

(19)



(11)

**EP 3 663 380 A1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**10.06.2020 Patentblatt 2020/24**

(51) Int Cl.:  
**C10G 3/00 (2006.01)** **C07C 11/02 (2006.01)**  
**C10G 9/36 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **18211110.4**

(22) Anmeldetag: **07.12.2018**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA ME**  
Benannte Validierungsstaaten:  
**KH MA MD TN**

(72) Erfinder:  
• **LAIB, Heinrich**  
**67117 Limburgerhof (DE)**  
• **RAQUET, Ronny**  
**67056 Ludwigshafen (DE)**

(74) Vertreter: **BASF IP Association**  
**BASF SE**  
**G-FLP-C006**  
**67056 Ludwigshafen (DE)**

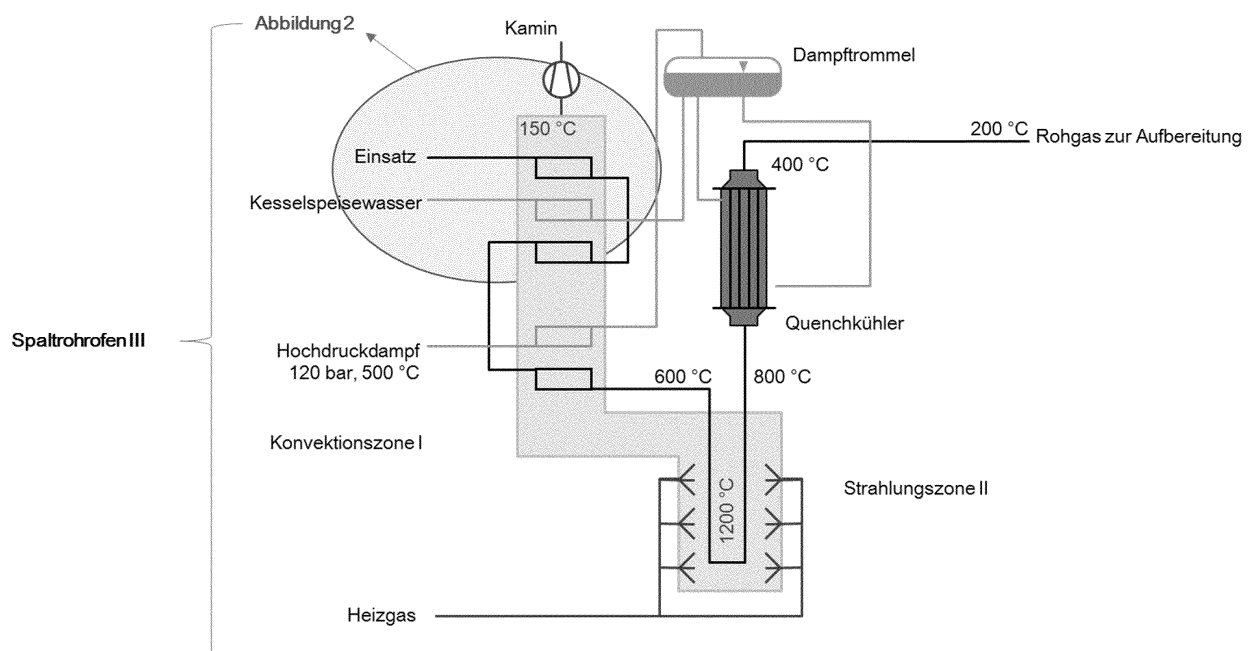
(71) Anmelder: **BASF SE**  
**67056 Ludwigshafen am Rhein (DE)**

(54) **VERFAHREN ZUR KONTINUIERLICHEN HERSTELLUNG VON OLEFINEN UND PYROLYSEBENZIN AUS EINEM TRIESTER DES GLYCERINS**

(57) Verfahren zur kontinuierlichen Herstellung von Olefinen und Pyrolysebenzin aus einem Triester des Glycerins oder einem Gemisch aus Triestern des Glycerins, wobei man zunächst den oder die Triester des Glycerins mit Wasserstoff in Gegenwart eines Hydrierkatalysators bei einer Temperatur im Bereich von 100 bis 400 °C unter Bildung eines gasförmigen Produktstroms, enthaltend ei-

nen Kohlenwasserstoff oder einem Gemisch von Kohlenwasserstoffen und jeweils Reaktions-Wasserdampf, kontinuierlich hydriert und danach den oder die Kohlenwasserstoffe im gasförmigen Produktstrom ohne Zusatz von weiterem Wasserdampf in einem metallischen Rohrreaktor kontinuierlich bei einer Temperatur im Bereich von 780 bis 850 °C spaltet.

