

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
6. Dezember 2012 (06.12.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/163482 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B01J 19/12 (2006.01) **C07C 1/24** (2006.01)
B01J 8/02 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/002123

(22) Internationales Anmeldedatum:
16. Mai 2012 (16.05.2012)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2011 102 975.7 31. Mai 2011 (31.05.2011) DE

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

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **TAUTZ, Hanno**
[DE/DE]; Steiner Ring 29, 82538 Geretsried (DE).
PONCEAU, Marianne [FR/DE]; Implersstr. 29, 81371
München (DE). **WINKLER, Florian** [DE/DE]; Ligsalzstr.
42, 80339 München (DE). **GÖKE, Volker** [DE/DE]; St.
Hubertusstr. 13b, 82538 Geretsried (DE). **FRITSCH,**

Markus [DE/DE]; Tzschimmerstraße 1, 01309 Dresden
(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, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW,
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.

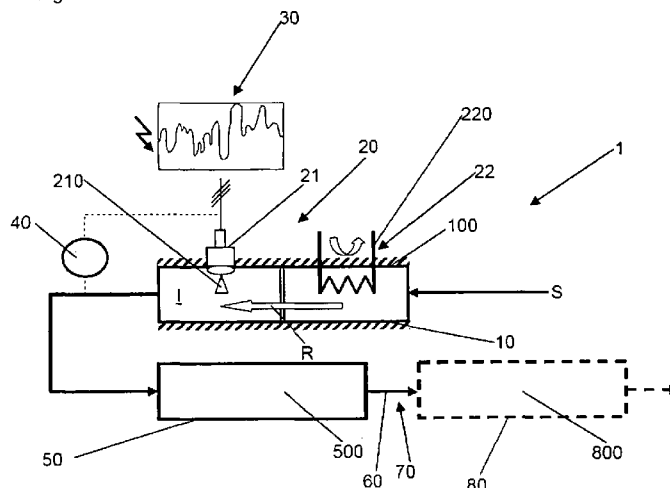
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: REACTOR DEVICE

(54) Bezeichnung : REAKTOREINRICHTUNG

Figur 1



(57) Abstract: The invention relates to a reactor device (1), in particular for producing ethylene by means of dehydration of ethanol, having at least one reactor (50, 80) to receive a material flow (S), wherein the at least one reactor (50, 80) is arranged and provided in particular for dehydrating ethanol contained in the material flow (S) and forming ethylene, having at least one inlet duct (10, 60) in flow communication with the at least one reactor (50, 80) for feeding the material flow (S) into the at least one reactor (50, 80), and having at least one heating means (20, 70) provided on the at least one inlet duct (10, 60) for heating the material flow (S) as the material flow (S) is fed into the at least one reactor (50, 80). According to the invention, at least one heating means (20, 70) comprises at least one microwave generator (21) for generating microwaves (210) that have the necessary wavelength for heating the material flow (S).

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2012/163482 A1



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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden
Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls
Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

Die Erfindung betrifft eine Reaktoreinrichtung (1), insbesondere zur Herstellung von Ethylen mittels Dehydratisierung von Ethanol, mit zumindest einem Reaktor (50, 80) zur Aufnahme eines Stoffstromes (S), wobei der mindestens eine Reaktor (50, 80) insbesondere zum Dehydratisieren von in dem Stoffstrom (S) enthaltenen Ethanol unter Bildung von Ethylen eingerichtet und vorgesehen ist, mit zumindest einer mit dem mindestens einen Reaktor (50, 80) strömungsmittelleitend verbundenen Zuleitung (10, 60) zum Einspeisen des Stoffstromes (S) in den mindestens einen Reaktor (50, 80), und mit zumindest einem an der mindestens einen Zuleitung (10, 60) vorgesehenen Heizmittel (20, 70) zum Erwärmen des Stoffstromes (S) beim Einspeisen des Stoffstromes (S) in den mindestens einen Reaktor (50, 80). Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass das mindestens eine Heizmittel (20, 70) zumindest einen Mikrowellengenerator (21) zum Erzeugen von Mikrowellen (210) aufweist, die eine zum Erwärmen des Stoffstromes (S) erforderliche Wellenlänge aufweisen.

