Rückführung von Komponenten zu vermeiden. Ein entsprechend  
20 gebildetes Folgegemisch oder ein Teil hiervon wird im Rahmen der vorliegenden Erfindung sodann einer Trennung unterworfen.

- Die vorliegende Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass die Trennung einen Ethylenabtrennschritt umfasst, dem zumindest das Ethan, das Ethylen und die  
25 Kohlenwasserstoffe mit drei Kohlenstoffatomen aus dem Folgegemisch oder jeweils ein Teil hiervon in einem gemeinsamen Trenneinsatz ungetrennt voneinander zugeführt werden. Im Gegensatz zu bekannten Ethylenabtrennschritten, die im Stand der Technik typischerweise im Wesentlichen in Form einer Trennung von Ethan und Ethylen voneinander bestehen (in einem sogenannten C2-Splitter), wird im Rahmen  
30 der vorliegenden Erfindung in einem entsprechenden Trennschritt also Ethylen von einer verbleibenden Fraktion getrennt, die jedoch nicht nur Ethan, sondern auch wesentliche Teile der schwereren Kohlenwasserstoffe aus dem Produktgemisch enthält. Da im Rahmen der vorliegenden Erfindung aufgrund der Zusammensetzung des ersten Einsatzgases insgesamt vergleichsweise geringe Mengen an  
35 Kohlenwasserstoffen mit drei Kohlenstoffatomen gebildet werden und damit im

Produktgemisch vorliegen, umfasst die verbleibende Fraktion insbesondere noch mehr als 50 Gewichtsprozent, insbesondere mehr als 60 Gewichtsprozent, mehr als 70 Gewichtsprozent, mehr als 80 Gewichtsprozent oder mehr als 85 Gewichtsprozent, und insbesondere bis zu 95 Gewichtsprozent oder bis zu 90 Gewichtsprozent Ethan  
5 und ansonsten schwerere Kohlenwasserstoffe, zumindest solche mit drei Kohlenstoffatomen. Die schwereren Kohlenwasserstoffe werden stromauf des Ethylenabtrennschritts jedoch nicht, wie in herkömmlichen Verfahren, abgetrennt. Dies gilt zumindest für die Kohlenwasserstoffe mit drei Kohlenstoffatomen, wie im Folgenden angegeben.

10

Je nach Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens kann dabei der Ethylenabtrennschritt auch mit Kohlenwasserstoffen mit vier und ggf. fünf Kohlenstoffatomen gespeist werden, wie jeweils nachfolgend noch im Detail erläutert. Das hier abgetrennte Ethylen bzw. eine leichte Fraktion aus dem Ethylenabtrennschritt  
15 kann als Ethylenprodukt aus dem Verfahren ausgeführt werden. Ein wesentlicher Aspekt der vorliegenden Erfindung besteht dabei in der ungetrennten Einspeisung der genannten Komponenten in den Ethylenabtrennschritt. Dies erleichtert die stromaufwärtige Trennung und trägt zu einer Verringerung des Trennaufwands bei.

20

Ist hier davon die Rede, dass zumindest das Ethan, das Ethylen und die Kohlenwasserstoffe mit drei Kohlenstoffatomen aus dem Folgegemisch oder jeweils ein Teil hiervon "ungetrennt" dem Ethylenabtrennschritt zugeführt werden, sei darunter verstanden, dass diese Komponenten zumindest zum Teil in einem durchgehenden Stoffstrom (von dem aber ein Teil oder bestimmte Komponenten, auch teilweise die die  
25 Kohlenwasserstoffe mit drei Kohlenstoffatomen, abgetrennt werden können) von dem Reaktor bis zum Ethylenabtrennschritt durchgeführt werden. Der Trenneinsatz für den Ethylenabtrennschritt kann je nach der spezifischen Ausgestaltung des Verfahrens insbesondere auch noch Kohlenwasserstoffe mit vier Kohlenstoffatomen oder Kohlenwasserstoffe mit vier und zumindest fünf Kohlenstoffatomen umfassen, die  
30 damit ebenfalls ungetrennt dem Ethylenabtrennschritt zugeführt werden.

35

In dem Ethylenabtrennschritt werden die erwähnte leichte Fraktion, die mehr als 95 Molprozent, insbesondere mehr als 99 Molprozent, Ethylen enthält und insbesondere (im Wesentlichen) aus Ethylen bestehen kann, und eine schwere Fraktion, die  
zumindest einen Teil des Ethans aus dem Trenneinsatz (S, V, X) und mindestens 15

Gewichtsprozent der Kohlenwasserstoffe mit drei und vier Kohlenstoffatomen (ggf. auch schwerere Kohlenwasserstoffe), gebildet. Die schwere Fraktion kann insbesondere mehr als 20 Gewichtsprozent, mehr als 30 Gewichtsprozent, mehr als 40 Gewichtsprozent, mehr als 50 Gewichtsprozent, mehr als 60 Gewichtsprozent, mehr als 70 Gewichtsprozent, mehr als 80 Gewichtsprozent oder mehr als 90 Gewichtsprozent der Kohlenwasserstoffe mit drei und vier Kohlenstoffatomen (ggf. auch schwerere Kohlenwasserstoffe) aufweisen, wobei die zuletzt genannten Angaben jeweils auch Obergrenzen entsprechender Wertebereiche angeben können. Die Werte ergeben sich durch die vergleichsweise starke Verdünnung dieser Komponenten mit Ethan. Die schwere Fraktion kann (im Wesentlichen) frei von Ethylen sein. Die schwere Fraktion aus dem Ethylenabtrennschritt oder ein Teil hiervon wird (direkt oder unter Abtrennung ggf. enthaltener schwererer Komponenten) zur Bildung des zweiten Einsatzgases verwendet.

Zur Verringerung des Trennaufwands kann im Rahmen der vorliegenden Erfindung insbesondere eine "weiche" bzw. "unscharfe" Deethanisierung erfolgen, in der jeweils nicht, wie aus dem Stand der Technik bekannt, eine Fraktion gebildet wird, die Ethan und Ethylen enthält, aber (im Wesentlichen) frei von anderen, insbesondere von schwereren, Komponenten ist. Diese wird mit einer Demethanisierung kombiniert. Es kann jedoch auch nur eine Demethanisierung erfolgen.

So kann im Rahmen der vorliegenden Erfindung der Trenneinsatz, der dem Ethylenabtrennschritt zugeführt wird, unter Verwendung eines ersten Vortrennschritts und eines zweiten Vortrennschritts gebildet werden, wobei dem ersten Vortrennschritt das Folgegemisch oder dessen der Trennung unterworfenen Teil in unveränderter Zusammensetzung zugeführt wird, wobei in dem ersten Vortrennschritt eine leichte Fraktion und eine schwere Fraktion gebildet werden, wobei die leichte Fraktion aus dem ersten Vortrennschritt oder ein Teil hiervon dem zweiten Vortrennschritt zugeführt wird, wobei in dem zweiten Vortrennschritt eine leichte Fraktion und eine schwere Fraktion gebildet werden, und wobei die schwere Fraktion aus dem zweiten Vortrennschritt oder ein Teil hiervon als der Trenneinsatz oder ein Teil des Trenneinsatzes verwendet wird, der dem Ethylentrennschritt zugeführt wird. Der erste Vortrennschritt entspricht dabei der bereits erwähnten unscharfen Deethanisierung, der zweite Vortrennschritt einer (insoweit dem Üblichen entsprechenden) Demethanisierung.