Abbildung 1

**EP 3 663 380 A1**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur kontinuierlichen Herstellung von Olefinen und Pyrolysebenzin aus einem Triester des Glycerins oder einem Gemisch aus Triestern des Glycerins.

**[0002]** Steamcracken ist ein Verfahren der Petrochemie, bei dem durch thermisches Cracken langkettige Kohlenwasserstoffe [z.B. Benzin (auch Rohbenzin genannt), Naphtha] in Gegenwart von Wasserdampf in kurzkettige Kohlenwasserstoffe umgewandelt werden. Es entstehen vor allem Olefine, Methan und Pyrolysebenzin.

**[0003]** Siehe z.B. D. Glietenberg et al., Ullmanns Encyklopädie der technischen Chemie, 4. Aufl., Band 8, Seiten 158 - 194 (Äthylen), Verlag Chemie, Weinheim, 1974, und L. Kniel, O. Winter, K. Stork, Ethylene: Keystone to the Petrochemical Industry, Marcel Dekker Inc., New York, 1980.

**[0004]** Pyrolysebenzin ist ein Nebenprodukt bei der Äthylen-Erzeugung durch Dampfspaltung von Benzin in einem Spaltrohrföfen. Es siedet typischerweise im Bereich von 30 bis 220 °C und enthält abhängig von der chemischen Beschaffenheit des Einsatz-Benzins 45 bis 60 Gew.-% Benzol, Toluol und Xylol, darüber hinaus noch 10 bis 15 Gew.-% höhersiedende Aromaten. Daneben sind noch Anteile an ungesättigten Verbindungen wie Olefine, Diolefine und Polymerisat im Pyrolysebenzin enthalten, die durch die Bromzahl, Dienzahl und den Gum-Test (ASTM D381) bestimmt werden. (EP 24 299 B1, BASF AG).

**[0005]** Abbildung 1 zeigt als Beispiel schematisch, als Teil einer Steamcracking-Anlage, einen Spaltrohrföfen (III), mit Konvektionszone (I) und Strahlungszone (II), den Rohren des Einsatzvorwärmers in der Konvektionszone, dem Spaltrohrsystem in der Strahlungszone und einem Quenchkühler für das Spaltgas.

**[0006]** Abbildung 2 zeigt als Ausschnitt von Abbildung 1 den gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens modifizierten Anlagenteil zur kontinuierlichen Hydrierung des Triesters des Glycerins oder des Gemisches aus Triestern des Glycerins mit Wasserstoff in Rohren mit Hydrierkatalysatorfüllung in der Konvektionszone (I) des Spaltrohrföfens (III).

**[0007]** Üblicherweise wird beim Steamcracken der erhitzte, z.B. 100 °C heiße, Einsatzstrom, z.B. Naphtha, bei erhöhtem Druck (> 1 bar), besonders bei einem Druck im Bereich von 6 bis 15 bar, z.B. bei etwa 12 bar, in der Konvektionszone (I) eines Spaltrohrföfens (III) auf eine Temperatur im Bereich von 550 bis 600 °C vorgewärmt. In dieser Zone wird auch 180 bis 200 °C heißer Prozessdampf zugegeben (daher der Name Steamcracking). Der Prozessdampf dient dazu, eine Partialdruckerniedrigung der einzelnen Reaktionsteilnehmer herbeizuföhren. Zusätzlich verhindert er (durch sein eingenommenes Volumen) teilweise eine Aneinanderlagerung (Polymerisation) der fertigen Reaktionsprodukte (Olefine/Alkene) und kühlt in der Konvektionszone das Anwärmerbündel ab.

**[0008]** Nach der Konvektionszone erreicht der nun mehr vollständig gasförmige Einsatzstrom die Strahlungszone (II). In dieser wird es bei einer Temperatur im Bereich von 780 bis 850 °C, besonders 800 bis 850 °C, nun zu den niedermolekularen Kohlenwasserstoffen gecrackt (= gespalten). Die Verweilzeit  $\tau$  beträgt bevorzugt etwa 0,2 bis 0,4 s. Dabei entstehen wichtige Grundprodukte wie Ethen (= Äthylen), Propen (= Propylen), 1,2- und 1,3-Butadien, Benzol, Toluol (= Methylbenzol), Xylol (= Dimethylbenzol). Ferner entstehen auch Wasserstoff, Methan, Ethin (= Acetylen) sowie viele andere Nebenprodukte.