Beschreibung

Reaktoreinrichtung

Die Erfindung betrifft eine Reaktoreinrichtung, insbesondere zur Dehydratisierung
5 eines Stoffes (z.B. Herstellung von Ethylen mittels Dehydratisierung von Ethanol),
gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Eine derartige Reaktoreinrichtung weist zumindest einen Reaktor zur Aufnahme eines
z.B. ethanolhaltigen Stoffstromes auf, zumindest eine mit dem mindestens einen
10 Reaktor strömungsmittelleitend (druckleitend) verbundene Zuleitung zum Einspeisen
des Stoffstromes in den mindestens einen Reaktor, sowie ein an der Zuleitung
vorgesehenes Heizmittel zum Erwärmen des Stoffstromes beim Einspeisen des
Stoffstromes in den mindestens einen Reaktor.

15 Vorzugsweise ist in dem mindesten einen Reaktor zumindest ein Katalysatorbett
angeordnet, das im Falle der Dehydratisierung von Ethanol zu Ethylen z.B. einen
 Al_2O_3 - oder ZSM5-Katalysator aufweist.

Die Dehydratisierung von Ethanol stellt eine moderat endotherme Reaktion dar.
20 Entsprechend finden sich zwei etablierte Ausgestaltungen zur Energiezufuhr für eine
heterogen katalysierte Gasphasenreaktion: Isothermer Reaktor oder adiabatischer
Reaktor, insbesondere in Kombination mit einer sogenannten Feedstocküberhitzung.

Da in einem adiabatisch betriebenen Reaktor nur ein Teilumsatz erreicht wird, ist eine
25 Adiatatbettkaskade mit mehreren Zwischenüberhitzungen (Zwischenerwärmungen)
eine typische Ausgestaltung. Für großtechnische Anlagen stellt die Adiatatbettkaskade
wegen des einfacheren Katalysatortausches die bevorzugte technologische Lösung
dar. Die Erfindung ist jedoch auch auf isotherm betriebene Reaktoren anwendbar.

30 Die Vorwärmungen und Überhitzungen finden vorzugsweise auf Temperaturen im
Bereich von 450°C (Mittelwert im Feed) statt. Wärmeträger zum Erwärmen der in die
Reaktoren jeweils einzuleitenden Stoffströme können Dampf, Thermoöle,
Salzschmelzen oder auch Rauchgase sein.

Bei einer Feedvorwärmung bzw. Zwischenüberhitzung (Zwischenerwärmung) stellt sich die maximale Prozesstemperatur unmittelbar vor dem Eintritt in den jeweiligen Reaktor ein. Hiernach sinkt die Temperatur durch die wärmeverbrauchende Reaktion über die

5 Länge des in dem jeweiligen Reaktor befindlichen Katalysatorbetts. Da mit abnehmender Temperatur auch die Reaktionsgeschwindigkeit abnimmt und damit das benötigte spezifische Katalysatorvolumen steigt, versucht man die Vorwärmtemperatur so hoch wie möglich zu wählen.

- 10 Eine obere Grenze der Vorwärmtemperatur ist dabei durch einsetzende Nebenreaktionen gegeben. D.h. die Selektivität der Hauptreaktion nimmt ab.

Problematisch bei der Vorwärmung bzw. Zwischenüberhitzung ist insbesondere der Umstand, dass sich in wandnahen Bereichen der Zuleitungen Temperaturen einstellen

15 können, die unvorteilhaft deutlich oberhalb (10 bis 40 K) der gewünschten mittleren Vorwärmtemperatur liegen.

