

(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
17. September 2020 (17.09.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/182337 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

C10G 1/08 (2006.01) C10G 1/10 (2006.01)

GER, Reinhard [CH/CH]; Rohnen 5, 9411 Schachen bei Reute (CH).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2020/000064

(74) Anwalt: EHMER, Wilfried Theodor; Am Gardenkamp 44, 44227 Dortmund (DE).

(22) Internationales Anmeldedatum:
10. März 2020 (10.03.2020)

(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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2019 001 697.1
11. März 2019 (11.03.2019) DE

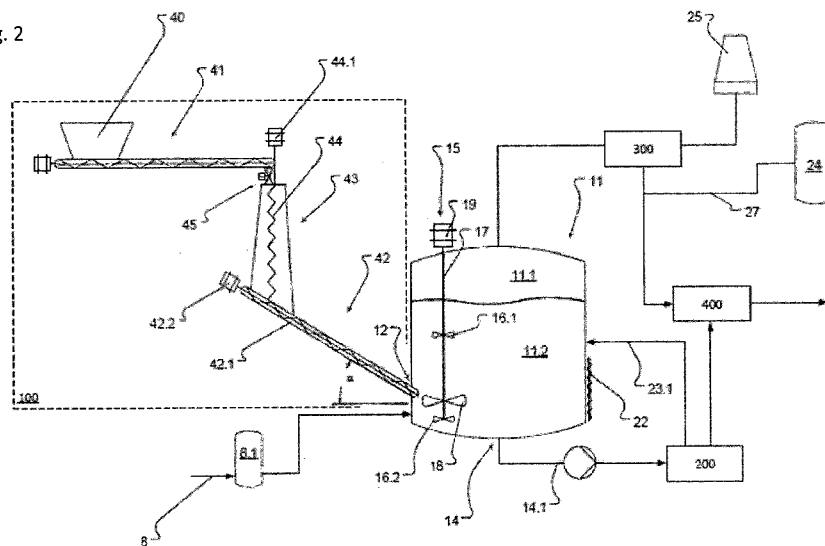
(72) Erfinder; und

(71) Anmelder: KASIELKE, Timon [DE/DE]; Limburgerweg 31, 76187 Karlsruhe (DE). HEIMBÜRGE, Olaf [DE/DE]; Questenburger Weg 41c, 01662 Meißen (DE). LENZIN-

(54) Title: SYSTEM AND METHOD FOR CATALYTICALLY PRODUCING DIESEL OIL FROM ORGANIC MATERIALS

(54) Bezeichnung: ANLAGE UND VERFAHREN ZUR KATALYTISCHEN HERSTELLUNG VON DIESELÖLEN AUS ORGANISCHEN MATERIALIEN

Fig. 2



(57) Abstract: The invention relates to a system and a method for catalytically producing diesel oil from a starting material selected from a group of waste materials, such as plastics (RE, PP, PET, PVC, etc.), cellulose-containing materials, and biomaterials, comprising at least one feeding system for the solid starting material, a reaction unit, at least one single-part or multipart separating and distillation unit, and at least one discharge system for solid materials and/or sediments. The reaction unit has a reactor for treating a mixed phase of a liquid carrier phase and a solid starting material, said reactor comprising an inlet for the starting material, a head outlet for the gas or steam phase, and an outlet which is connected to the discharge system. The reactor inlet is designed such that the end of a housing of a conveyor worm which feeds material into the reactor is held on the reactor and is sealed, and the rotational axis of the conveyor

(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, 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).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

— *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)*

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

worm feeding the material is inclined relative to the horizontal, ideally forming an angle of 30° to 60° relative to the horizontal.

(57) **Zusammenfassung:** Anlage und Verfahren zur katalytischen Herstellung von Dieselöl aus einem Ausgangsstoff aus der Gruppe der Reststoffe, wie Kunststoffen (PE, PP, PET, PVC, etc.), cellulosehaltige Stoffen und Biomaterialien, umfassend mindestens ein Einleitsystem für den festen Ausgangsstoff, einer Reaktionseinheit, mindestens eine ein- oder mehrteilige Trenn- und Abscheideeinheit und mindestens ein Ausleitsystem für Feststoffe und/oder Sedimente, wobei die Reaktionseinheit einen Reaktor zur Behandlung einer Mischphase aus einer flüssigen Trägerphase und einem festen Ausgangsstoff aufweist, wobei der Reaktor einen Einlass für den Ausgangsstoff, einen Kopfauslass für die Gas- oder Dampfphase und einen Auslass umfasst, der mit dem Ausleitsystem verbunden ist, sowie der Reaktoreinlass derart ausgeformt ist, dass das Ende eines Gehäuses einer in den Reaktor einleitenden Förderschnecke hieran gehalten und abgedichtet ist, und wobei die Rotationsachse der einleitenden Förderschnecke zur Horizontalen geneigt ist, idealerweise einen Winkel von 30° bis 60° zur Horizontalen einschließt.

Anlage und Verfahren zur katalytischen Herstellung von Dieselölen aus organischen Materialien

Die Erfindung bezieht sich auf eine Anlage zur katalytischen Herstellung von Dieselöl aus Reststoffen, wie Kunststoffen (PE, PP, PET, PVC, etc.), cellulosehaltige Stoffen und Biomaterialien gemäß Oberbegriff des Anspruchs 1. Weiterhin bezieht sich die Erfindung auf ein entsprechendes Verfahren nach Oberbegriff des Anspruchs 25.

Aus der WO 2005/071043 A1 ist eine Anlage bekannt, bei der kohlenwasserstoffhaltige Reststoffe oder Rückstände in einem mehrstufigen Prozess aufgeheizt, gecrackt und fraktioniert werden, wodurch unter anderem Dieselöl gewonnen wird. Weiterhin ist aus der DE103 56 245 B4 ebenfalls eine solche Anlage bekannt, wobei der Hauptwärmeeintrag über die Strömungsenergie der Pumpen erfolgt, die durch ein gegenläufiges Rührwerk sowie deren Friktion und innere Reibung gebremst werden. Es hat sich allerdings herausgestellt, dass diese Anlagen noch sehr störanfällig sind. Dabei stellt auch die kontinuierliche Zuleitung der Ausgangsstoffe in den zentralen Reaktor eine Schwierigkeit dar, so dass in der WO 2018/127438A1 vorgeschlagen wird, hierzu Förderschnecken vorzusehen. Hierbei führt allerdings jeglicher Wartungsbedarf an dem zuführenden Fördermittel zum Erfordernis, den zentralen Reaktor zu entleeren. Eine alternative Variante ist aus der WO 2006/015804 A1 bekannt, die vorschlägt, unmittelbar vor dem Auslassende der Förderschnecke eine federbelastete Artrückschlagklappe vorzusehen. Dies zieht allerdings den Nachteil mit sich, dass Sedimentationsbereiche im Reaktor entstehen.