**[0009]** Damit sich nun die neugebildeten Reaktionsprodukte nicht wieder zu viel größeren Produkten zusammensetzen (Oligomerisierung), wird das heiße Spaltgas in einem Wärmeübertrager schlagartig auf eine Temperatur im Bereich von ungefähr 350 bis 400 °C abgekühlt (hierbei handelt es sich vielfach um einen Hochdruck-Speisewasserkühler). Anschließend wird das heiße Spaltgas zusätzlich mit Quenchöl auf eine Temperatur im Bereich von 150 bis 170 °C für die nachfolgende Fraktionierung abgekühlt.

**[0010]** Die Herstellung von Bionaphtha aus Triestern des Glycerins ist bekannt. Z.B. beschreibt DE 60312446 T3 (Neste Oil Oy) ein verbessertes Verfahren zur Herstellung einer Kohlenwasserstoffkomponente biologischen Ursprungs aus biologischen Ausgangsmaterialien wie Pflanzenölen, tierischen Fetten und ähnlichen Materialien, wobei diese Komponente besonders in Dieselmotoren verwendbar ist.

**[0011]** Bekannt ist bislang der Einsatz von Bionaphtha als Ersatz für fossile Kohlenwasserstoffe und Beimengung von Prozessdampf in Spaltrohrföfen. Siehe z. B. WO 2014/111598 A2 (Total Research & Technology Feluy).

**[0012]** Der Erfindung lag die Aufgabe zugrunde, ein verbessertes Verfahren zur Gewinnung von Olefinen und Pyrolysebenzin aus nachwachsenden Rohstoffen zur Verfügung zu stellen, das wirtschaftlicher ist, insbesondere bezüglich der Investitions- und Energiekosten, und die Produkte in hoher Ausbeute und Selektivität liefert.

**[0013]** Demgemäß wurde ein Verfahren zur kontinuierlichen Herstellung von Olefinen und Pyrolysebenzin aus einem Triester des Glycerins oder einem Gemisch aus Triestern des Glycerins gefunden, welches dadurch gekennzeichnet ist, dass man zunächst den oder die Triester des Glycerins mit Wasserstoff in Gegenwart eines Hydrierkatalysators bei einer Temperatur im Bereich von 100 bis 400 °C unter Bildung eines gasförmigen Produktstroms, enthaltend einen Kohlenwasserstoff oder einem Gemisch von Kohlenwasserstoffen und jeweils Reaktions-Wasserdampf, kontinuierlich hydriert und danach den oder die Kohlenwasserstoffe im gasförmigen Produktstrom ohne Zusatz von weiterem Wasserdampf in einem metallischen Rohrreaktor kontinuierlich bei einer Temperatur im Bereich von 780 bis 850 °C, besonders 790 bis 830 °C, ganz besonders 800 bis 825 °C, spaltet.

**[0014]** Die kontinuierliche Spaltung wird besonders bei einem Absolutdruck im Bereich von 2 bis 5 bar, ganz besonders 2,5 bis 4,5 bar, durchführt.

Bei der Spaltung beträgt die Verweilzeit  $\tau$  der Spaltprodukte im Rohrreaktor bevorzugt 0,1 bis 0,5 s, besonders bevorzugt 0,2 bis 0,4 s.

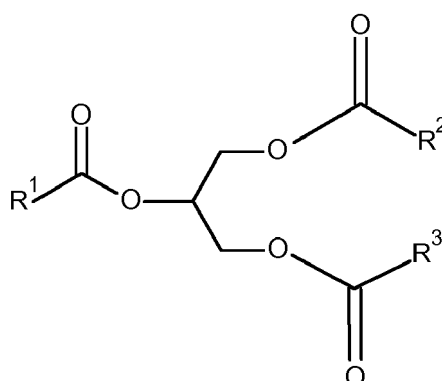
**[0015]** Überraschend wurde insbesondere gefunden, dass durch direkten Einsatz von einem Triester des Glycerins oder einem Gemisch aus Triestern des Glycerins, mit Zugabe von Wasserstoff in die Zuführung und integriertem Hydrierkatalysator, vergleichbare Umsätze und Ausbeuten erreicht werden können wie in üblichen Spaltrohröfen (III), in denen z.B. Naphtha eingesetzt wird. Auf die Zuführung von Prozessdampf kann verzichtet werden. Als Reaktor für die Hydrierung kann z.B. ein Rohr oder können z.B. mehrere Rohre des/der Einsatzvorwärmer/s in der Konvektionszone (I) eines Spaltrohröfens (III) genutzt werden. Weitere Anordnungen sind möglich. Das erfindungsgemäße Verfahren spart also im Besonderen gegenüber dem Stand der Technik einen Prozessschritt, indem es Hydrierung und Spaltung integriert, ohne zusätzlichem Investment.