Hiervon ausgehend liegt daher der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Reaktoreinrichtung zu schaffen, mit der eine möglichst gleichmäßige Vorwärmung

20 bzw. Zwischenüberhitzung (Zwischenerwärmung) realisierbar ist.

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

25 Danach ist vorgesehen, dass das Heizmittel zumindest einen Mikrowellengenerator (Magnetron) zum Erzeugen von Mikrowellen aufweist, die eine zum Erwärmen des Stoffstromes erforderliche Wellenlänge bzw. Frequenz aufweisen. Die Erwärmung des Stoffstromes findet dabei insbesondere durch die sogenannte dielektrische Erwärmung statt. Hierbei folgen z.B. die Dipole der im Stoffstrom enthaltenen Moleküle

30 (insbesondere Wasser) dem elektromagnetischen Wechselfeld, so dass sich der Stoffstrom entsprechend erwärmt.

Hierdurch wird mit Vorteil die Ausbildung sogenannter "Hot Spots" (heiße lokale Bereiche) an den besagten Zuleitungen deutlich reduziert, da die verwendeten

35 Mikrowellen unmittelbar den Stoffstrom erwärmen, nicht jedoch die umgebende

Wandung einer Zuleitung, die durch die Mikrowellen nicht angeregt wird. Da es sich bei dem fraglichen Stoffstrom um ein Wasser-Ethanol-Gemisch handelt, ist die Energieabsorption sehr gut.

5 Prinzipiell sind Magnetrons aller Leistungsklassen verwendbar. Bevorzugt weist das besagte mindestens eine Magnetron eine Leistung von 10 kW bis 1000 kW, mehr bevorzugt von 50 bis 100kW, mehr bevorzugt von 70 kW bis 80 kW, am meisten bevorzugt von 75kW auf.

10 Bevorzugt sind zumindest zwei bzw. mehrere miteinander verbundene Reaktoren vorgesehen (Adiabatbettkaskade), wobei jene mindestens eine mit dem Heizmittel versehene Zuleitung stromauf der Reaktoren vorgesehen ist (sogenannte Feedvorwärmung), so dass der Stoffstrom über jene Zuleitung in die Reaktoren einspeisbar ist, d.h., in einen ersten Reaktor und über den ersten Reaktor in den
15 nachfolgenden zweiten Reaktor einspeisbar ist u.s.w.

Bei der mit dem Heizmittel versehenen Zuleitung kann es sich natürlich auch um eine Zuleitung handeln, die zwei benachbarte Reaktoren strömungsmittelleitend (druckleitend) miteinander verbindet, so dass über jene Zuleitung der Stoffstrom aus
20 dem einen Reaktor in den anderen Reaktor leitbar ist. Hierdurch kann eine Zwischenerwärmung bzw. Zwischenüberhitzung des Stoffstromes beim Übergang von dem einen in den anderen Reaktor vorgenommen werden.

Des Weiteren kann natürlich sowohl eine (Feed)vorwärmung als auch eine oder
25 mehrere Zwischenüberhitzungen (Zwischenerwärmungen) vorgenommen werden.

Ferner können die an den einzelnen Zuleitungen vorgesehenen Heizmittel jeweils auch eine zusätzliche Heizvorrichtung (z.B. in Form eines Wärmetauschers) aufweisen, die dazu eingerichtet und vorgesehen ist, einen durch die jeweilige Zuleitung strömenden
30 Stoffstrom beim Durchströmen jener Zuleitung durch indirekten Wärmeaustausch zu erwärmen bzw. zu überhitzen. Hierzu kann ein entsprechender Rohrraum der Heizvorrichtung in einem durch eine Wandung der jeweiligen Zuleitung definierten Innenraum angeordnet sein, durch den der Stoffstrom strömt. Durch jenen Rohrraum wird dann ein Wärmeträgermedium geleitet, das in indirekten Wärmeaustausch mit
35 dem Stoffstrom tritt, um den Stoffstrom zu erwärmen.