Aus der DE 103 16 696 A1 ist eine Verfahren zur katalytischen Verölung von kohlenwasserstoffhaltigen Rückständen im Flüssigkreislauf bekannt, wobei als Katalysator ionentauschfähige Katalysatoren, wie Kalziumaluminiumsilikat oder Natriumaluminiumsilikat, verwendet werden, die in einem geheizten und an den Wärmeübertragungsstellen gereinigten Ölbadkreislauf eingesetzt werden, wobei weiterhin die Beheizung des Ölbadkreislauf mit den suspendierten Katalysatoren durch elektrische Heizkörper erfolgt, die konzentrisch um die Reaktorrohre angeordnet sind.

Die Aufgabe der Erfindung ist somit, eine Anlage und ein Verfahren bereit zu stellen, dass leichter betrieben werden kann und eine geringere Störungsanfälligkeit zeigt.

Diese Aufgabe wird durch eine Anlage nach Anspruch 1 gelöst, die dadurch geprägt ist, dass der zentrale Reaktor, der den Ausgangsstoff in einem Trägeröl aufnimmt und in welchem die katalytische Reaktion erfolgt, mindestens ein motorisch rotativ angetriebenes Schneidwerk aufweist, mittels welchem mindestens zeitweise eine schlagende und/oder schneidende
5 Zerkleinerung des Ausgangsstoffes erfolgt.

Als Ausgangsstoff sollen vorliegend alle kohlenwasserstoffhaltigen Roh- und Reststoffe gelten, insbesondere Rest- und Abfallmaterialien aus der Gruppe der Kunsstoffen (PE, PP, PET, PVC, etc.), cellulosehaltigen Stoffen und Biomaterialien, wie Holz, Säge- oder
10 Holzspähne, Papier, Karton, Pflanzenteile und dergleichen. Weiterhin soll unter einer granularen Partikelgröße rieselfähige Partikel verstanden werden, die in ihrer größten räumlichen Erstreckung im Mittel kleiner oder gleich 20mm aufweisen, vorteilhafterweise kleiner oder gleich 10mm aufweisen. Idealerweise sind diese als Spähne, Flakes oder vergleichbare flache Partikel ausgebildet.

Vorliegend soll unter Diesel oder Dieselöl eine Kerosinmischung verstanden werden, die so genannten Mitteldestillatfraktionen bei bekannten Fraktionierungen von Erdöl. Das Trägeröl hingegen ist ein tiefersiedendes Schweröl oder Schwerölgemisch. Derartige Trägeröle sind in der Regel Thermoöle, welche bei sich hohen Betriebstemperaturen, wie vorliegend
20 beispielsweise in dem Bereich von 280°C bis 320°C, nicht zersetzen. Weiterhin können sogenannte Zweitrafinate verwendet werden. Diese sind Öle, die nicht zu chemischen Reaktionen, einem Ausgasen oder Schaumbildung führen.

Diese Anlage zur katalytischen Herstellung von Dieselöl aus dem vorgenannten
25 Ausgangsstoff, umfasst ein Einleitsystem für den Ausgangsstoff, mit mindestens einer Förderschnecke, einer Reaktionseinheit, mindestens eine ein- oder mehrteilige Trenn- und Abscheideeinheit und mindestens eine Sedimentaufbereitungsstufe für Feststoffe und/oder Sedimente, u.a. wie Aschen, Teerstoffe, u.dgl.. Dabei umfasst die Reaktionseinheit in der Regel nur einen zentralen Reaktor zur Behandlung einer Mischphase aus einer flüssigen
30 Trägerphase (Trägeröl) und dem festen Ausgangsstoff, wobei der Reaktor häufig auch Schmelzreaktor genannt wird, weil in diesem die Feststoffe katalytisch in ein Dieselöl umgewandelt werden. Der Reaktor weist idealerweise nur einen Reaktorinnenraum auf, und hat aber im bestimmungsgemäßen Betrieb einen gas- oder dampfgefüllten Kopfraum und einen mit der Mischpahse gefüllten Produktraum. Weiterhin umfasst er mindestens einen

Einlass für den Ausgangsstoff, mindestens einen Kopfauslass für eine Gas- oder Dampfphase, an den sich unmittelbar eine Abscheidekolonne anschließen kann oder hieran angebracht sein kann. Weiterhin ist ein Auslass vorhanden, der mit der Sedimentaufbereitungsstufe verbunden ist, sowie mindestens ein motorisch angetriebenes
5 Rühraggregat zur Homogenisierung und Umwälzung des Reaktorinhaltes, welches mit mindestens einem Rührkörper in den Produktraum ragt.

Dabei ist der Reaktoreinlass derart ausgeformt, dass das Gehäuseende der einleitenden Förderschnecke, welches das Entlassende ist, am Reaktor bzw. an einem Flanschstück
10 gehalten und abdichtet ist. Die einleitende Förderschnecke ist hierbei vom Einleitsystem umfasst. Hierbei ist die Rotationsachse der einleitenden Förderschnecke bzw. die gesamte Förderschnecke zur Horizontalen geneigt, wobei ein idealer Neigungswinkel α im Bereich von 25° bis 60° zur Horizontalen beträgt.

Idealerweise ist dabei die Erstreckung der Förderschnecke derart, dass der Schneckenantrieb der einleitenden Förderschnecke in einer Höhe relativ zum Produktraum des Reaktors liegt, die gleich oder höher als 2/3 der Höhe des Produktraumes ist. Der Produktraum definiert sich hierbei als derjenige Reaktorinnenraum, der im bestimmungsgemäßen Betrieb der Anlage und des Reaktors mit der flüssigen Mischphase
20 gefüllt ist. Der restliche, oberhalb angeordnete Reaktorinnenraum bildet den Kopfraum, der im bestimmungsgemäßen Betrieb mit einer Gas- und/oder Dampfphase gefüllt ist. Üblicherweise ist im oberen Drittel des Reaktorinnenraumes der Kopfraum und die unteren 2/3 nehmen den Produktraum ein.

Idealerweise ist die Einbauhöhe des Schneckenantriebes relativ zum Reaktor in dem Bereich, in welchem sich der gas- oder dampfgefüllte Kopfraum des Reaktors im bestimmungsgemäßen Betrieb befindet.

Der große Vorteil besteht darin, dass bei Wartungsarbeiten an den Fördermitteln der Reaktorinhalt nur geringfügig oder überhaupt nicht abgelassen werden muss, weil die Förderschnecke auch bei heißem, gefüllten Reaktor in Achsrichtung nach oben gezogen werden kann. Das untere Ende der Förderschnecke kann einfach offenbleiben,
30

Absperraggregate sind nicht erforderlich, so dass auch keine Sedimentationsbereiche oder Totzonen entstehen.

Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung der Anlage ragt das Ende des Gehäuses der
5 Förderschnecke bis zur Wand oder dem Wanddurchbruch des Produktraumes. Alternativ ragt das Gehäuse unmittelbar an den verbindenden Anschlussstutzen des Reaktor oder bildet diesen aus.

Somit ist vorteilhafterweise vor und/oder am Ende der einleitenden Förderschnecke im Produktraum des Reaktors oder dem verbindenden Anschlussflansch kein

- 10 Verschlusselement. An oder gegenüber dem Auslassende der Förderschnecke oder deren Gehäuse ist insbesondere kein Ventil, keine Rückschlagklappe, kein federbelasteter Stopper oder dergleichen angeordnet, so dass das Ende der einleitenden Förderschnecke barriereelos in den Reaktorinnenraum übergeht und quasi eine Misch- oder Einleitkammer ausbildet. In diese Misch- oder Einleitkammer, in welche im bestimmungsgemäßen Betrieb die flüssige
15 Phase aus dem Produktraum in den Innenraum der einleitenden Förderschnecke einströmen oder einsickern kann, wird der einzuleitende feste Ausgangsstoff benetzen.

Die einleitende Förderschnecke ist dabei vorteilhafterweise als Stopfschnecke ausgebildet, die in Achs- und Förderrichtung zur Verdichtung des Ausgangsstoffes führt, wodurch in

- 20 Förderrichtung eine Verminderung des Hohlraumvolumens im Ausgangsstoff veranlasst wird.

Hierdurch wird der unerwünschte Eintrag von Sauerstoff in den Reaktor vermieden. Das Einleitsystem umfasst bei einer Ausführungsvariante stromaufwärts zu der einleitenden Förderschnecke ein oder mehrer weitere Förderschnecken. Bedarfsweise können Begleitheizungen vorgesehen sein, um den granularen Ausgangsstoff auf oder in die Nähe
25 der Reaktionstemperatur im Reaktor zu bringen. Hierzu umfasst mindestens eine Förderschnecke oder deren Gehäuse eine Heizungseinrichtung oder ist als eine solche Heizeinrichtung ausgebildet.

- Weiterhin kann es vorteilhaft sein, ein oder mehrere Trocknungseinheiten vorzusehen, um
30 den unerwünschten Wassereintrag in den Reaktor zu minimieren oder weitgehend auszuschließen. Dabei wird die Trocknungseinheit idealerweise in einem Bereich Lager und und/oder der Förderstrecke zum Reaktor vorgesehen, in dem der granulare Ausgangsstoff

noch als lockere, nicht oder nur gering verdichtetes Schüttgut vorliegt, damit leichtflüchtige Anteile leichter abgetrennt werden können.

5 Ein Verbesserung besteht darin, dass das Einleitsystem zwischen zwei Förderschnecken, die geneigt und/oder horizontal geführt sein können, mindestens einen vertikalen oder nahezu vertikalen Förderschacht zur schnellen Verdichtung des Ausgangsstoffes umfasst. Dieser vertikale Förderschacht kann eine Förderschnecke aufweisen.

10 Zur Abdichtung des Transportweges und Verdrängung von Restsauerstoff ist es vorteilhaft, wenn im Bereich des Einleitsystems mindestens an einem Übergang von zwei Förderaggregaten eine Zuleitung für ein Inertgas vorgesehen ist und diese Zuleitung für Inertgas mit einer Inertgasquelle verbunden ist, wie beispielsweise einem Speichertank. Diese Inertgas ist üblicherweise Stickstoff oder Kohlendioxid, welches auch den Vorteil hat, dass es explosive Gaskonzentrationen vermeidet. Das Inertgas kann dabei idealerweise
15 Stickstoff oder Kohlendioxid sein, welches leitungstechnisch aus geeigneten Lagertanks zur Verfügung gestellt wird. Soll das Inertgas als Sperrgas unter sehr hohem Druck in die Transportstrecke des Einleitsystems eingebracht werden, kann es vorteilhaft sein, einen oder mehrere Verdichter vorzusehen.

20 Natürlich kann das Einleitsystem einen Bunker, Silo oder dergleichen für das Ausgangsmaterial umfassen oder mit einer solchen Anlage verbunden sein.

Der Reaktor ist hierbei ein so genannter Schmelzreaktor, in dem der Ausgangsstoff katalytisch gespalten und in die Gasphase überführt wird. Vorteilhafterweise umfasst der
25 Reaktor mindestens ein motorisch rotativ angetriebenes Schneidwerk zur schlagenden und/oder schneidenden Zerkleinerung des Ausgangsstoffes, welches mindestens eine Schneide oder einen Schneidabschnitt aufweist.

Bei einer Ausführungsform des Schneidwerkes ist dieses an derselben Antriebswelle
30 angebracht und von dieser angetrieben, wie der mindestens eine Rührkörper, wobei alternativ oder zusätzlich auch der mindestens eine Rührkörper als Schneide oder mit einem Schneidabschnitt ausgebildet sein kann. Eine weitere Alternative besteht darin, dass das

Schneidwerk in den Produktraum hineinragt und eine eigene Antriebswelle und einen eigenen vom Antrieb des Rühraggregats unabhängigen Antrieb aufweist.

(SIEHE RÜHRERSKIZZE)

- 5 Eine Verbesserung besteht darin, dass mindestens ein Rührkörper in vertikaler Höhenlage zwischen zwei Schneidwerken angeordnet ist, so dass diese unmittelbar ober- und unterhalb des Rührwerkes in der gerichteten Strömung schneidend und/oder zerteilend arbeiten können.
- 10 Der Antrieb muss dabei derart ausgelegt sein, dass er eine permanente vollständige Durchmischung und vielfache Umwälzung pro Minute ermöglicht, wozu er eine Geschwindigkeit des Rühraggregates von mindestens 400 bis 500 U/min ermöglichen muss. Vorteilhafterweise wird eine Geschwindigkeit von 440 bis 470 U/min vorgenommen. Dabei ist es vorteilhaft, wenn die Umfangsgeschwindigkeit des Rühraggregats im Bereich von 10 bis
- 15 20 m/s liegt, und idealerweise eine Umfangsgeschwindigkeit von 13 bis 18 m/s mittels des Antriebes erreichbar und im Betrieb der Anlage eingestellt werden kann. Für den Antrieb des Schneidwerkes gilt analog, dass eine Geschwindigkeit von mindestens 400 bis 500 U/min vorliegen sollte, wobei vorteilhafterweise eine Geschwindigkeit von über 440 bis 470 U/min beim Betrieb aufrecht gehalten werden sollte.