Die Trenngrenzen in der erfindungsgemäß eingesetzten unscharfen Deethanisierung können dabei unterschiedlich gesetzt werden. So kann in einer ersten Alternative die leichte Fraktion aus dem ersten Vortrennschritt insgesamt weniger als 1 Molprozent an Kohlenwasserstoffen mit vier und zumindest fünf Kohlenstoffatomen und im Rest Methan, Ethan, Ethylen und Kohlenwasserstoffe mit drei Kohlenstoffatomen enthalten. Die schwere Fraktion aus dem ersten Vortrennschritt kann in diesem Fall insgesamt weniger als 1 Molprozent Wasserstoff, Methan und Ethylen und im Rest Ethan, Kohlenwasserstoffe mit drei, vier und zumindest fünf Kohlenstoffatomen enthalten. Die Aufgabe dieses Trennschritts in der ersten Alternative ist insbesondere die Trennung von Ethylen und Kohlenwasserstoffen mit vier und zumindest fünf Kohlenstoffatomen, wohingegen die Kohlenwasserstoffe mit drei Kohlenstoffatomen in beiden Fraktionen enthalten sind. In dieser ersten Alternative enthält ferner die leichte Fraktion aus dem zweiten Vortrennschritt, also aus der Demethanisierung, insgesamt mehr als 99 Molprozent Methan und Wasserstoff, und die schwere Fraktion aus dem zweiten Vortrennschritt enthält insgesamt weniger als 1 Molprozent Methan und Wasserstoff und im Rest Ethan, Ethylen und Kohlenwasserstoffe mit drei Kohlenstoffatomen.

In einer zweiten Alternative kann die Trenngrenze in der unscharfen Deethanisierung derart gesetzt werden, dass die leichte Fraktion aus dem ersten Vortrennschritt insgesamt weniger als 1 Molprozent an Kohlenwasserstoffen mit zumindest fünf Kohlenstoffatomen und im Rest Methan, Ethan, Ethylen und Kohlenwasserstoffe mit drei und vier Kohlenstoffatomen, und die schwere Fraktion aus dem ersten Vortrennschritt insgesamt weniger als 1 Molprozent an Wasserstoff, Methan und Ethylen und im Rest Ethan sowie Kohlenwasserstoffe mit drei, vier und zumindest fünf Kohlenstoffatomen enthält. Die Aufgabe dieses Trennschritts in der zweiten Alternative ist insbesondere die Trennung von Ethylen und Kohlenwasserstoffen mit zumindest fünf Kohlenstoffatomen. In dieser zweiten Alternative enthält die leichte Fraktion aus dem zweiten Vortrennschritt, also der Demethanisierung, grundsätzlich wie oben insgesamt mehr als 99 Molprozent Methan und Wasserstoff. Die schwere Fraktion aus dem zweiten Vortrennschritt enthält auch hier insgesamt weniger als 1 Molprozent Methan und Wasserstoff, jedoch im Rest Ethan, Ethylen und Kohlenwasserstoffe mit drei und vier Kohlenstoffatomen.

In beiden der zuvor erläuterten Alternativen kann die schwere Fraktion aus dem ersten Vortrennschritt oder ein Teil hiervon jeweils einem weiteren Trennschritt unterworfen werden, in dem wiederum eine leichte Fraktion und eine schwere Fraktion, gebildet werden. Die leichte Fraktion enthält hierbei entweder weniger als 1 Molprozent an Kohlenwasserstoffen mit zumindest sechs Kohlenstoffatomen und im Rest Kohlenwasserstoffe mit drei, vier und fünf Kohlenstoffatomen oder weniger als 1 Molprozent an Kohlenwasserstoffen mit zumindest fünf Kohlenstoffatomen und im Rest Kohlenwasserstoffe mit drei und vier Kohlenstoffatomen. Die schwere Fraktion kann in diesem Fall entweder, gemäß der soeben angegebenen ersten Alternative für die Zusammensetzung der leichten Fraktion, überwiegend oder ausschließlich Kohlenwasserstoffe mit zumindest sechs Kohlenstoffatomen oder, gemäß der soeben angegebenen zweiten Alternative für die Zusammensetzung der leichten Fraktion, überwiegend oder ausschließlich Kohlenwasserstoffe mit zumindest fünf Kohlenstoffatomen enthalten.

Aufgabe des zuletzt erläuterten Trennschritts ist die Erzeugung eines geeigneten Recycles. Hierbei sollten zumindest Kohlenwasserstoffe mit sechs Kohlenstoffatomen entfernt werden, ggf. auch Kohlenwasserstoffe mit fünf Kohlenstoffatomen. Es handelt sich bei diesem weiteren Trennschritt also in letzterem Fall um einen typischen Debutanisierungsschritt, wie er grundsätzlich aus dem Stand der Technik bekannt ist.

Gemäß einer dritten Alternative kann der Trenneinsatz, der dem Ethylenabtrennschritt zugeführt wird, jedoch auch unter Verwendung nur eines einzigen Vortrennschritts gebildet werden, dem das Folgegemisch unveränderter Zusammensetzung zugeführt wird. Hierbei handelt es sich ebenfalls um eine Demethanisierung. In diesem einzigen Vortrennschritt wird also eine leichte Fraktion, die insgesamt mehr als 99 Molprozent Methan und Wasserstoff enthält, gebildet. Aufgrund der zusätzlich zugeführten Kohlenwasserstoffe enthält eine schwere Fraktion, die in dem einzigen Vortrennschritt gebildet wird, jedoch insgesamt weniger als 1 Molprozent Methan und Wasserstoff und im Rest Ethan, Ethylen und Kohlenwasserstoffe mit drei, vier und zumindest fünf Kohlenstoffatomen. Diese schwere Fraktion aus dem einzigen Vortrennschritt oder ein Teil hiervon wird als der Trenneinsatz oder als ein Teil des Trenneinsatzes verwendet, der dem Ethylenabtrennschritt zugeführt wird.

Wird anstelle eines ersten und zweiten Vortrennschritts, wie in der soeben erläuterten dritten Alternative, ein einziger Vortrennschritt eingesetzt, wird vorteilhafterweise zumindest ein Teil der schweren Fraktion, der nach dem Ethylenabtrennschritt verbleibt, einem weiteren Trennschritt zugeführt, in dem eine leichte Fraktion und eine  
5 schwere Fraktion gebildet werden. Die leichte Fraktion enthält hierbei entweder weniger als 1 Molprozent an Kohlenwasserstoffen mit zumindest sechs Kohlenstoffatomen und im Rest Kohlenwasserstoffe mit drei, vier und fünf Kohlenstoffatomen oder weniger als 1 Molprozent an Kohlenwasserstoffen mit  
10 zumindest fünf Kohlenstoffatomen und im Rest Kohlenwasserstoffe mit drei und vier Kohlenstoffatomen. Die schwere Fraktion kann in diesem Fall entweder, gemäß der soeben angegebenen ersten Alternative für die Zusammensetzung der leichten Fraktion, überwiegend oder ausschließlich Kohlenwasserstoffe mit zumindest sechs Kohlenstoffatomen oder, gemäß der soeben angegebenen zweiten Alternative für die  
15 Zusammensetzung der leichten Fraktion, überwiegend oder ausschließlich Kohlenwasserstoffe mit zumindest fünf Kohlenstoffatomen enthalten.

Auch hier besteht die Aufgabe des zuletzt erläuterten Trennschritts in der Erzeugung eines geeigneten Recycles, bei der zumindest Kohlenwasserstoffe mit sechs Kohlenstoffatomen, ggf. auch Kohlenwasserstoffe mit fünf Kohlenstoffatomen, entfernt  
20 werden. Es handelt sich bei diesem weiteren Trennschritt in letzterem Fall also wieder um einen typischen Debutanisierungsschritt, wie er grundsätzlich aus dem Stand der Technik bekannt ist.