**[0016]** Die Erfindung umfasst also in einer besonderen Ausgestaltung den Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen in Form von einem Triester des Glycerins oder in Form von einem Gemisch aus Triestern des Glycerins in Steamcracker-Anlagen, auch Ethylenanlagen genannt, also in Spaltrohröfen, in denen ansonsten z.B. Naphtha eingesetzt würde, ohne Verwendung von zusätzlichem Wasserdampf, zur Gewinnung von Olefinen und Pyrolysebenzin.

**[0017]** Die Erfindung besteht in einer besonderen Ausgestaltung in der integrierten Kombination von Hydrierung und Steamcracken in Steamcrackeröfen (= Spaltrohröfen), indem nur Wasserstoff statt Prozessdampf zugegeben wird und der Einsatzstrom über einen Hydrierkatalysator geführt wird. Siehe z.B. auch die Abbildungen 1 und 2.

**[0018]** Bei den erfindungsgemäß hergestellten Olefinen handelt es sich besonders um Ethylen und Propylen. Beim erfindungsgemäß hergestellten Pyrolysebenzin handelt es sich besonders um ein Gemisch enthaltend Benzol, Toluol und Xylol, insbesondere enthaltend 45 bis 60 Gew.-% der Aromaten Benzol, Toluol und Xylol und darüber hinaus noch 10 bis 15 Gew.-% höhersiedende Aromaten. Daneben können noch Anteile an ungesättigten Verbindungen wie Olefine, Diolefine und/oder Polymerisat im Pyrolysebenzin enthalten sein, die z.B. durch die Bromzahl, Dienzahl bzw. den Gum-Test (ASTM D381) bestimmt werden können.

**[0019]** Bei dem Triester des Glycerins handelt es sich besonders um einen Triester des Glycerinmoleküls  $[\text{HO}-\text{CH}_2-\text{C}(\text{H})(\text{OH})-\text{CH}_2-\text{OH}]$  mit drei Fettsäuremolekülen  $[\text{R}^1-\text{COOH}, \text{R}^2-\text{COOH}, \text{R}^3-\text{COOH}]$ :



$\text{R}^1$ ,  $\text{R}^2$  und  $\text{R}^3$  sind als Kohlenwasserstoffketten gleiche oder verschiedene Fettsäurereste und sind besonders, unabhängig voneinander, gesättigte oder ungesättigte Alkylreste, ganz besonders  $\text{C}_6$ - $\text{C}_{24}$ -Alkylreste.

**[0020]** Bevorzugt handelt es sich bei dem Gemisch aus Triestern des Glycerins um ein pflanzliches Öl, welches einen nachwachsenden Rohstoff darstellt.

Als Einsatzstoff können nahezu alle bekannten pflanzlichen Öle und Gemische hiervon, aus zwei oder mehr dieser Öle, verwendet werden. Besondere Beispiele sind Palmöl, Traubenkernöl, Hanföl, Sojaöl, Baumwollsaatöl, Weizenkeimöl, Maiskeimöl, Sonnenblumenöl, Rapsöl oder Rizinusöl.

Palmöl ist ein besonders bevorzugtes Öl als Einsatzstoff.

Gegebenenfalls ist eine reinigende Vorbehandlung des Öls, z.B. Destillation, vorteilhaft oder notwendig.

**[0021]** Die kontinuierliche Hydrierung wird bei einer Temperatur im Bereich von 100 bis 400 °C, besonders 120 bis 380 °C, ganz besonders 140 bis 360 °C, z.B. auch 100 bis 200 °C, durchführt.

Die kontinuierliche Hydrierung wird besonders bei einem Absolutdruck im Bereich von 3 bis 12 bar, ganz besonders 4 bis 11 bar, durchführt.