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

5 Es zeigt:

Fig. 1 eine schematische Ansicht einer erfindungsgemäßen
Reaktoreinrichtung;

10 Figur 1 zeigt eine schematische Ansicht einer erfindungsgemäßen Reaktoreinrichtung 1 mit zumindest einem (drucktragenden) Reaktor 50, der vorzugsweise ein Katalysatorbett 500 aufweist, in dem vorzugsweise ein Al_2O_3 - oder ZSM5-Katalysator enthalten ist.

15 Ein in den Reaktor 50 über eine (drucktragende) Zuleitung 10 entlang einer ersten Richtung R eingeleiteter ethanolhaltiger Stoffstrom S trifft auf das Katalysatorbett 500, so dass in dem Stoffstrom S enthaltenes Ethanol (EtOH(aq)) unter Bildung von Ethylen dehydratisiert wird. Natürlich kann die Reaktoreinrichtung 1 auch für andere Dehydratisierungsreaktionen eingerichtet und vorgesehen sein.

20

Zum Vorwärmen des Stoffstromes S auf eine vordefinierbare Temperatur (der Reaktor 50 wird vorzugsweise adiabatisch betrieben) ist an der Zuleitung 10, die eine umlaufende Wandung 100 aufweist, die einen Innenraum I der Zuleitung 10 begrenzt, ein Heizmittel 20 vorgesehen. Das Heizmittel 20 weist dabei zumindest ein Magnetron

25 21 auf, das dazu eingerichtet und vorgesehen ist, im Innenraum I der Zuleitung 10 Mikrowellen 210 zu erzeugen, die den Stoffstrom S (nach Möglichkeit) im Bereich des Magnetrons 21 bzw. der Zuleitung 10 homogen erwärmen. Die erforderliche Betriebsenergie bezieht das mindestens eine Magnetron 21 dabei von einer Energiequelle (Stromquelle) 30. Zum Steuern des mindestens einen Magnetrons 21
30 kann weiterhin ein Sensor 40 vorgesehen sein, der z.B. die Temperatur des Stoffstromes S in der Zuleitung 10 erfasst, so dass das mindestens eine Magnetron 21 entsprechend angesteuert werden kann.

Da die Energieabsorption hierbei gleichmäßig über das Volumen des Innenraumes I
35 stattfindet, sind keine nennenswerten lokalen Überhitzungen zu befürchten ("Hot

Spots"). Damit wird der Prozess robuster gegenüber Nebenreaktionen, welche zur Bildung von Kohlenwasserstoffen oder Ketonen führen können. Des Weiteren entfällt mit Vorteil die Installation eines Heizmittel-Rohrnetzes.

- 5 Ferner erweist es sich als vorteilhaft, dass die Leistungsklasse von 75 kW-Magnetron-Modulen ein Standardartikel mit geringen spezifischen Kosten (derzeit ca. 75 €/kW) darstellt.

10 Gemäß einer Überschlagsrechnung beträgt der Wirkungsgrad (Umwandlung in Mikrowellen) bei einer 75 kW-Standardleistung eines Magnetrons 21 in etwa 80-85%. Der Rest ist Abwärme und kann ebenfalls zur Vorwärmung bzw. Zwischenüberhitzung des Stoffstromes S genutzt werden. Bei einer Reaktionsenthalpie von 46 kJ/mol kommt man dabei auf etwa 930 tpa Ethylenproduktion ("worst case" inkl. Anwärmen ab Siedepunkt bei 212°C, 36 bar).

15

Bei einem Teilumsatz je Reaktorstufe steigt der Durchsatz je Magnetron 21 auf etwa 3000 tpa Ethylenproduktion. Das bedeutet Stromkosten von etwa 50 €/t Ethylen (bei 80 €/MWh) für den vorgenannten Fall.