20

- Eine weitere Verbesserung besteht darin, dass das Rührwerk, insb. dessen Antriebswelle im Reaktor exzentrisch angeordnet ist, wodurch sich eine besonders vorteilhafte dreidimensionale Strömung im Produktraum des Reaktors einstellt. Dabei hat sich eine Achsexzentrizität des der Rührorganachse zur Mittelachse des Reaktors als vorteilhaft
- 25 herausgestellt, die im Bereich von 0,15 bis 0,25 liegt.

- Die stromabwärts dem Reaktor nachgeschaltete ein- oder mehrteilige Trenn- und Abscheideeinheit umfasst mindestens einen Kondensator und/oder eine Destillationskolonne zur Abtrennung des Dieselöls. Es hat sich überraschenderweise herausgestellt, dass es
- 30 hinreichend ist, nach dem Reaktor – ggf. unmittelbar auf diesem, eine einfache Abscheidekolonne vorzusehen, um nachfolgend hierzu ein oder zwei Kondensatoren vorzusehen zur Abscheidung des Produktöls.

Wie angedeutet, bildet dann die Abscheidekolonne mit dem Reaktor eine Baueinheit und ist direkt am Kopfraum angebracht oder über einen Flansch unmittelbar mit diesem verbunden. Dabei erstreckt sich der Kopfraum des Reaktors unmittelbar in den untersten Boden- oder Einlaufbereich der Kolonne und bilden einen einzigen Raum.

5

Weiterhin ist eine Heizeinrichtung für die Mischphase vorgesehen, welche bei einer verbesserten Variante als außen an der Reaktorwand anliegende Einrichtung vorgesehen ist und durch die Behälterwand hindurch auf das Fluid wirkt. Alternativ kann im Reaktor eine solche Heizeinrichtung umfasst sein. Diese Heizeinrichtungen sind so ausgelegt und dimensioniert, dass eine Erwärmung einer eingefüllten Mischphase auf über 200 °C erfolgen kann, idalerweise auf eine Temperatur zwischen 280 °C und 320°C.

Als besonders bevorzugt hat sich eine Mikrowellenheizeinrichtung als Heizeinrichtung herausgestellt. Diese hat einen sehr hohen Wirkungsgrad und an den Austauschflächen bzw. den aussendenden Oberflächen der Mikrowellenheizung erfolgt nicht, wie bei konventionellen Heizoberflächen, eine thermisch bedingte Anhaftung aufgrund lokaler Überhitzung. Mindestens eine solche Mikrowellenheizeinrichtung ist idalerweise im flüssigkeitsgefüllten Reaktorinnenraum angeordnet. Die Leistung des Mikrowellengenerators sollte im Bereich von über 70kW liegen, idalerweise im Bereich von 80kW bis 250kW. Bedarfsweise kann die Leistung auf darüber liegen oder mehr als ein Mikrowellengenerator vorgesehen werden.

Die Mikrowellenheizung umfasst dabei als Hauptkomponenten in bekannter Weise ein Magnetron und einen Hohlleiter. Dieser Hohlleiter umfasst in der Regel unter anderem mindestens eine zum Produktraum angrenzende und abtrennende Glas- oder Quarzglasscheibe, einen Tuner zur Minimierung der reflektierten Mikrowellen, einen Zirkulator und eine Wasserlast sowie geeignete Detektoren und Richtkoppler. Bei einer verbesserten Ausführungsform grenzt an den Produktraum nicht nur ein Glas- oder Quarzglasscheibe, sondern eine Sicherheitsschleuse mit beidseitigem Abschluss durch eine Glas- oder Quarzglasscheibe, wobei deren Innenraum mit einem Inertgas gefüllt werden oder durch den ein Inertgas strömen kann. Dabei ist unter beidseitig die Richtung der Haupterstreckung des Hohlleiters zu verstehen, in welchem die Mikrowellen geführt werden. Der Vorteil besteht darin, dass der Innenraum evakuierbar ist und im Falle von

Beschädigung der an den Produktraum angrenzenden Scheibe, kein Sauerstoff in den Reaktor gelangt und weiterhin die sonstigen Komponenten der Mikrowellenheizung geschützt bleiben.

- 5 Eine Alternative Bauform besteht darin, dass nicht der Reaktorinhalt unmittelbar durch vorstehend genannte Scheibe in der Reaktorwand oder einem Befestigungsstutzen mittels Mikrowellenheizung erwärmt wird, sondern die mindestens eine Mikrowellenheizung durch ein Glas- oder Quarzglasrohr auf einen Seitenstrom der Mischphase einwirkt. Dieser Seitenstrom in einer Umlaufleitung wird vorteilhafterweise von einem geeigneten Fördermittel
10 angetrieben, wie beispielsweise einer Doppelschneckenpumpe.

- Zur Dichtung der Sicherheitsscheiben der Sicherheitsschleuse im Hohlkanal werden vorteilhafterweise Papierdichtungen oder Dichtungen aus einem Kupfermaterial (Weichkupfer) vorgesehen, so dass eine gasdichte Trennung hergestellt ist. Es hat sich
15 überraschenderweise herausgestellt, dass diese gasdichte Strecke vom zentralen Reaktor als sehr vorteilhafte Abkühlungsstrecke fungiert.

- Eine Ausführungsform besteht darin, dass durch die Lage der Mikrowellenheizung im Kopfraum des Reaktors die thermischen und mechanischen Einflüsse verringert werden.
20 Weiterhin ist so eine gute Zugänglichkeit im Wartungsfalle gegeben.

- Weiterhin besteht eine verbesserte Variante darin, dass ein Rückführungseinlass am Reaktor vorgesehen ist, der mit der Sedimentaufbereitungsstufe verbunden ist und über welchen Teilströme oder Teilmengen, die über einen Auslass entnommen wurden, in den
25 Reaktor zurückgeführt werden können. Die rückgeführten Teilströme oder Teilmengen sind in der Regel flüssig und abgereichert an Feststoffen, wie Kalk, Katalysator, Asche oder Teeranteile.

- Der Reaktoreinlass und/oder der Rückführungseinlass sind derart ausgeformt, dass ein
30 Gehäuse einer einleitenden Förderschnecke hieran gehalten und abgedichtet ist. Hierzu können bekannte Flansch- oder Kupplungselemente vorgesehen werden. Es ist insbesondere vorteilhaft, wenn zwischen dem Reaktoreinlass und dem Auslassende der einleitenden Förderschnecke kein separates Rohrstück mehr vorhanden ist.