Bevorzugt enthält der Hydrierkatalysator ein Metall oder mehrere Metalle aus der Gruppe VIII und/oder VIb und/oder IB des Periodensystems der Elemente, insbesondere Pd-, Pt-, Cu-, Ni-, Cu/Ni-, Cu/Ni/Co-, Ni/Mo- oder Co/Mo. Besonders bevorzugt sind geträgerte Hydrierkatalysatoren, wobei der Träger insbesondere Aluminiumoxid, Zirkoniumdioxid oder

## EP 3 663 380 A1

Siliziumdioxid ist. Beispiel für einen ganz besonders bevorzugten Hydrierkatalysator ist ein Pd-Katalysator mit Aluminiumoxid als Träger, z.B. 0,1 bis 0,5 Gew.-% Pd (bezogen auf die Katalysatormasse) auf Aluminiumoxid. Weitere typische Beispiele sind Ni/Mo/Aluminiumoxid- und Co/Mo/Aluminiumoxid-Katalysatoren.

Der Hydrierkatalysator ist besonders bevorzugt als Katalysatorfestbett im metallischen Rohrreaktor angeordnet.

Das Metall des Rohrreaktors der Hydrierung besteht besonders aus einem Stahl, der die bei den entsprechenden Reaktionsbedingungen (Temperatur, Wasserstoffgegenwart, Laufzeit) erforderliche Beständigkeit aufweist. In einer besonderen Ausgestaltung ist das Metall das Gleiche, wie es bei den Rohren in der Konvektionszone (I) eines Spaltrohrrofens (III) verwendet wird. Ganz besonders ist das Rohr des Rohrreaktors das Gleiche wie das Rohr oder ein Teil des Rohrs, welches in der Konvektionszone (I) eines Spaltrohrrofens (III) verwendet wird.

**[0022]** Alle Druckangaben beziehen sich auf den Absolutdruck.

Beispiele

**[0023]** In einer Testapparatur, der die realen Bedingungen eines Spaltrohrrofens (III) widerspiegelt, konnten folgende Ergebnisse erzielt werden (Versuche V1 bis V5):

Palmöl (bezogen von Sigma-Aldrich Chemie GmbH, Produktnr. 70905, CAS-Nr. 8002-75-3, Batch-Nr. BCBV6907, Country of Origin of Plant laut Certificate of Origin: Various) wurde zusammen mit Wasserstoff in der Konvektionszone (I) durch einen mit Hydrierkatalysator [0,24 Gew.-% Pd (bezogen auf die Katalysatormasse) auf Aluminiumoxid] gefüllten metallischen Rohrreaktor (100 bis 200 °C) geleitet. Das beim Hydrieren entstehende Wasser wurde in der Strahlungszone (II) für das Steamcracken im Spaltreaktor (800 °C) genutzt, so dass auf das übliche Zuführen von Wasserdampf verzichtet werden konnte. Mit der Dosierate von Wasserstoff kann man die Reaktionsgeschwindigkeit steuern.

**[0024]** Das erhaltene gasförmige Spaltprodukt enthielt gemäß gaschromatographischer Analyse Komponenten wie folgt (gemessen bei 35 °C und 1 bar).

GC Analyse Gasphase	V1	V2	V3	V4	V5
Wasserstoff [ml/Min.]	265	250	150	50	12,5
Spaltprodukt	Vol.-%	Vol.-%	Vol.-%	Vol.-%	Vol.-%
H <sub>2</sub>	22,28	19,98	16,66	11,79	10,12
CO <sub>2</sub>	n.b.	4,17	4,39	4,75	4,86
CO	10,12	8,60	9,21	9,72	9,93
Methan	18,38	18,98	20,24	20,09	20,63
Ethylen	30,98	30,19	31,16	33,21	33,99
Propylen	7,62	7,72	7,64	8,86	9,15
1,3-Butadien	2,44	2,69	2,54	3,02	3,07
Benzol	1,57	1,66	2,22	1,25	1,12
Toluol	0,21	0,15	0,26	0,09	0,08
<b>Summe</b>	<b>93,60</b>	<b>94,14</b>	<b>94,32</b>	<b>92,78</b>	<b>92,95</b>

**[0025]** n.b. = nicht bestimmt.

### Patentansprüche

1. Verfahren zur kontinuierlichen Herstellung von Olefinen und Pyrolysebenzin aus einem Triester des Glycerins oder einem Gemisch aus Triestern des Glycerins, **dadurch gekennzeichnet, dass** man zunächst den oder die Triester des Glycerins mit Wasserstoff in Gegenwart eines Hydrierkatalysators bei einer Temperatur im Bereich von 100 bis 400 °C unter Bildung eines gasförmigen Produktstroms, enthaltend einen Kohlenwasserstoff oder einem Gemisch von Kohlenwasserstoffen und jeweils Reaktions-Wasserdampf, kontinuierlich hydriert und danach den oder die Kohlenwasserstoffe im gasförmigen Produktstrom ohne Zusatz von weiterem Wasserdampf in einem metallischen Rohrreaktor kontinuierlich bei einer Temperatur im Bereich von 780 bis 850 °C spaltet.