Es versteht sich, dass in jedem der Fälle, in denen wie zuvor und nachfolgend erläutert  
25 Kohlenwasserstoffe mit zumindest sechs Kohlenstoffatomen in eine Fraktion überführt werden, diese Kohlenwasserstoffe in dem Produktgemisch enthalten sind.

In sämtlichen Fällen, in denen ein zuvor als "weiterer Trennschritt" bezeichneter Trennschritt eingesetzt wird, wird dessen leichte Fraktion oder ein Teil hiervon zur  
30 Bildung des zweiten Einsatzgases verwendet, da diese arm an oder frei von Kohlenwasserstoffen mit sechs und ggf. mehr Kohlenstoffatomen und ggf. auch an fünf Kohlenstoffatomen ist und Kohlenwasserstoffe enthält, die sich zur Rückführung in der Dampfspaltung eignen. Dieses ist insbesondere dann der Fall, wenn die mehrfach erläuterte Aufbereitung des Spaltgases eine Hydrierung umfasst. Die leichte Fraktion

aus dem weiteren Trennschritt kann dabei in der ersten und zweiten Alternative mit der schweren Fraktion aus dem Ethylenabtrennschritt kombiniert werden.

Die schwere Fraktion aus dem weiteren Trennschritt wird hingegen typischerweise  
5 zusammen mit einer Fraktion aus der Aufbereitung, die Kohlenwasserstoffe mit  
zumindest fünf oder zumindest sechs Kohlenstoffatomen enthält, aus dem Verfahren  
ausgeführt. Es handelt sich hierbei um sogenanntes Pyrolysebenzin, das nach  
Aufbereitung in an sich bekannter Weise beispielsweise als Kraftstoff oder zur  
Gewinnung von Aromaten verwendet werden kann.

10

Die zuvor erläuterten drei Alternativen der vorliegenden Erfindung (mit erstem und  
zweitem Vortrennschritt mit unterschiedlichen Trenngrenzen im ersten Vortrennschritt  
und die Alternative ohne ersten Vortrennschritt) weisen jeweils unterschiedliche  
Vorteile hinsichtlich derstellungs- und Betriebskosten auf, welche nachfolgend  
15 zusammengefasst sind. Der Fachmann wählt daher die zuvor erläuterten Alternativen  
je nach den gestellten Anforderungen aus.

Im Rahmen der ersten Alternative kann eine Verringerung der erforderlichen  
Wellenleistung um 3,6 MW, in der zweiten Alternative um 6,3 MW und in der dritten  
20 Alternative um 6,9 MW (hier und nachfolgend bezieht sich die "Verringerung" auf ein  
nicht erfindungsgemäßes Verfahren, wie es in Figur 1 veranschaulicht ist, erzielt  
werden. Dies ist auf die unschärfere bzw. wegfallende Trennung in dem Deethanizer  
zurückzuführen. Es ergibt sich ferner jeweils eine Reduzierung in der Menge an  
erforderlichem Niederdruckdampf (ausgedrückt in der zu dessen Bereitstellung  
25 erforderlichen Energiemenge) um 10,8 MW (erste Alternative), 13 MW (zweite  
Alternative) bzw. 16 MW (dritte Alternative 3). Dies ist auf die verringerte bzw.  
wegfallende Heizleistung in der Deethanisierung zurückzuführen.

In der zweiten Alternative kann die Deethanisierung auf deutlich geringerem Druck als  
30 in der ersten Alternative und in der nicht erfindungsgemäßen Ausführungsform  
erfolgen, was neben der geringeren Verdichterleistung auch insbesondere  
Materialeinsparungen zur Folge hat. Entsprechendes gilt für die Bodenzahl in der  
Deethanisierung, die in der zweiten Alternative ebenfalls verringert werden kann. In der  
dritten Alternative ist es ggf. vorteilhaft, die Debutanisierung mit einem zusätzlichen  
35 Niederdruckabsorber auszustatten.

In der dritten Alternative ist insbesondere aufgrund der wegfallenden Deethanisierung eine Verringerung der Rippenplattenwärmetauscherfläche um ca. 600 kW/K möglich.

5 Eine Verringerung der Block-in-Shell-Wärmetauscherfläche beträgt in der ersten Alternative ca. 750 kW/K, in der zweiten Alternative ca. 1 450 kW/K und in der dritten Alternative ca. 1 800 kW/K. Die Rohrbündelwärmetauscherfläche kann in der ersten Alternative um ca. 2 600 kW/K, in der zweiten Alternative um ca. 4 300 kW/K und in der dritten Alternative um ca. 5 700 kW/K reduziert werden.

10 Die vorliegende Erfindung erstreckt sich ferner auf eine Anlage zur Gewinnung von Ethylen, bezüglich derer auf den entsprechenden unabhängigen Patentanspruch verwiesen wird. Zu Merkmalen und Vorteilen einer solchen Anlage, die insbesondere zur Durchführung eines Verfahrens ausgestaltet sein kann, wie es zuvor in unterschiedlichen Ausgestaltungen im Detail erläutert wurde, sei auf die obigen  
15 Erläuterungen verwiesen.

Die Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen näher erläutert, welche Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung im Vergleich mit einer nicht erfindungsgemäßen Ausführungsform veranschaulichen.

20

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Figur 1 veranschaulicht ein Verfahren gemäß einer nicht erfindungsgemäßen Ausführungsform.

25

Figur 2 veranschaulicht ein Verfahren gemäß einer Ausführungsform der Erfindung.

Figur 3 veranschaulicht ein Verfahren gemäß einer Ausführungsform der Erfindung.

30 Figur 4 veranschaulicht ein Verfahren gemäß einer Ausführungsform der Erfindung.

Ausführliche Beschreibung der Zeichnungen

In den nachfolgenden Figuren sind einander baulich oder funktionell entsprechende  
35 Elemente jeweils mit identischen Bezugszeichen angegeben. Entsprechendes gilt für

die mit Großbuchstaben bezeichneten Stoffströme. Es versteht sich jeweils, dass entsprechende Komponenten andere bauliche Ausgestaltungen erfahren bzw. entsprechende Stoffströme teilweise anders zusammengesetzt sein können, ohne hierbei jeweils abweichend bezeichnet zu werden.

5

Nachfolgend werden jeweils Verfahren gemäß nicht erfindungsgemäßer und erfindungsgemäßer Ausgestaltungen beschrieben. Die entsprechenden Erläuterungen betreffen jedoch Vorrichtungen zur Durchführung entsprechender Verfahren in gleicher Weise. Wird daher nachfolgend auf Verfahrensschritte Bezug genommen, gelten die  
10 entsprechenden Erläuterungen für Anlagenkomponenten, die zur Implementierung entsprechender Verfahrensschritte vorgesehen sind, in gleicher Weise.

15

In Figur 1 ist ein Verfahren zur Gewinnung von Ethylen gemäß einer nicht erfindungsgemäßen Ausführungsform in Form eines schematischen  
Verfahrensdiagramms veranschaulicht und insgesamt mit 400 bezeichnet.

20

In dem Verfahren 400 wird einem Reaktor 1 von der Anlagengrenze (wie durch ein Pfeilsymbol veranschaulicht) ein Einsatzgas A zugeführt. Dieses Einsatzgas A wurde zuvor und wird im Folgenden jeweils als "erstes" Einsatzgas bezeichnet. Es handelt  
sich dabei beispielsweise im Wesentlichen um reines Ethylen. Zu möglichen Ethylengehalten eines entsprechenden ersten Einsatzgases sei auf die obigen  
Erläuterungen verwiesen. Ferner wird dem Reaktor ein weiteres Einsatzgas, zuvor und nachfolgend als "zweites" Einsatzgas bezeichnet, zugeführt. Bei diesem zweiten  
Einsatzgas handelt es sich um ein aus dem Verfahren 400 zurückgeführtes  
25 Gasmisch, das insbesondere Ethan und Kohlenwasserstoffe mit drei und vier Kohlenstoffatomen enthält. Zur Bildung des zweiten Einsatzgases wird auf die nachfolgenden Erläuterungen verwiesen.