Prozess- und Hilfsstoffe, wie ein zu ergänzendes Trägeröl, Kalk, Katalysator können in eine der sonstigen Zuführungs- oder Rückführungsströme eingeleitet werden. Vorteilhafterweise ist aber eine separate Zuführungseinheit für Prozess- und Hilfsstoffe vorgesehen, die
5 leitungsmäßig mit dem Reaktor verbunden ist, wobei hierfür ein eigener Zugangsstutzen im Reaktor vorgesehen ist.

Nicht im Einzelnen beschrieben, weil für den Fachmann fachüblich, sind nötige Leitungsverbindungen, Verbindungsflansche, Tragwerkselemente und dergleichen, sowie die
10 bekannten und üblichen Steuerungs- und Regelungseinheiten.

Unter Nutzung dieser Anlage und insbesondere des Reaktors, ist somit ein Verfahren zur kontinuierlichen Herstellung von Dieselöl aus dem vorgenannten Ausgangsstoff möglich, welcher als granulare Feststoffphase in eine flüssige Phase aus dem vorgenannten Trägeröl
15 eingebracht und katalytisch umgeformt wird.

Hierbei ist die Temperatur in der Mischphase zwischen 200 und 400 °C, und liegt idealerweise zwischen 280 °C und 350°C. Die Mischphase umfasst weiterhin einen Anteil an Kalk von 1,5 Gew.% bis 10 Gew.% , wobei Kalk hier als Sammelbegriff für Calcium- oder
20 calciumcarbonathaltige Stoffe oder Stoffmischungen zu verstehen ist. Weiterhin umfasst die Mischphase einen Katalysator in einem Anteil von 1 Gew.% bis 15 Gew. %.

Die gas- oder dampfförmige Phase wird kontinuierlich abgeführt, idealerweise mittels mindestens einer Vakuumpumpe kontinuierlich aus dem Kopfraum des Reaktors abgezogen.
25 Stromabwärts des Reaktors wird in mindestens einem Kondensator das Dieselöl von der leichterflüchtigen gas- oder dampfförmigen Phase abgetrennt. Dabei wird parallel in der Mischphase der enthaltende granulare Ausgangsstoff mittels der mindestens einen Schneide oder dem Schneidabschnitt mechanisch zerschnitten und/oder zerkleinert wird. Zur optimalen Durchmischung im Reaktorinnenraum und zur Vermeidung von jeglicher
30 Sedimentation, beträgt die Umfangsgeschwindigkeit des Rühraggregates zwischen 8 bis 20 m/s, wobei es sich heraus gestellt hat, dass diese idealerweise zwischen 13 bis 17 m/s liegen sollte.

Der Katalysator ist vorteilhafterweise ein Bentonith oder Zeolith, insb. ein Aluminium Silicat, der einen pulverförmigen Zustand aufweist. Der Druck im Kopfraum des Reaktors ist dabei idealerweise kleiner oder gleich einem (1) bar und liegt idealerweise im Bereich von 25 bis 60 mbar.

5

Das Verfahren ist insbesondere dadurch gekennzeichnet, dass stromaufwärts des Reaktors im Endstück der einleitenden Förderschnecke eine Benetzungs- oder Mischkammer ausgebildet ist, in welche die flüssige Phase aus dem Produktraum in das offene Ende und den Innenraum der einleitenden Förderschnecke einströmen oder einsichern kann. Hierbei wird

10 im Betrieb der Anlage der einzuleitende Ausgangsstoff benetzt, weil weder im Produktraum des Reaktors, noch an oder in dessen Verbindungsflansch, noch an oder vor dem Ende und Auslass der einleitenden Förderschnecke ein Verschlusselement vorgesehen ist, insbesondere kein Ventil, keine Rückschlagklappe, kein federbelasteter Stopper oder dergleichen.

15

Nicht im Einzelnen beschrieben, weil für den Fachmann fachüblich, sind nötige Leitungsverbindungen, Verbindungsflansche, Tragwerkselemente und dergleichen, sowie die bekannten und üblichen Steuerungs- und Regelungseinheiten.

20 Nachstehend wird die Erfindung beispielhaft näher erläutert, dabei zeigt

Figur 1 als Blockdiagramm einen Verfahrensablauf und die wichtigsten Verfahrensschritte, Figur 2 das Einleitsystem als ein erstes Ausführungsbeispiel, Figur 3 das Einleitsystem als ein zweites Ausführungsbeispiel,

25 Figur 4 die Anordnung der einleitenden Förderschnecke im Detail und Figur 5 den Aufbau der Mikrowellenheizeinrichtung des zentralen Reaktors.

In der Figur 1 ist schematisch die gesamte Anlage 1 zur katalytischen Herstellung von Dieselöl 9 aus dem Ausgangsstoff 7 als Blockdiagramm dargestellt. Der Ausgangsstoff 7

30 wird über das Einleitsystem 100 der Reaktionseinheit 10 zugeführt, die mindestens einen Reaktor aufweist, aber auch zwei oder mehr parallel geschaltete Reaktoren umfassen kann (nicht dargestellt). Der Ausgangsstoff 7 wird wie gezeigt, in den Reaktor 11 über den Reaktoreinlass 12 zugeführt..

Über das Einleitsystem 100 werden auch die Prozess- und Hilfsstoffe 8, wie bspw. zu ergänzendes Trägeröl, Kalk und Katalysator eingeleitet. Alternativ, aber nicht dargestellt, kann dies über eine separate Zuführungseinheit erfolgen, die leitungsmäßig mit dem Reaktor verbunden ist, wobei hierfür ein eigener Zugangsstutzen im Reaktor vorgesehen ist.

5

Weiterhin ist eine Produktaufbereitungsstufe 300 für das Dieselöl 9 leitungsmäßig mit oder an dem Kopfraum 11.1 des Reaktors 11 über den Kopfauslass 13 verbunden. In der Produktaufbereitungsstufe 300 wird aus der Gas—und Dampfphase der Dieselölanteil von der leichter siedenden wässrigen Phase getrennt. Das Dieselöl 9 wird im Speichertank 24

10

gelagert.

Bodennah mit Verbindung zum Produktraum 11.2 ist der Reaktor 11 über den Bodenauslass 14 und die Auslassleitung 14.1 mit einer Sedimentaufbereitungsstufe 200 verbunden, von der aus in den Rückföhreinlass 23 die Rückföhrlleitung 23.1 föhrt, so dass eine flüssige

15

Phase in den Reaktor 11 zurück geleitet werden kann. Weiterhin umfasst die Anlage 1 eine Kopplungs- und Aufreinigungseinheit 400, welche optional ist und mittels welcher das Dieselöl 9 beispielsweise entschwefelt werden kann und/oder die Fest- und Sedimentationstoffe weiter aufbereitet und konfektioniert werden können. Zu diesem Zweck sind die Produktaufbereitungsstufe 300 und/oder die Sedimentaufbereitungsstufe in

20

geeigneter Weise über geeignete Fördermittel und/oder Leitungen miteinander verbunden.