2. Verfahren nach Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet, dass** es sich bei den Olefinen um Ethylen und Propylen handelt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2 **dadurch gekennzeichnet, dass** es sich bei dem Pyrolysebenzin um ein Gemisch enthaltend Benzol, Toluol und Xylol handelt.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** es sich bei dem Triester des Glycerins um einen Triester des Glycerinmoleküls mit drei Fettsäuremolekülen handelt.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** es sich bei dem Gemisch aus Triestern des Glycerins um ein pflanzliches Öl handelt.
6. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** es sich bei dem pflanzlichen Öl um Palmöl, Traubenkernöl, Hanföl, Sojaöl, Baumwollsaatöl, Weizenkeimöl, Maiskeimöl, Sonnenblumenöl, Rapsöl oder Rizinusöl oder einem Gemisch aus zwei oder mehr dieser Öle handelt.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** man die kontinuierliche Hydrierung bei einer Temperatur im Bereich von 120 bis 380 °C durchführt.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** man die kontinuierliche Hydrierung bei einem Absolutdruck im Bereich von 3 bis 12 bar durchführt.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hydrierkatalysator ein Metall oder mehrere Metalle aus der Gruppe VIII und/oder VIb und/oder IB des Periodensystems der Elemente enthält.
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hydrierkatalysator ein geträgerter Pd-, Pt-, Cu-, Ni-, Cu/Ni-, Cu/Ni/Co-, Ni/Mo- oder Co/Mo-Katalysator ist, wobei der Träger Aluminiumoxid, Zirkoniumdioxid oder Siliziumdioxid ist.
11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** man die kontinuierliche Spaltung bei einer Temperatur im Bereich von 790 bis 830 °C durchführt.
12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** man die kontinuierliche Spaltung bei einem Absolutdruck im Bereich von 2 bis 5 bar durchführt.
13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** man die kontinuierliche Hydrierung in der Konvektionszone (I) eines Spaltrohrofens (III) und die kontinuierliche Spaltung in der Strahlungszone (II) des Spaltrohrofens durchführt.