30

Das erste Einsatzgas A und das zweite Einsatzgas B werden dem Reaktor 1 zugeführt und dort mit Dampf (nicht veranschaulicht) durch Dampfspalten bearbeitet. Auf diese  
Weise wird ein Produktgemisch C erhalten, das fachüblich auch als Spaltgas bezeichnet wird. Das Produktgemisch C enthält neben Produkten und Nebenprodukten des Dampfspaltens insbesondere auch nicht umgesetzte Edukte, im vorliegenden Fall insbesondere Ethan, sowie Wasser aus dem zugegebenen Wasserdampf. Das  
35 Produktgemisch C wird zur Entfernung entsprechender unerwünschter Komponenten

daher einer Aufbereitung mit den Verfahrensschritten 2 bis 4 und einer insgesamt mit 10 zusammengefassten Trennung zugeführt.

Die Aufbereitung umfasst dabei zunächst einen Wasserquench zur Kühlung und  
5 Prozessdampfkondensation sowie eine Verdichtung in einem typischerweise  
mehrstufigen Verdichter in einem Verfahrensschritt 2. Hierbei können sich bereits  
Kohlenwasserstoffe mit fünf und mehr Kohlenstoffatomen aus dem Produktgemisch C,  
also Komponenten des sogenannten Pyrolysebenzins, abscheiden. Entsprechende  
Komponenten können in Form eines Stoffstroms D aus dem Verfahrensschritt 2  
10 abgezogen werden. Auch eine Sauergasentfernung kann erfolgen. Ein verdichtetes  
und entsprechend von zumindest einem Teil der Kohlenwasserstoffe mit fünf  
Kohlenstoffatomen befreites Gasgemisch, das nun mit E bezeichnet ist, kann nun einer  
Vorkühlung und Trocknung 3 zugeführt werden. Im Zuge dieser Vorkühlung und  
Trocknung kann auch eine Hydrierung 4, die sogenannte Rohgashydrierung,  
15 durchgeführt werden, bei dem insbesondere Acetylen zu Ethylen sowie einfach und  
mehrfach ungesättigte Kohlenwasserstoffe mit drei und mehr Kohlenstoffatomen und  
schwerere Komponenten teilweise zu weniger ungesättigten Komponenten umgesetzt  
werden. Eine Hydrierung kann auch in der nachfolgend beschriebenen Trennung 10  
erfolgen, was jedoch den Nachteil hätte, dass in den meisten Ausgestaltungen  
20 Acetylen und zum Reaktor zurückzuführende, zunächst noch ungesättigte  
Kohlenwasserstoffe mit drei und vier Kohlenstoffatomen gesondert hydriert werden  
müssen (nicht weiter beschrieben). Ein in den Verfahrensschritten 2 bis 4 bearbeitetes  
Gasgemisch F, zuvor und nachfolgend als "Folgegemisch" bezeichnet, wird der  
Trennung 10 zugeführt.

25

Die Trennung 10 umfasst im dargestellten Beispiel zunächst einen  
Dethanisierungsschritt 5', zuvor und nachfolgend auch als "erster Vortrennschritt"  
bezeichnet, in dem eine leichte Fraktion H, die im Wesentlichen Ethan, Ethylen und  
leichtersiedende Verbindungen enthält, und eine schwere Fraktion G, die im  
30 Wesentlichen Kohlenwasserstoffe mit drei und mehr Kohlenstoffatomen enthält,  
gebildet werden. Erstere wird einer Demethanisierung 6, zuvor und nachfolgend auch  
als "zweiter Vortrennschritt" bezeichnet, zugeführt, letztere einer Debutanisierung 8,  
zuvor und nachfolgend auch als "weiterer Trennschritt" bezeichnet.

In dem zweiten Vortrennschritt 6 wird die leichte Fraktion H aus dem ersten Vortrennschritt 5', die, wie erwähnt, im Wesentlichen Ethan, Ethylen und leichtersiedende Verbindungen enthält, von den leichtersiedenden Verbindungen befreit. Auf diese Weise wird eine leichte Fraktion I gebildet, die im Wesentlichen

5 Methan und Wasserstoff enthält, und die aus dem Verfahren 100 abgezogen und/oder beispielsweise zur Befeuerung des Reaktors 1 verwendet werden kann. Auch eine Rückgewinnung von Wasserstoff aus einem entsprechenden Gasgemisch ist möglich. Hierbei sei darauf hingewiesen, dass in weiteren Ausgestaltungen der Vortrennschritt 5' (bzw. Vortrennschritt 5 und 5" in den erfindungsgemäßen Folgebeispielen) und

10 Vortrennschritt 6 in ihrer Reihenfolge vertauscht werden können. Eine schwere Fraktion K aus dem zweiten Vortrennschritt 6, ein von Methan und Wasserstoff befreites Gasgemisch, das in dem Verfahren 400 noch im Wesentlichen Ethan und Ethylen enthält, wird nachfolgend einem Ethylenabtrennschritt 7', der hier einer klassischen C2-Trennung entspricht, zugeführt, wo eine im Wesentlichen Ethylen

15 enthaltende leichte Fraktion L und eine im Wesentlichen Ethan enthaltende schwere Fraktion M gebildet werden. Erstere kann in Form eines Stoffstroms L an die mit dem Pfeilsymbol veranschaulichte Anlagengrenze abgegeben werden, letztere wird ein in Form eines Stoffstroms M zur Bildung des zweiten Einsatzgases B verwendet.

20 In dem weiteren Trennschritt 8 wird aus der schweren Fraktion G aus dem ersten Vortrennschritt eine leichte Fraktion N, die im Wesentlichen Kohlenwasserstoffe mit drei und vier (und ggf. fünf, siehe obige Erläuterungen) Kohlenstoffatomen enthält, und eine schwere Fraktion O, die im Wesentlichen Kohlenwasserstoffe mit fünf und ggf. mehr Kohlenstoffatomen enthält, gebildet. Erstere wird mit der schweren Fraktion M

25 aus dem Ethylenabtrennschritt vereinigt und damit zur Bildung des zweiten Einsatzgases B verwendet. Die schwere Fraktion O aus dem weiteren Trennschritt 8 wird mit dem Stoffstrom D vereinigt und in Form eines Pyrolysebenzinstroms P ausgeführt.

30 Wie bereits zuvor erwähnt, wird in dem in Figur 1 veranschaulichten Verfahren 400 eine an sich überflüssige vollständige Trennung von Kohlenwasserstoffen mit drei und vier Kohlenstoffatomen von Ethan vorgenommen. Insbesondere wird dabei in der Deethanisierung 5 ein überflüssiger Trennaufwand betrieben. Die vorliegende Erfindung schlägt daher in unterschiedlichen Ausgestaltungen ein Verfahren vor, in

35 denen ein entsprechender Trennaufwand reduziert ist.

In Figur 2 ist ein Verfahren gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung veranschaulicht und insgesamt mit 100 bezeichnet. Diese Ausführungsform entspricht der oben mehrfach erwähnten "ersten Alternative".