- 20 Die erfindungsgemäße Lösung ist insbesondere für kleinere, modular aufgebaute Anlagen attraktiv, da das Design des Heizsystems einen geringen Konstruktionsaufwand aufweist und insbesondere durch die Verwendung von Lagerware (Magnetrons) keine langen Fabrikationszeiten entstehen.

- 25 Weiterhin kann das Heizmittel der Zuleitung 10 stromauf des Reaktors 50 (bezogen auf die erste Richtung R) auch eine (konventionelle) Heizvorrichtung 22 aufweisen, die den Stoffstrom S durch einen indirekten Wärmetausch erwärmt. Hierzu weist jene Heizvorrichtung 22 einen in den Innenraum I der Zuleitung 10 geführten Rohrraum 220 auf, in dem ein Wärmeträgermedium gefahren wird, das bei einem indirekten
- 30 Wärmetausch mit dem Stoffstrom S, der den besagten Rohrraum 220 umströmt, Wärme an den Stoffstrom S abgibt.

Es besteht ferner die Möglichkeit, dass die Energiequelle 30 des mindestens einen Magnetrons 21 fluktuierend Energie zur Verfügung stellt (Solarenergie, Windenergie).

- 35 Bei einer Kombination von dielektrischer Erwärmung mittels Mikrowellen 210 und

Erwärmung über indirekten Wärmetausch (Heizvorrichtung 22) können dann z.B. das mindestens eine Magnetron 21 und die weitere Heizvorrichtung 22 so angesteuert werden, dass das mindestens eine Magnetron 21 vorwiegend dann zum Einsatz kommt, wenn die besagten Energien zur Verfügung stehen, wobei ergänzend die
5 weitere Heizvorrichtung 22 verwendet wird, wenn die besagten Energien nicht zur Verfügung stehen (Windstille, keine Sonneneinstrahlung). Für den indirekten Wärmeaustausch durch die Heizvorrichtung 22 können natürlich auch bereits vorhandene Prozessströme verwendet werden.

10 Weiterhin können mehrere Reaktoren 50, 80, ... vorhanden sein, z.B. ein weiterer Reaktor 80 mit einem Katalysatorbett 800, der über eine weitere Zuleitung 60 mit dem anderen Reaktor 50 verbunden ist, so dass der Stoffstrom S aus dem einen Reaktor 50 in den (entlang der ersten Richtung R) nachfolgenden Reaktor 80 transportiert werden kann.

15

An der weiteren Zuleitung 60 kann dabei ein weiteres Heizmittel 70 angeordnet sein, das analog zu dem einen Heizmittel 20 ausgebildet sein kann. Mit diesem weiteren Heizmittel 70 kann eine Zwischenerwärmung (Zwischenüberhitzung) des Stoffstromes S beim Übergang des Stoffstromes S von dem einen Reaktor 50 in den anderen

20 Reaktor 80 bewirkt werden, wie sie z.B. beim adiabatischen Betrieb der Reaktoren 50, 80 erforderlich ist. Natürlich kann auch lediglich eine Zwischenerwärmung (Zwischenüberhitzung) mittels der erfindungsgemäßen Lehre an der weiteren Zuleitung 60 erfolgen. Die Feedvorwärmung findet dann in klassischer Weise statt (Wärmetausch etc.)

Bezugszeichenliste

1	Reaktoreinrichtung
10	Zuleitung
100	Wandung
20	Heizmittel
21	Magnetron
210	Mikrowellen
22	Heizvorrichtung
220	Rohrraum
30	Energiequelle
40	Sensor
50	Reaktor
500	Katalysatorbett
60	Zuleitung
70	Heizmittel
80	Reaktor
800	Katalysatorbett
I	Innenraum
R	Erste Richtung
S	Stoffstrom