Abbildung 1

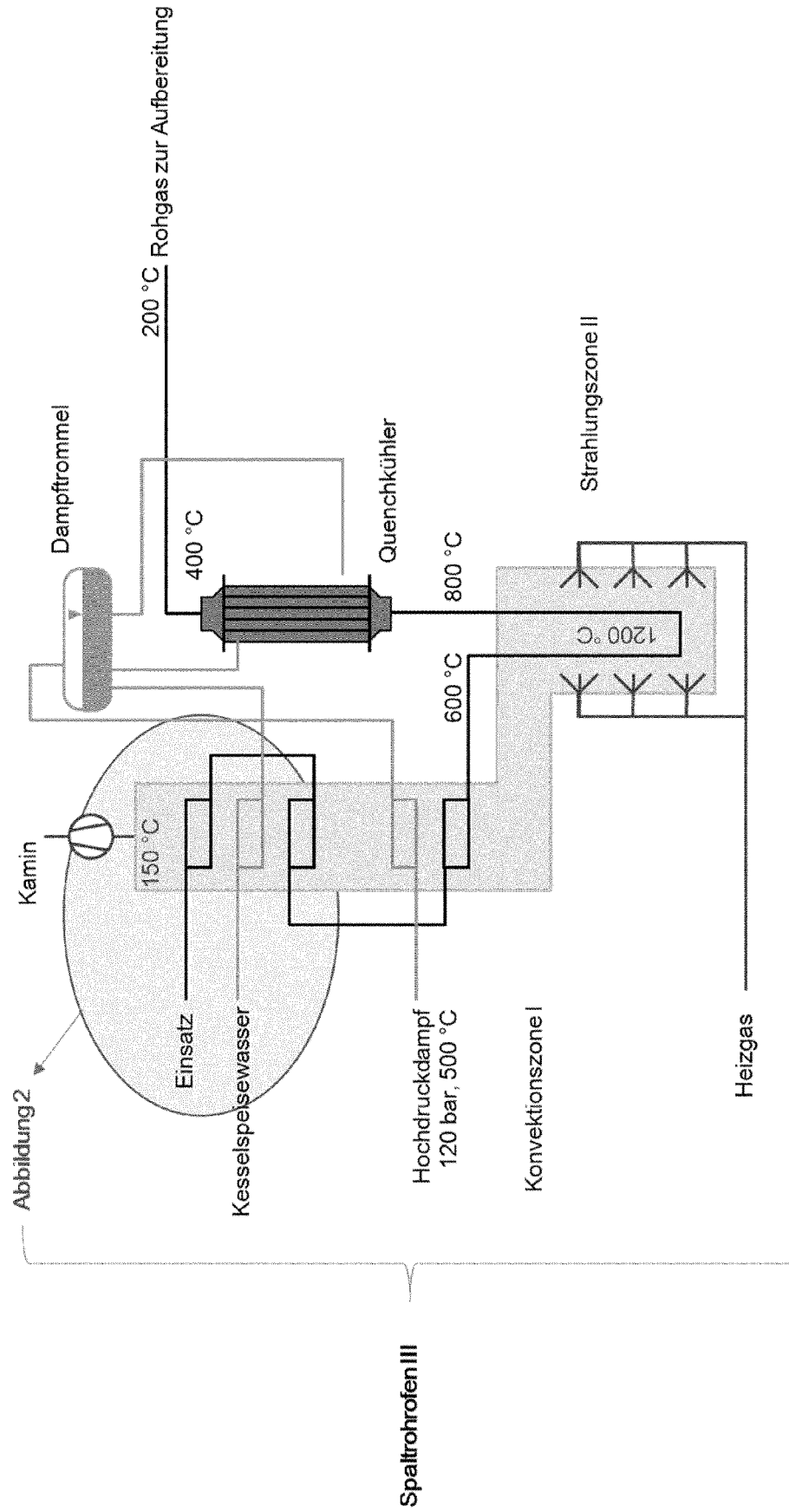
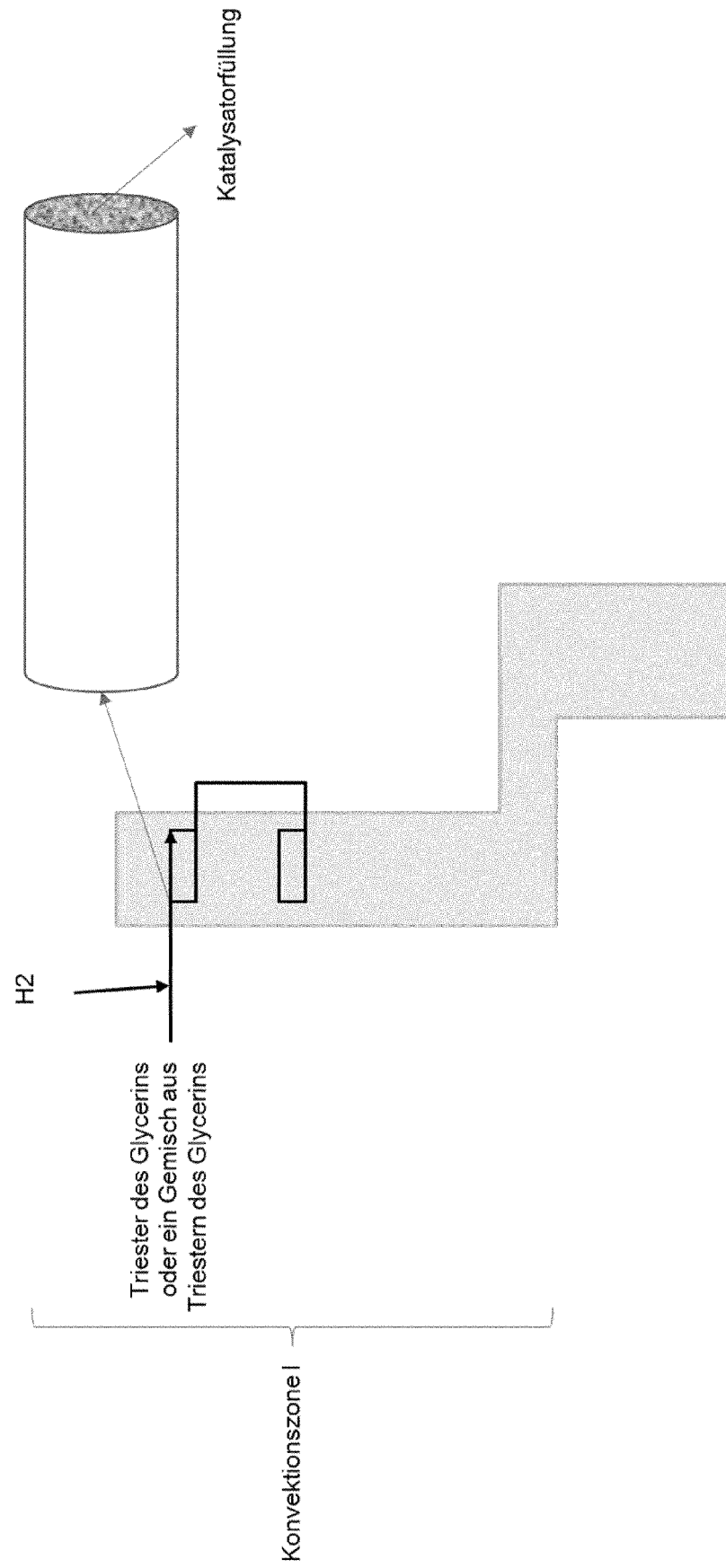