5

Das Verfahren 100 gemäß Figur 2 unterscheidet sich von dem in Figur 1 veranschaulichten nicht erfindungsgemäßen Verfahren 400 hinsichtlich der Verfahrensschritte 1 bis 4 nicht notwendigerweise. Bezüglich dieser Verfahrensschritte wird daher auf die obigen Erläuterungen verwiesen. In dem Verfahren 100 gemäß

10 Figur 2 wird jedoch eine von dem Verfahren 400 gemäß Figur 1 abweichende Dethanisierung als erster Trennschritt vorgenommen, der daher hier abweichend mit 5 bezeichnet ist. Im Gegensatz zu einem im Wesentlichen Ethan, Ethylen und leichtere Komponenten enthaltenden Gasgemisch (vgl. leichte Fraktion H gemäß Figur 1) einerseits und einem im Wesentlichen Kohlenwasserstoffe mit drei und mehr

15 Kohlenstoffatomen enthaltenden Gasgemisch andererseits (vgl. leichte Fraktion G gemäß Figur 1) werden hier eine leichte Fraktion Q, die neben Ethan, Ethylen und leichteren Komponenten auch einen Teil der Kohlenwasserstoffe mit drei Kohlenstoffatomen aus dem dem ersten Vortrennschritt 5 zugeführten Folgegemisch F enthält, und eine schwere Fraktion R, die nur einen Teil der Kohlenwasserstoffe mit

20 drei Kohlenstoffatomen und ansonsten die schwereren Kohlenwasserstoffe aus dem Folgegemisch F sowie ggf. Ethan enthält, gebildet. Die leichte Fraktion Q ist dabei insbesondere im Wesentlichen frei von Kohlenwasserstoffen mit vier und mehr Kohlenstoffatomen. Umgekehrt ist die schwere Fraktion R abgezogene Fraktion arm an oder frei von Ethylen und leichter siedenden Komponenten.

25

Die leichte Fraktion Q wird auch hier dem zweiten Vortrennschritt 6 zugeführt, in dem eine im Wesentlichen Methan und Wasserstoff enthaltende leichte Fraktion H gebildet wird. Eine verbleibende schwere Fraktion S enthält jedoch im Gegensatz zu der schweren Fraktion K aus dem zweiten Vortrennschritt 6 des Verfahrens 400 gemäß

30 Figur 1 neben Ethan und Ethylen auch Kohlenwasserstoffe mit drei Kohlenstoffatomen. Es wird einem Ethylenabtrennschritt 7 zugeführt. Im Gegensatz zu dem Ethylenabtrennschritt 7" des Verfahrens 400 gemäß Figur 1 wird hier zwar auch eine im Wesentlichen Ethylen enthaltende leichte Fraktion K gebildet, jedoch verbleibt als schwere Fraktion T ein Gasgemisch aus im Wesentlichen Ethan und

35 Kohlenwasserstoffen mit drei Kohlenstoffatomen. Dieses kann insbesondere im Sumpf

einer in dem Ethylenabtrennschritt 7 verwendeten Rektifikationskolonne anfallen. Die schwere Fraktion T aus dem Ethylenabtrennschritt 7 wird in der veranschaulichten Weise bei der Bildung des zweiten Einsatzgases B verwendet.

- 5 Der weitere Trennschritt 8 gemäß dem Verfahren 100 entspricht im Wesentlichen dem Trennschritt 8 gemäß dem Verfahren 400 gemäß Figur 1, wobei hier jedoch in die leichte Fraktion N des weiteren Trennschritts 8 nur jene Kohlenwasserstoffe mit drei Kohlenstoffatomen übergehen, die nicht bereits über die leichte Fraktion Q und aus dem ersten Vortrennschritt 5 und die schwere Fraktion S aus dem zweiten
- 10 Vortrennschritt 6 in die schwere Fraktion T aus dem Ethylenabtrennschritt 7 übergegangen sind.

In Figur 3 ist ein Verfahren gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung veranschaulicht und insgesamt mit 200 bezeichnet. Das Verfahren 200

15 entspricht der zuvor mehrfach erwähnten "zweiten Alternative". Es unterscheidet sich von dem Verfahren 100 gemäß Figur 2 im Wesentlichen durch die abweichende Ausführung des ersten Vortrennschritts 5. Der erste Vortrennschritt 5 ist daher in dem Verfahren 200 gemäß Figur 3 mit 5" bezeichnet.

- 20 Im Gegensatz zu dem ersten Vortrennschritt 5 gemäß dem Verfahren 100 wird in dem ersten Vortrennschritt 5" gemäß dem Verfahren 200 eine leichte Fraktion U gebildet, die neben Ethan, Ethylen und den leichter siedenden Komponenten nicht nur einen Teil der Kohlenwasserstoffe mit drei Kohlenstoffatomen, sondern auch einen Teil der Kohlenwasserstoffe mit vier Kohlenstoffatomen aus dem Folgegemisch F enthält.
- 25 Diese wird zum zweiten Vortrennschritt 6 geführt. Während eine in dem zweiten Vortrennschritt 6 gebildete leichte Fraktion H auch hier überwiegend oder ausschließlich Methan und Wasserstoff enthält, enthält die verbleibende schwere Fraktion V Ethan, Ethylen sowie Kohlenwasserstoffe mit drei und vier Kohlenstoffatomen. In dem Ethylenabtrennschritt, der hier wie zuvor mit 7 bezeichnet
- 30 ist, werden eine im Wesentlichen Ethylen enthaltende leichte Fraktion K sowie eine im Wesentlichen Ethan, Kohlenwasserstoffe mit drei und Kohlenwasserstoffe mit vier Kohlenstoffatomen enthaltende schwere Fraktion W gebildet.

Eine in dem ersten Vortrennschritt 5" gebildete schwere Fraktion R enthält die über die

35 Fraktionen U und V in die Fraktion W übergehenden Kohlenwasserstoffen mit drei und

vier Kohlenstoffatomen nicht, so dass diese auch nicht in die leichte Fraktion N des weiteren Trennschritts 8 übergehen.

Figur 4 veranschaulicht eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, die  
5 insgesamt mit 300 bezeichnet ist. Das Verfahren 300 entspricht der zuvor mehrfach  
erwähnten "zweiten Alternative". Wie anhand des Verfahrens 300 in Figur 4  
veranschaulicht, kann in einer erfindungsgemäßen Ausführungsform auch vollständig  
auf einen ersten Vortrennschritt 5', 5 oder 5" (siehe vorherige Figuren 1 bis 3)  
verzichtet werden. In diesem Fall wird der gesamte Stoffstrom F, also das erläuterte  
10 Folgegemisch, der Demethanisierung 6, also einem einzigen Vortrennschritt, zugeführt.  
Eine hier erhaltene schwere Fraktion X enthält damit neben Ethan und Ethylen auch  
Kohlenwasserstoffe mit drei, vier und zumindest fünf Kohlenstoffatomen. Diese  
Fraktion X wird dem Ethylenabtrennschritt 7 zugeführt, in dem auch hier die  
überwiegend oder ausschließlich Ethylen enthaltende leichte Fraktion K gebildet und  
15 abgezogen werden kann. Eine verbleibende schwere Fraktion Y kann einem weiteren  
Trennschritt zugeführt werden, der vergleichbar mit dem Trennschritt 8 gemäß den  
vorliegenden Figuren ausgestaltet sein kann und daher mit 8' bezeichnet ist. Die in  
diesem Trennschritt 8' gebildete leichte Fraktion enthält Ethan und Kohlenwasserstoffe  
mit drei und vier (und ggf. fünf) Kohlenstoffatomen. Sie wird daher direkt als das zweite  
20 Einsatzgas B verwendet. Die Zusammensetzung der schweren Fraktion O  
unterscheidet sich nicht von jener gemäß den zuvor erläuterten Ausgestaltungen der  
Erfindung.