Patentansprüche

- 5 1. Reaktoreinrichtung, insbesondere zur Dehydratisierung eines Stoffes, mit:
- zumindest einem Reaktor (50, 80) zur Aufnahme eines Stoffstromes (S), wobei
der mindestens eine Reaktor (50, 80) insbesondere zum Dehydratisieren eines
in dem Stoffstrom (S) enthaltenen Stoffes eingerichtet und vorgesehen ist,
 - zumindest einer mit dem mindestens einen Reaktor (50, 80)
10 strömungsmittelleitend verbundenen Zuleitung (10, 60) zum Einspeisen des
Stoffstromes (S) in den mindestens einen Reaktor (50, 80), und
 - zumindest einem an der mindestens einen Zuleitung (10, 60) vorgesehenen
Heizmittel (20, 70) zum Erwärmen des Stoffstromes (S) beim Einspeisen des
Stoffstromes (S) in den mindestens einen Reaktor (50, 80),
15
- dadurch gekennzeichnet,**
- dass das mindestens eine Heizmittel (20, 70) zumindest einen
Mikrowellengenerator (21) zum Erzeugen von Mikrowellen (210) aufweist, die eine
20 zum Erwärmen des Stoffstromes (S) erforderliche Wellenlänge aufweisen.
2. Reaktoreinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die
Mikrowellen (210) eine Wellenlänge aufweisen, derart, dass das Material, aus dem
die mindestens eine Zuleitung (10, 60) gebildet ist, durch die Mikrowellen (210)
25 nicht unmittelbar erwärmt wird.
3. Reaktoreinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der
Mikrowellengenerator (21) eine Leistung von 10 kW bis 1000 kW, bevorzugt 50 kW
bis 100 kW, mehr bevorzugt 70 kW bis 80 kW, am meisten bevorzugt von 75kW
30 aufweist.
4. Reaktoreinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch
gekennzeichnet**, dass zumindest zwei miteinander verbundene Reaktoren (50,
80) vorgesehen sind.
35

5. Reaktoreinrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass jene Zuleitung (10) stromauf der beiden Reaktoren (50, 80) vorgesehen ist, so dass der Stoffstrom (S) über jene Zuleitung (10) in die beiden Reaktoren (50, 80) einspeisbar ist.

5

6. Reaktoreinrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Zuleitung (60) die beiden Reaktoren (50, 80) strömungsmittelleitend miteinander verbindet, so dass über jene Zuleitung (60) der Stoffstrom (S) aus dem einen Reaktor (50) in den anderen Reaktor (80) leitbar ist.

10

7. Reaktoreinrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine weitere Zuleitung (60) vorgesehen ist, die die beiden Reaktoren (50, 80) strömungsmittelleitend miteinander verbindet, so dass über jene weitere Zuleitung (60) der Stoffstrom (S) aus dem einen Reaktor (50) in den anderen Reaktor (80) leitbar ist, wobei an der weiteren Zuleitung (60) ein weiteres Heizmittel (70) zum Erwärmen des Stoffstromes (S) beim Leiten des Stoffstromes (S) aus dem einen in den anderen Reaktor (50, 80) vorgesehen ist, wobei das weitere Heizmittel (70) zumindest einen Mikrowellengenerator zum Erzeugen von Mikrowellen aufweist, die eine zum Erwärmen des Stoffstromes (S) erforderliche Wellenlänge aufweisen.

15

20

8. Reaktoreinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Heizmittel (20) eine zusätzliche Heizvorrichtung (22) aufweist, die dazu eingerichtet und vorgesehen ist, einen durch die Zuleitung (10) strömenden Stoffstrom (S) beim Durchströmen jener Zuleitung (10) durch indirekten Wärmeaustausch zu erwärmen.