In Figur 1 und den nachstehenden Figuren sind übliche Aggregate zu Steuerung, Regelung, Förderung, Anzeigen usw. aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht dargestellt.

25

Wie weiterhin in der Figur 1 zu erkennen, weist der Reaktor 11 ein Rühraggregat 15, mit einem Antrieb 17.1, einer Antriebswelle 17, einem Rührkörper 16 und einem Schneidwerk 18 auf. Der Rührkörper 16 ist in diesem und den nachfolgenden Ausführungsbeispielen als 2- bis 4-flügeliger Propeller ausgebildet.

30

Es hat sich ganz allgemein herausgestellt, dass es sehr vorteilhaft ist, wenn das Schneidwerk 18 und von diesem bei der Rotation aufgespannte Raum im Bereich vor oder direkt unterhalb des Reaktoreinlasses 12 liegt. Figur 2 zeigt das Einleitsystem 100 stärker im Detail. Der Einfülltrichter 40, über den der Ausgangsstoff 7 eingefüllt und auf den Transportweg zum Reaktor 11 gegeben wird, ist mit der Einlaufseite einer ersten

Förderschnecke 41 verbunden. Diese erste Förderschnecke 41 entlässt das Fördergut in einen vertikalen oder nahezu vertikalen Schacht 43, der mit der Einlaufseite der schräg nach unten laufenden, einleitenden Förderschnecke 42 verbunden ist, bzw. dessen Fuß den Einlauf der einleitenden Förderschnecke 42 bildet. Einleitend deshalb, weil diese einleitende Förderschnecke 42 den Ausgangsstoff 7 unmittelbar in den Reaktor 11 über den Reaktoreinlass 12 in den Produktraum 11.2 des Reaktors 11 einleitet. Zwischen der zum Schacht 43 fördernden Förderschnecke 41 und dem Schachteinlauf ist ein Absperrelement 45 angeordnet, das beispielsweise ein Kugelhahn sein kann. Der Antrieb 44.1 der vertikal ausgerichteten Förderschnecke 44 im Schacht 43, steht über ein Einlaufende des Schachtes 43 nach oben.

Im Schacht 43 ist eine weitere Förderschnecke 44 angeordnet, die für einen gleichmäßigen Materialantransport und Vorverdichtung zum Einlauf der einleitenden Förderschnecke 42 sorgt.

Weiterhin zeigt die Figur 2 die Zulaufleitung für Hilfs- und Prozessmedien 8, wie das Schwer- oder Trägeröl, Kalk oder Katalysator, sowie einen Misch- und Vorlagetank 8.1. Die für den Fachmann üblichen Fördermittel, sonstige Armaturen etc. sind nicht dargestellt. Mit dem Bezugszeichen 22 ist die Heizeinrichtung gekennzeichnet, mit der die eingefüllte Mischphase im Produktraum 11.2 erwärmt bzw. auf Temperatur gehalten wird. Zur optimalen Durchmischung ist der Reaktor 11 mit einem Rührwerk 15 ausgestattet, dass eine gemeinsame Antriebswelle 17 antreibt, an der ein erster Rührkörper 16.1 oberhalb des Scheidwerks 18 und darunter ein zweiter Rührkörper 16.2 befestigt ist.

Die Produktaufbereitungsstufe 300 ist neben der Produktleitung 27 für das Dieselöl 9 über eine Gasleitung mit einem Kamin 25 verbunden.

In der Figur 3 sind weitere Verbesserungen des Einleitsystems 100 dargestellt.

Unterschiedlich zur Ausrichtung der ersten Förderschnecke 41, die in Figur 2 horizontal geführt ist, weist die erste Förderschnecke 41 ein Gefälle in Transportrichtung und gegen die Horizontale von ca. 10° auf. Eingangsseitig und in der Nähe des Antriebes 41.2 ist dies über eine Absperreinheit mit einem Silo oder einem Bunker 57 verbunden. In der Mitte dieser ersten Förderschnecke 41 ist eine Trocknungseinheit 50 und eine zugehörige Begleitheizung 51 vorgesehen. Hierüber werden sehr leichtflüchtige Anteile, insb. Wasser abgeschieden.

Die Trocknungseinheit 50 ist über die Gasleitung 55.1, einem Filter 54.1 und einer Absaugung 53.1 mit dem Kamin 25 verbunden. Eine analoge Abluftleitung ist am Schacht 43 vorgesehen, der ebenfalls über eine Gasleitung 55.2, einen Filter 54.2 und eine Absaugung 53.2 mit dem Kamin 25 verbunden ist. Bei einer nicht dargestellten Variante sind die beiden Gaswege 55.1, 55.2 mit nur einer Absaugungsvorrichtung verbunden. Weiterhin ist auf der Druckseite der Gasleitungen 55.1, 55.2 eine Ableitung 55.3 für Kondensat vorgesehen, welches beispielsweise ins örtliche Kanalnetz oder in die Kopplungs- und Aufreinigungseinheit geleitet wird.

Über die Gasleitung 55.2 im Bereich des Schachtes 43 werden neben Staub und Feinstoffen auch flüchtige Gasbestandteile abgeleitet, die aufgrund der Begleitheizung 52 der einleitenden Förderschnecke 42 entstehen. Die Begleitheizung 52 hat den Zweck, den Ausgangsstoff 7 vor der Einleitung in den Reaktor 11 zu temperieren, so dass nicht die vollständige Prozesstemperatur über die Heizeinrichtung 22 des Reaktors 11 erfolgen muss.

Weiterhin ist in der Figur 3 ein Inertgasnetz dargestellt. Das Inertgas, hier lüssiger Stickstoff (N_2), wird in einem Tank, der Inertgasquelle 56, gelagert und über geeignete, nicht dargestellte Abspannvorrichtungen auf Prozessbedingungen gebracht. Um im Betrieb oder im Störfall unerwünschte oder gefährliche Ausgasungen und Geruchsbelästigungen zu vermeiden, führt eine Inertgasleitung 56.1 zum Kopfraum des Schachtes 43 und/oder unterhalb der Absperreinheit 45. Alternativ oder zusätzlich ist eine Inertgasleitung 56.2 vorgesehen, die von der Inertgasquelle 56 zur einleitenden Förderschnecke 42 geführt wird. Die Einleitung erfolgt idealerweise unmittelbar bei der Lagerung der Antriebswelle und der Durchführung durch das Gehäuse 42.1 oder zumindest in einem oberen Drittel ins Innere der Förderschnecke 42.