Patentansprüche

1. Verfahren (100, 200, 300) zur Gewinnung von Ethylen, bei dem ein erstes Einsatzgas (A) und ein zweites Einsatzgas (B) einem Reaktor (1) zugeführt und in diesem unter Erhalt eines Produktgemischs (C) durch Dampfspalten bearbeitet werden, wobei das erste Einsatzgas (A) mehr als 90 Gewichtsprozent gesättigte Kohlenwasserstoffe und mehr als 80 Gewichtsprozent Ethan aufweist, und wobei das Produktgemisch (C) oder ein Teil hiervon unter Erhalt eines Folgegemischs (F), das Wasserstoff, Methan, Ethan, Ethylen sowie Kohlenwasserstoffe mit drei, vier und zumindest fünf Kohlenstoffatomen enthält, einer Aufbereitung (2, 3, 4) und das Folgegemisch (F) oder ein Teil hiervon einer Trennung (10) unterworfen wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Trennung (10) einen Ethylenabtrennschritt (7) umfasst, dem zumindest das Ethan, das Ethylen und die Kohlenwasserstoffe mit drei Kohlenstoffatomen aus dem Folgegemisch (F) oder jeweils ein Teil hiervon in einem gemeinsamen Trenneinsatz (S, V, X) ungetrennt voneinander zugeführt werden, wobei in dem in dem Ethylenabtrennschritt (7) eine leichte Fraktion (K), die mehr als 95 Molprozent Ethylen enthält, und eine schwere Fraktion (T, W, Y), die zumindest einen Teil des Ethans aus dem Trenneinsatz (S, V, X) und mindestens 15 Gewichtsprozent der Kohlenwasserstoffe mit drei und vier Kohlenstoffatomen aus dem Trenneinsatz (S, V, X), gebildet werden, und wobei das schwere Trennprodukt (T, W, Y) aus dem Ethylenabtrennschritt (7) oder ein Teil hiervon als Teil oder zur Bildung des zweiten Einsatzgases (B) verwendet wird.
2. Verfahren (100, 200) nach Anspruch 1, bei dem der Trenneinsatz (S, V), der dem Ethylenabtrennschritt (7) zugeführt wird, unter Verwendung eines ersten Vortrennschritts (5, 5") und eines zweiten Vortrennschritts (6) gebildet wird, wobei dem ersten Vortrennschritt (5, 5") das Folgegemisch (F) oder dessen der Trennung (10) unterworfenen Teil in unveränderter Zusammensetzung zugeführt wird, wobei in dem ersten Vortrennschritt (5, 5") eine leichte Fraktion (Q, U) und eine schwere Fraktion (R) gebildet werden, wobei die leichte Fraktion (Q, U) aus dem ersten Vortrennschritt (5, 5") oder ein Teil hiervon dem zweiten Vortrennschritt (6) zugeführt wird, wobei in dem zweiten Vortrennschritt (6) eine leichte Fraktion (H) und eine schwere Fraktion (S, V) gebildet werden, und wobei die schwere Fraktion (S, V) aus dem zweiten Vortrennschritt (6) oder ein Teil

hiervon als der Trenneinsatz (S, V) oder als ein Teil des Trenneinsatzes (S, V) verwendet wird, der dem Ethylenabtrennschritt (7) zugeführt wird.

3. Verfahren (100) nach Anspruch 2, bei dem die leichte Fraktion (Q) aus dem ersten Vortrennschritt (5) insgesamt weniger als 1 Molprozent an Kohlenwasserstoffen mit vier und zumindest fünf Kohlenstoffatomen und im Rest Methan, Ethan, Ethylen und Kohlenwasserstoffe mit drei Kohlenstoffatomen enthält, und bei dem die schwere Fraktion (R) aus dem ersten Vortrennschritt (5) insgesamt weniger als 1 Molprozent Wasserstoff, Methan und Ethylen und im Rest Ethan, Kohlenwasserstoffe mit drei, vier und zumindest fünf Kohlenstoffatomen enthält.
4. Verfahren (100) nach Anspruch 3, bei dem die leichte Fraktion (H) aus dem zweiten Vortrennschritt (6) insgesamt mehr als 99 Molprozent Methan und Wasserstoff und die schwere Fraktion aus dem zweiten Vortrennschritt (6) insgesamt weniger als 1 Molprozent Methan und Wasserstoff und im Rest Ethan, Ethylen und Kohlenwasserstoffe mit drei Kohlenstoffatomen enthält.
5. Verfahren (200) nach Anspruch 2, bei dem die leichte Fraktion (U) aus dem ersten Vortrennschritt (5'') insgesamt weniger als 1 Molprozent an Kohlenwasserstoffen mit zumindest fünf Kohlenstoffatomen und im Rest Methan, Ethan, Ethylen und Kohlenwasserstoffe mit drei und vier Kohlenstoffatomen enthält und bei dem die schwere Fraktion (R) aus dem ersten Vortrennschritt (5) insgesamt weniger als 1 Molprozent an Wasserstoff, Methan und Ethylen und im Rest Ethan und Kohlenwasserstoffe mit drei, vier und zumindest fünf Kohlenstoffatomen enthält.
6. Verfahren (100) nach Anspruch 5, bei dem die leichte Fraktion (H) aus dem zweiten Vortrennschritt (6) insgesamt mehr als 99 Molprozent Methan und Wasserstoff und die schwere Fraktion aus dem zweiten Vortrennschritt (6) insgesamt weniger als 1 Molprozent Methan und Wasserstoff und im Rest Ethan, Ethylen und Kohlenwasserstoffe mit drei und vier Kohlenstoffatomen enthält.
7. Verfahren (100, 200) nach einem der vorstehenden Ansprüche 3 bis 6, bei dem die schwere Fraktion (S, V) aus dem ersten Vortrennschritt (5, 5'') oder ein Teil hiervon einem weiteren Trennschritt (8) unterworfen wird, in dem eine leichte Fraktion (N) und eine schwere Fraktion (O) gebildet werden, wobei die leichte

- Fraktion entweder weniger als 1 Molprozent an Kohlenwasserstoffen mit  
zumindest sechs Kohlenstoffatomen und im Rest Kohlenwasserstoffe mit drei, vier  
und fünf Kohlenstoffatomen oder weniger als 1 Molprozent an  
Kohlenwasserstoffen mit zumindest fünf Kohlenstoffatomen und im Rest  
5 Kohlenwasserstoffe mit drei und vier Kohlenstoffatomen enthält.
8. Verfahren (300) nach Anspruch 1, bei dem der Trenneinsatz (X), der dem  
Ethylenabtrennschritt (7) zugeführt wird, unter Verwendung eines einzigen  
Vortrennschritts (6) gebildet wird, dem das Folgegemisch (F) in unveränderter  
10 Zusammensetzung zugeführt wird, und in dem eine leichte Fraktion (H), die  
insgesamt mehr als 99 Molprozent Methan und Wasserstoff enthält, und eine  
schwere Fraktion (X), die insgesamt weniger als 1 Molprozent Methan und  
Wasserstoff und im Rest Ethan, Ethylen und Kohlenwasserstoffe mit drei, vier und  
zumindest fünf Kohlenstoffatomen enthält, gebildet werden, wobei die schwere  
15 Fraktion (X) aus dem einzigen Vortrennschritt (6) oder ein Teil hiervon als der  
Trenneinsatz (X) oder als ein Teil des Trenneinsatzes (X) verwendet wird, der dem  
Ethylenabtrennschritt (7) zugeführt wird.
9. Verfahren (300) nach Anspruch 8, bei dem zumindest ein Teil der schweren  
20 Fraktion (X) aus dem einzigen Vortrennschritt (6), der nach dem  
Ethylenabtrennschritt (7) verbleibt, einem weiteren Trennschritt (8') zugeführt wird,  
in dem eine leichte Fraktion (B) und eine schwere Fraktion (O) gebildet werden,  
wobei die leichte Fraktion entweder weniger als 1 Molprozent an  
Kohlenwasserstoffen mit zumindest sechs Kohlenstoffatomen und im Rest  
25 Kohlenwasserstoffe mit drei, vier und fünf Kohlenstoffatomen oder weniger als 1  
Molprozent an Kohlenwasserstoffen mit zumindest fünf Kohlenstoffatomen und im  
Rest Kohlenwasserstoffe mit drei und vier Kohlenstoffatomen enthält.
10. Verfahren (100, 200, 300) nach einem der vorstehenden Ansprüche 7 oder 9, bei  
30 dem die leichte Fraktion (N, B) aus dem weiteren Trennschritt (8) oder ein Teil  
hiervon zur Bildung des zweiten Einsatzgases (B) verwendet wird.
11. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche 7, 9 oder 10, bei dem die  
schwere Fraktion (O) aus dem weiteren Trennschritt (8, 8') zusammen mit einer  
35 Fraktion (D) aus der Aufbereitung (2), die Kohlenwasserstoffe mit zumindest fünf