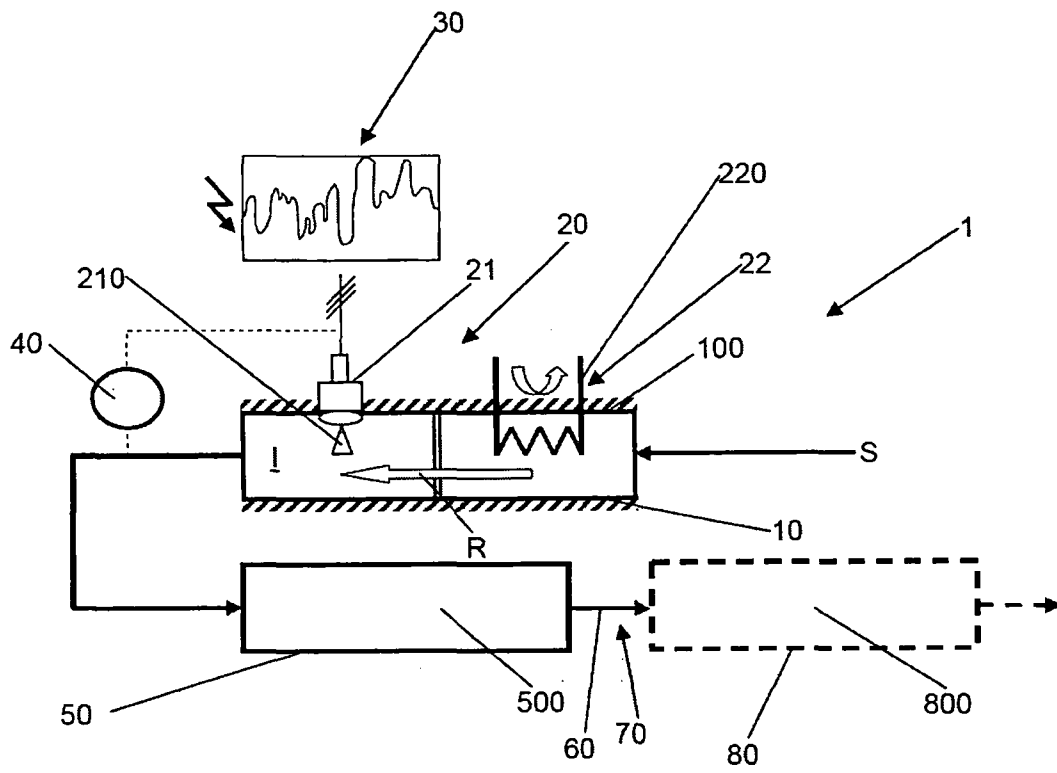
25

9. Reaktoreinrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass das weitere Heizmittel (70) eine zusätzliche Heizvorrichtung aufweist, die dazu eingerichtet und vorgesehen ist, einen durch die weitere Zuleitung (60) strömenden Stoffstrom (S) beim Durchströmen jener weiteren Zuleitung (60) durch indirekten Wärmeaustausch zu erwärmen.

30

1/1

Figur 1



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2012/002123

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B01J19/12 B01J8/02 C07C1/24
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)
B01J 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.
X	US 2003/091487 A1 (FAGRELL MAGNUS [SE]) 15 May 2003 (2003-05-15) the whole document	1,2,4-9
X	DE 196 31 201 A1 (BIOTECON GES FUER BIOTECHNOLOG [DE] BUCHHOLZ RAINER [DE]) 5 February 1998 (1998-02-05) column 4, line 42 - line 61 column 5, line 39 - column 6, line 55; figure 1	1-3
X	DE 10 2009 031059 A1 (CLARIANT INT LTD [CH]) 5 January 2011 (2011-01-05) paragraphs [0026], [0030], [0033], [0036], [0040], [0041], [0051], [0052]; figures 1,2	1-3
	-/--	



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

29 October 2012

Date of mailing of the international search report

07/11/2012

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

Vlassis, Maria

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2012/002123

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 10 2006 020842 A1 (KRAUSE ROEHM SYSTEME AG [DE]) 15 November 2007 (2007-11-15) paragraph [0020] -----	1
A	WO 2007/012825 A1 (BP PLC [GB]; ATKINS MARTIN PHILIP [GB]; EARLE MARTYN JOHN [GB]; WITTRI) 1 February 2007 (2007-02-01) page 1, line 3 - page 2, line 21; examples 6,9 -----	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2012/002123