Figur 4 zeigt im Detail die Einbaulage der einleitenden Förderschnecke 42. Die Rotationsachse 42.3 der Förderschnecke 42 ist um den Winkel α gegenüber der Horizontalen geneigt. Weiterhin ist der Auslass der Förderschnecke 42 direkt an den Flansch des Reaktoreinlasses 12 angeflanscht. Somit kann der am Auslassende der Förderschnecke 42 stark verdichtete Ausgangsstoff 7 als Pfropfen in den Reaktor 11 eingeführt werden,

wobei der hoch verdichtete Ausgangsstoff 7 gleichzeitig die Förderschnecke 42 gegen das zu starke Eindringen der Schwerölkompontenten der Mischphase abdichtet.

Der Antrieb 42.2 der Förderschnecke 42 ist dabei etwas oberhalb der Füllhöhe FH des Reaktors 11 im bestimmungsgemäßen Betrieb. Somit ist auch im Störfall kein Entleeren des Reaktors 11 erforderlich, denn die flüssige Mischphase aus dem Produktraum 11.2 kann selbst beim Ziehen des Schneckenkerns der Föderschnecke 42 gefahrlos in dieser aufsteigen.

Am unteren Ende, dem Auslass der Förderschnecke 42 ist keinerlei Absperrvorrichtung platziert, insbesondere weder im Produktraum noch im oder am Flansch des Reaktoreinlasses 12.

Somit werden Ablagerungen und Toträume sicher vermieden und ein störungsfreier Prozess sowie eine optimale Strömung und Durchmischung im Reaktorinnenraum sichergestellt.

In der Figur 5 ist die Einbausituation und Aufbau der Mikrowellenheizung 22.1 im Detail gezeigt und sind ansonsten analog in allen Ausführungsvarianten der vorherigen Figuren so vorsehbar. Dabei zeigt die Figur 5 einen von gegebenenfalls mehreren

Mikrowellenheizungen 22.1, die unmittelbar an der Außenwand des zentralen Reaktors 11 angeordnet sind. Die Mikrowellenheizung 22.1 weist ein Magnetron 37, einen Hohlleiter 38 und eine Sicherheitsschleuse 36 auf, die mit einem ersten Ende und er dort angeordneten Sicherheitsscheibe 36.2 an den Reaktor 11 angrenzt.

Übliche Flansch- und Verbindungselemente sind vorgesehen, aber nicht weiter ausgeführt. In den Innenraum 36.1 der Sicherheitsschleuse 36 kann über den Einlass 36.3 ein Inertgas, bspw. Stickstoff in den Innenraum 36.1 geleitet werden. An dem zweiten Ende der Sicherheitsschleuse 36 ist eine weitere Sicherheitsscheibe 36.4 angeordnet, beide Sicherheitsscheiben 36.2, 36.4 sind aus einem Glas- oder Quarzglas. Das Magnetron 37 erzeugt die Mikrowellen, die als kräftiger Pfeil, der in Richtung des Reaktors 11 weist, angedeutet sind. Nur erwähnt, ohne detaillierte Darstellung, sind die bekannten sonstigen Elemente der Mikrowellenheizung, wie ein Tuner zur Minimierung der reflektierten Mikrowellen, die als schmaler Pfeil angedeutet sind, ein Zirkulator, eine Wasserlast, sowie geeignete Detektoren und ein Richtkoppler.

Bei dieser vorteilhaften Ausführungsform grenzt an den Produktraum 11.2 nicht nur ein einzelne Glas- oder Quarzglasscheibe 36.2, sondern eine Sicherheitsschleuse 36, wobei bei einer vereinfachten Bauart auch nur eine einzige Sicherheitsscheibe 36.2 zwischen
5 Produktraum 11.2 des Reaktors 11 und der Mikrowellenheizung 22.1 vorgesehen werden kann.

Bei einer nicht dargestellten Bauform zur Figur 5 wird die im Produktraum 11.2 eingefüllte Mischphase nicht unmittelbar erhitzt wird. Es ist vielmehr eine Leitung vorgesehen, die im
10 Kreislauf aus dem Reaktor heraus und wieder hinein führt und in welcher ein Fördermittel, wie beispielsweise eine Doppelspindelpumpe arbeitet. Weiterhin ist als ein Abschnitt der Leitung ein Glas- oder Quarzglasrohr vorgesehen, über welches die Mikrowellen von zwei Mikrowellenheizung 22.1 auf die strömende Mischphase einwirken. Zur Vermeidung von zu
15 starken Rückstrahlungen der Mikrowellen in die Mikrowellenheizung 22.1 kann es vorteilhaft sein, mehrere Glas- oder Quarzglasrohrs an unterschiedlichen Leitungsabschnitten der mit jeweils einer einzelnen Mikrowellenheizung vorzusehen.

Wie bereits erwähnt, ist es von Vorteil, wenn ein oder mehrere Ultraschallemitter vorgesehen werden.

Als vorteilhaft hat sich herausgestellt, wenn beispielsweise als Dichtungsmaterial für die erste Sicherheitsscheibe 36.2, die an den die Mischphase führenden Rohrrinnenraum und/oder Produktraum 11.2 grenzt, mindestens einseitig eine Dichtung aus einem
25 Kupfermaterial vorgesehen wird, idealerweise beidseitig. Auf der zweiten, der hiervon abgewandten Seite des Sicherheitskanals 36 ist zur Dichtung der Innenseite der Sicherheitsscheibe ein Fluorkautschuk und auf der zum Magnetron weisenden Außenseite ein Kühlflansch aus einem Aluminiumwerkstoff vorgesehen.

Die teilweise nicht dargestellten Aggregate können wie vorstehend ausgeführt einzeln oder gemeinschaftlich vorgesehen werden, insb. die Mikrowellenheizung 22.1 und/oder die
30 Ultraschallemitter 33 betreffend.

Die vorstehenden Ausführungsbeispiele sind stark vereinfacht, wobei übliche Elemente zur Prozessführung, Wartung, Überwachung und Steuerung vom Fachmann bedarfsweise vorzusehen sind. Weiterhin sind aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht alle Elemente in allen Figuren gezeigt, wobei eine Kombinierbarkeit grundsätzlich gegeben ist und

5 ausdrücklich vorgeschlagen wird.