oder zumindest sechs Kohlenstoffatomen enthält, aus dem Verfahren (100, 200, 300) ausgeführt wird.

12. Anlage zur Gewinnung von Ethylen, die dafür eingerichtet ist, ein erstes Einsatzgas  
5 und ein zweites Einsatzgas (B) einem Reaktor (1) zuzuführen und in diesem unter  
Erhalt eines Produktgemischs (C) durch Dampfspalten zu bearbeiten, wobei die  
Anlage ferner dazu eingerichtet ist, das erste Einsatzgas (A) derart bereitzustellen,  
dass es mehr als 90 Gewichtsprozent gesättigte Kohlenwasserstoffe und mehr als  
80 Gewichtsprozent Ethan aufweist, und das Produktgemisch (C) oder einen Teil  
10 hiervon unter Erhalt eines Folgegemischs (F), das Wasserstoff, Methan, Ethan,  
Ethylen sowie Kohlenwasserstoffe mit drei, vier und zumindest fünf  
Kohlenstoffatomen enthält, einer Aufbereitung (2, 3, 4) und das Folgegemisch (F)  
oder einen Teil hiervon einer Trennung (10) zu unterwerfen, **dadurch**  
**gekennzeichnet**, dass die Trennung (10) einen Ethylenabtrennschritt (7) umfasst,  
15 dass Mittel bereitgestellt sind, die dafür eingerichtet sind, dem  
Ethylenabtrennschritt (7) zumindest das Ethan, das Ethylen und die  
Kohlenwasserstoffe mit drei Kohlenstoffatomen aus dem Folgegemisch (F) oder  
jeweils ein Teil hiervon in einem gemeinsamen Trenneinsatz (S, V, X) ungetrennt  
voneinander zuzuführen, dass Mittel bereitgestellt, die dafür eingerichtet sind, in  
20 dem Ethylenabtrennschritt (7) eine leichte Fraktion (K), die mehr als 95 Molprozent  
Ethylen enthält, und eine schwere Fraktion (T, W, Y), die zumindest einen Teil des  
Ethans aus dem Trenneinsatz (S, V, X) und mindestens 15 Gewichtsprozent der  
Kohlenwasserstoffe mit drei und vier Kohlenstoffatomen aus dem Trenneinsatz (S,  
V, X) enthält, zu bilden, und dass Mittel bereitgestellt sind, die dafür eingerichtet  
25 sind, das schwere Trennprodukt (T, W, Y) aus dem Ethylenabtrennschritt (7) oder  
ein Teil hiervon als Teil oder zur Bildung des zweiten Einsatzgases (B) zu  
verwenden.
13. Anlage nach Anspruch 12, die zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der  
30 vorstehenden Ansprüche 1 bis 11 eingerichtet ist.