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2003091487 A1	15-05-2003	NONE	
DE 19631201 A1	05-02-1998	NONE	
DE 102009031059 A1	05-01-2011	AU 2010268445 A1 CA 2766950 A1 CN 102448603 A DE 102009031059 A1 EA 201200070 A1 EP 2448663 A2 KR 20120090024 A US 2012088885 A1 WO 2011000460 A2	03-11-2011 06-01-2011 09-05-2012 05-01-2011 30-05-2012 09-05-2012 16-08-2012 12-04-2012 06-01-2011
DE 102006020842 A1	15-11-2007	DE 102006020842 A1 DE 102006062755 A1	15-11-2007 21-02-2008
WO 2007012825 A1	01-02-2007	AU 2006273810 A1 CA 2616538 A1 CN 101426751 A EA 200800199 A1 EP 1907341 A1 JP 2009502894 A US 2009118558 A1 WO 2007012825 A1	01-02-2007 01-02-2007 06-05-2009 29-08-2008 09-04-2008 29-01-2009 07-05-2009 01-02-2007

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. B01J19/12 B01J8/02 C07C1/24
ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
B01J 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.
X	US 2003/091487 A1 (FAGRELL MAGNUS [SE]) 15. Mai 2003 (2003-05-15) das ganze Dokument -----	1,2,4-9
X	DE 196 31 201 A1 (BIOTECON GES FUER BIOTECHNOLOG [DE] BUCHHOLZ RAINER [DE]) 5. Februar 1998 (1998-02-05) Spalte 4, Zeile 42 - Zeile 61 Spalte 5, Zeile 39 - Spalte 6, Zeile 55; Abbildung 1 -----	1-3
X	DE 10 2009 031059 A1 (CLARIANT INT LTD [CH]) 5. Januar 2011 (2011-01-05) Absätze [0026], [0030], [0033], [0036], [0040], [0041], [0051], [0052]; Abbildungen 1,2 ----- -/-	1-3



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

29. Oktober 2012

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

07/11/2012

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

Vlassis, Maria

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 10 2006 020842 A1 (KRAUSE ROEHM SYSTEME AG [DE]) 15. November 2007 (2007-11-15) Absatz [0020] -----	1
A	WO 2007/012825 A1 (BP PLC [GB]; ATKINS MARTIN PHILIP [GB]; EARLE MARTYN JOHN [GB]; WITTRI) 1. Februar 2007 (2007-02-01) Seite 1, Zeile 3 - Seite 2, Zeile 21; Beispiele 6,9 -----	1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2012/002123

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2003091487	A1	15-05-2003	KEINE	
DE 19631201	A1	05-02-1998	KEINE	
DE 102009031059	A1	05-01-2011	AU 2010268445 A1	03-11-2011
			CA 2766950 A1	06-01-2011
			CN 102448603 A	09-05-2012
			DE 102009031059 A1	05-01-2011
			EA 201200070 A1	30-05-2012
			EP 2448663 A2	09-05-2012
			KR 20120090024 A	16-08-2012
			US 2012088885 A1	12-04-2012
			WO 2011000460 A2	06-01-2011
DE 102006020842	A1	15-11-2007	DE 102006020842 A1	15-11-2007
			DE 102006062755 A1	21-02-2008
WO 2007012825	A1	01-02-2007	AU 2006273810 A1	01-02-2007
			CA 2616538 A1	01-02-2007
			CN 101426751 A	06-05-2009
			EA 200800199 A1	29-08-2008
			EP 1907341 A1	09-04-2008
			JP 2009502894 A	29-01-2009
			US 2009118558 A1	07-05-2009
			WO 2007012825 A1	01-02-2007