Abbildung 2





## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung  
EP 18 21 1110

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 2 770 040 A2 (BASF SE [DE]) 27. August 2014 (2014-08-27)	1-6, 11-13	INV. C10G3/00
Y	* Absätze [0032] - [0036] *	7-10	C07C11/02 C10G9/36
A	WEISSERMEHL K ET AL: "Kapitel 3 - Olefine", 1990, INDUSTRIELLE ORGANISCHE CHEMIE, BEDEUTENDE VOR- UND ZWISCHENPRODUKTE,, PAGE(S) 63 - 81, XP009512811, ISBN: 978-3-527-26731-6 * Seiten 65,67 *	1	
A	US 2017/298280 A1 (VERMEIREN WALTER [BE] ET AL) 19. Oktober 2017 (2017-10-19) * Absätze [0151], [0152]; Ansprüche 16,26,27,30 *	1	
Y,D	US 2015/353864 A1 (VERMEIREN WALTER [BE] ET AL) 10. Dezember 2015 (2015-12-10) * Absätze [0159] - [0166] *	7-10	
A	US 2007/015947 A1 (MARKER TERRY L [US]) 18. Januar 2007 (2007-01-18) * Absatz [0007] *	1	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) C10G C07C
A	US 2010/292517 A1 (DEBUISSCHERT QUENTIN [FR] ET AL) 18. November 2010 (2010-11-18) * Absätze [0009] - [0012], [0017], [0064], [0070], [0071] *	1	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>Den Haag</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>6. Mai 2019</b>	
		Prüfer <b>Galleiske, Anke</b>	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)



**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 18 21 1110

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.  
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

06-05-2019

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 2770040 A2	27-08-2014	KEINE	
US 2017298280 A1	19-10-2017	EP 3207105 A1	23-08-2017
		JP 2017537174 A	14-12-2017
		KR 20170068454 A	19-06-2017
		SG 11201702657R A	27-04-2017
		US 2017298280 A1	19-10-2017
		WO 2016058953 A1	21-04-2016
US 2015353864 A1	10-12-2015	BR 112015016021 A2	11-07-2017
		CA 2896849 A1	24-07-2014
		CN 105051173 A	11-11-2015
		EP 2946003 A2	25-11-2015
		KR 20150110631 A	02-10-2015
		US 2015353864 A1	10-12-2015
		WO 2014111598 A2	24-07-2014
US 2007015947 A1	18-01-2007	KEINE	
US 2010292517 A1	18-11-2010	CN 101778928 A	14-07-2010
		CN 104725177 A	24-06-2015
		EP 2162508 A2	17-03-2010
		FR 2917424 A1	19-12-2008
		US 2010292517 A1	18-11-2010
		WO 2009004181 A2	08-01-2009

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

## IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

### In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 24299 B1 [0004]
- DE 60312446 T3, Neste Oil Oyj [0010]
- WO 2014111598 A2 [0011]

### In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- **D. GLIETENBERG et al.** Ullmanns Encyklopädie der technischen Chemie. Verlag Chemie, 1974, vol. 8, 158-194 [0003]
- **L. KNIEL ; O. WINTER ; K. STORK.** Ethylene: Keystone to the Petrochemical Industry. Marcel Dekker Inc, 1980 [0003]