1/2

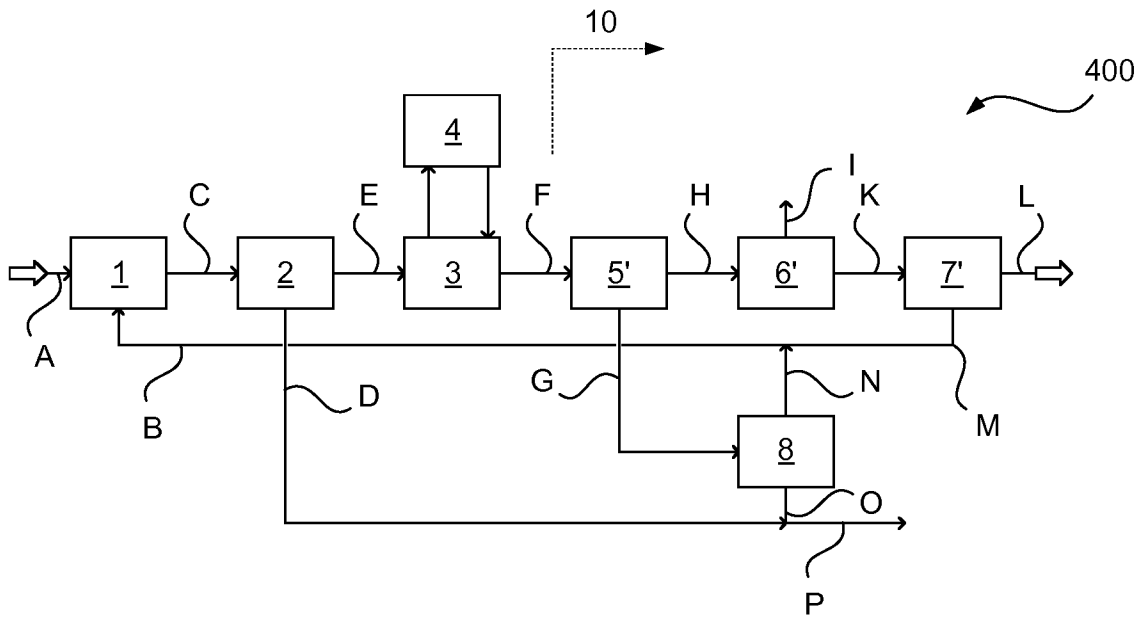


Fig. 1

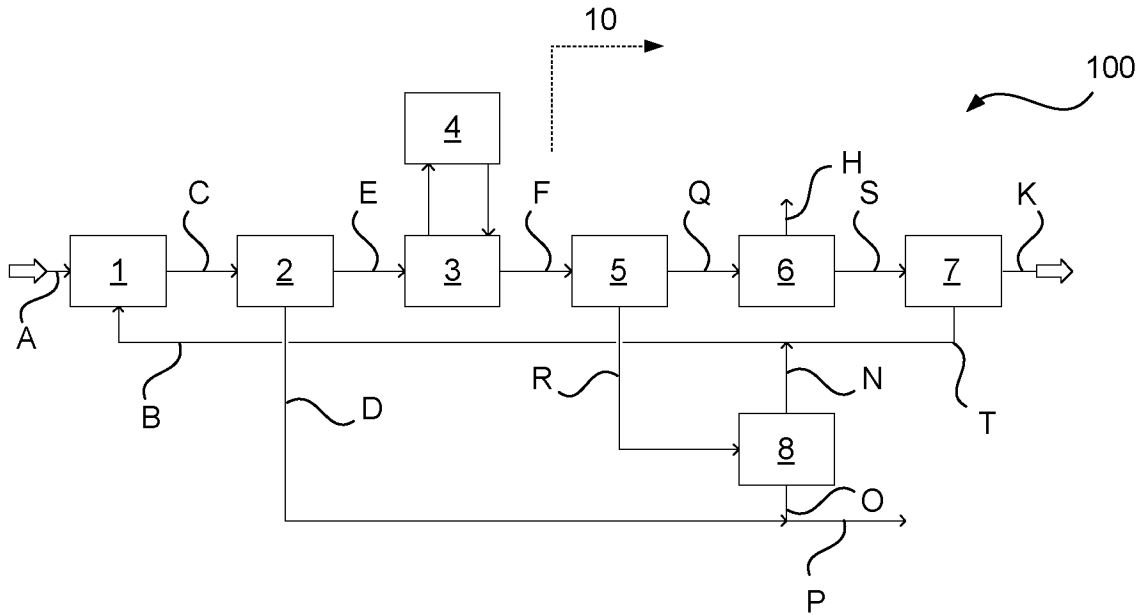


Fig. 2

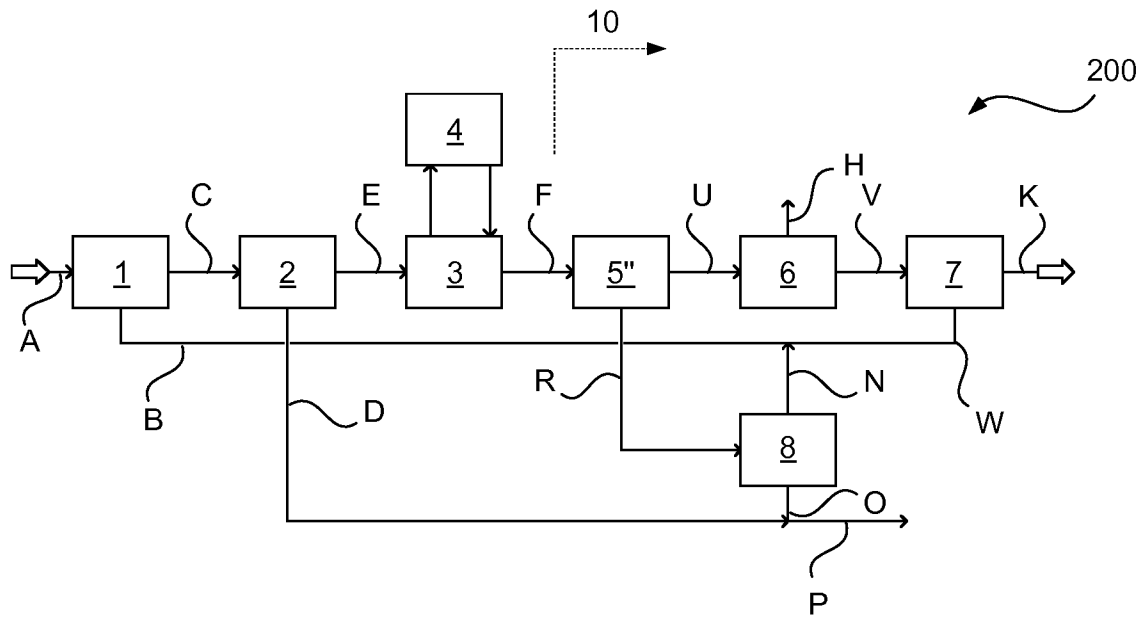


Fig. 3

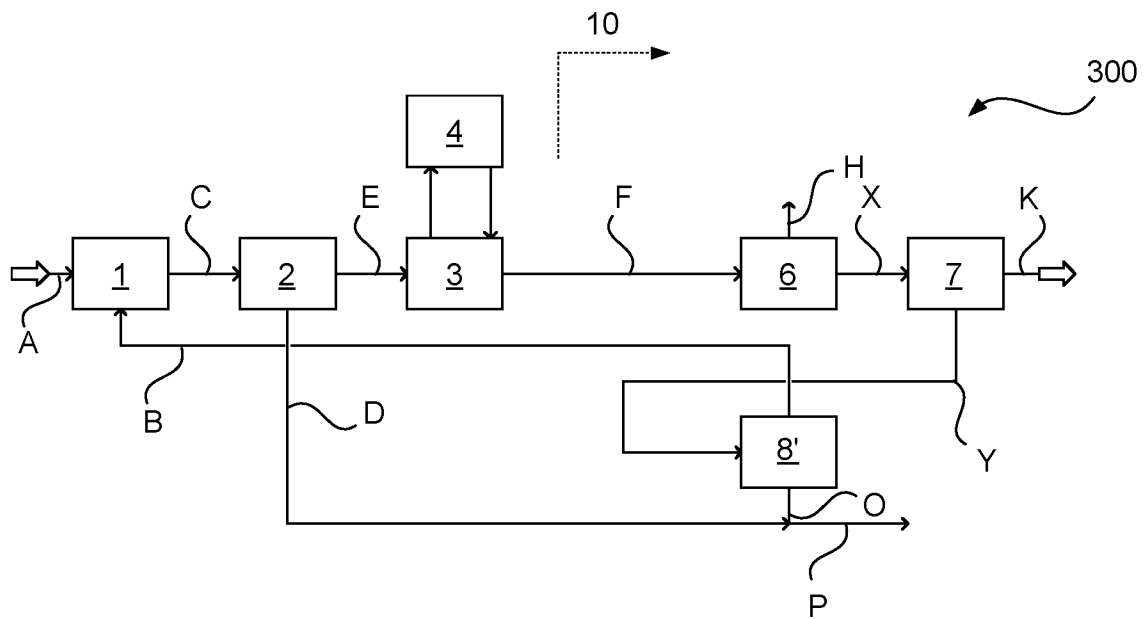


Fig. 4

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/EP2019/078303**

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
<i>C07C 5/327(2006.01)i; C07C 4/04(2006.01)i; C07C 7/00(2006.01)i; C07C 7/04(2006.01)i; C07C 11/04(2006.01)i</i>		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
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, CHEM ABS Data, WPI Data		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	Heinz Zimmermann ET AL. "Ethylene" In: Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, Weinheim, : Wiley-VCH Verlag , 15 April 2009 (2009-04-15), ISBN: 978-3-52-730673-2. XP055007506 cited in the application	12,13
A	section 5.3.	1-11
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>"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)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>"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</p> <p>"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</p> <p>"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</p> <p>"&amp;" document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search <b>05 December 2019</b>		Date of mailing of the international search report <b>12 December 2019</b>
Name and mailing address of the ISA/EP <b>European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands</b> Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer <b>Mooren, Nicolai</b>  Telephone No.

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP2019/078303

<b>A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES</b> INV. C07C5/327      C07C4/04      C07C7/00      C07C7/04      C07C11/04 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
<b>B. RECHERCHIERTE GEBIETE</b> 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, CHEM ABS Data, WPI Data		
<b>C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN</b>		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	Heinz Zimmermann ET AL: "Ethylene" In: "Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry", 15. April 2009 (2009-04-15), Wiley-VCH Verlag, Weinheim, XP055007506, ISBN: 978-3-52-730673-2 DOI: 10.1002/14356007.a10_045.pub3, in der Anmeldung erwähnt	12,13
A	Abschnitt 5.3. <div style="text-align: center;">-----</div>	1-11
<input type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input type="checkbox"/> 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	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts	
5. Dezember 2019	12/12/2019	
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  Mooren, Nicolai	