Bezugszeichenliste

- 1 Anlage
- 2 Zuführung von Hilfsstoffen
- 3 Trenn- und Abscheideeinheit
- 4 Abscheidekolonne
 - 4.1 Schüttung
- 5 Kondensatoren
 - 5.1 Kondensator
 - 5.2 Kondensator
- 6 Inertgas
- 7 Ausgangsstoff
- 8 Hilfs- und Prozessmedien
 - 8.1 Tank
 - 8.2 Fördermittel
- 9 Dieselöl/-leitung
- 10 Reaktoreinheit
- 11 Reaktor
 - 11.1 Kopfraum
 - 11.2 Produktraum
- 12 Reaktoreinlass
 - 12.1 Einlassleitung
- 13 Kopfauslass
- 14 Bodenauslass
 - 14.1 Auslassleitung
- 15 Rühraggregat
- 16 Rührkörper
 - 16.1 Rührkörper erster
 - 16.2 Rührkörper zweiter
- 17 Antriebswelle
- 18 Schneidwerk
 - 18.1 Schneide oder Schneidabschnitt
- 19 Antrieb
 - 19.1 Befestigungsflansch

- 22 Heizeinrichtung
 - 22.1 Mikrowellenheizung
 - 22.2 Mikrowellen

- 23 Rückführungseinlass
 - 23.1 Rückführungsleitung
- 24 Speichertank
- 25 Kamin
- 26 ...
- 27 Produktleitung

- 32 Steuer- und Versorgungseinheit
- 33 Ultraschallemitter
- 34 Daten- und/oder Energieleitung
- 35 Ultraschallwellen
- 36 Sicherheitsschleuse
 - 36.1 Innenraum
 - 36.2 Sicherheitsglas
 - 36.3 Einlass
 - 36.4 Sicherheitsglas
- 37 Magnetron
- 38 Hohlleiter
- 39 Glas- oder Quarzglasrohr
- 40 Einfülltrichter
- 41 Förderschnecke
 - 41.1 Gehäuse
 - 41.2 Antrieb
- 42 Förderschnecke
 - 42.1 Gehäuse
 - 42.2 Antrieb
- 43 Schacht
- 44 Förderschnecke
 - 44.1 Antrieb
- 45 Absperreinheit
- 46 Trocknungsabschnitt

- 50 Trocknungseinheit
- 51 Begleitheizung
- 52 Begleitheizung
- 53 Absaugung 53.1, 53.2
- 54 Filter 54.1, 54.2
- 55 Abluftleitung 55.1, 55.2

56 Inertgasquelle

56.1 Inertgasleitung

56.2 Inertgasleitung

57 Silo, Bunker

100 Einleitsystem

200 Sedimentaufbereitungsstufe (Sediment) (neu)

300 Produktaufbereitungsstufe (Produkt) (neu)

400 Kopplungs- und Aufreinigungseinheit

α Winkel

MA Mittelachse

Patentansprüche

1. Anlage (1) zur katalytischen Herstellung von Dieselöl (9) aus einem Ausgangsstoff (7) aus der Gruppe der Reststoffe, wie Kunststoffen (PE, PP, PET, PVC, etc.), cellulosehaltige Stoffen und Biomaterialien, umfassend mindestens ein eine Förderschnecke (42) umfassendes Einleitsystem (2) für den Ausgangsstoff (7), eine Reaktionseinheit (10), mindestens eine ein- oder mehrteilige Trenn- und Abscheideeinheit (3) und mindestens eine Sedimentaufbereitungsstufe (200) für Feststoffe und/oder Sedimente, wobei die Reaktionseinheit (10) mindestens einen Reaktor (11) zur Behandlung einer Mischphase aus einer flüssigen Trägerphase und dem festen Ausgangsstoff (7), wobei der Reaktor (11) - im bestimmungsgemäßen Betrieb einen gas- oder dampfgefüllten Kopfraum (11.1) und einen mit der Mischphase gefüllten Produktraum (11.2) aufweist, weiterhin umfassend einen Einlass (12) für den Ausgangsstoff (7), einen Kopfauslass (13) für eine Gas- oder Dampfphase, einen Auslass (14) der mit der Sedimentaufbereitungsstufe (200) verbunden ist und mindestens ein motorisch angetriebenes Rühraggregat (15) zur Homogenisierung und Umwälzung des Reaktorinhaltes, welches mit mindestens einem Rührkörper (16) in den Produktraum (11.2) ragt, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Reaktoreinlass (12) derart ausgeformt ist, dass das Ende eines Gehäuses (42.1) einer in den Reaktor (11) einleitenden Förderschnecke (42) hieran gehalten und abgedichtet ist, und wobei die einleitende Förderschnecke (42) vom Einleitsystem (100) umfasst ist, wobei die Rotationsachse der einleitenden Förderschnecke (42) zur Horizontalen geneigt ist, idealerweise einen Winkel α von 25 bis 60° zur Horizontalen aufweist und der Reaktor (11) weiterhin mindestens eine Heizeinrichtung (22) umfasst oder eine Heizeinrichtung (22) unmittelbar an diesen angrenzt.
2. Anlage (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Schneckenantrieb (42.2) der einleitenden Förderschnecke (42) in einer Höhe relativ zum Produktraum (11.2) des Reaktors (11) liegt, die gleich oder höher als 2/3 der Höhe des Produktraumes (11.2) ist und idealerweise auf einer Höhe liegt, in der sich der gas- oder dampfgefüllte Kopfraum (11.1) des Reaktors (11) im bestimmungsgemäßen Betrieb befindet.

3. Anlage (1) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Ende des Gehäuses (42.1) der Förderschnecke (42) bis zur Wand oder dem Wanddurchbruch des Produktraumes (11.2) ragt oder unmittelbar an den verbindenden Anschlussstutzen des Reaktors (11) ragt oder diesen bildet.
4. Anlage (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass vor und/oder am Ende der einleitenden Förderschnecke (42) im Produktraum (11.2) des Reaktors (11) kein Verschlusselement vorgesehen ist, insbesondere keine Ventil, Rückschlagklappe, federbelasteter Stopper oder dergleichen, so dass das Ende der einleitenden Förderschnecke (42) eine Mischkammer ausbildet, in welche im bestimmungsgemäßen Betrieb die flüssige Phase aus dem Produktraum (11.2) in den Innenraum der einleitenden Förderschnecke (42) einströmen und den einzuleitenden Ausgangsstoff (7) benetzen kann.
5. Anlage (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die einleitende Förderschnecke (42) eine Stopfschnecke ist, die in Förderrichtung zur Verdichtung des Ausgangsstoffes (7) und Verminderung Hohlraumvolumens im Ausgangsstoff führt.
6. Anlage (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Einleitsystem (100) zwei oder mehr Förderschnecken (41, 42, 44) umfasst.
7. Anlage (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Einleitsystem (100) mindestens eine Trocknungseinheit (50) umfasst.
8. Anlage (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine Förderschnecke (41, 42, 44) und/oder eines ihrer Gehäuse (41.1, 42.1, 44.1) eine Heizungsanlage (51, 52) umfasst oder als eine solche Heizungsanlage (51, 52) ausgebildet ist.

9. Anlage (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Einleitsystem (100) zwischen zwei Förderschnecken (41, 42) mindestens einen vertikalen oder nahezu vertikalen Schacht (43) zur Weiterleitung des Ausgangsstoffes (7) aufweist, wobei in dem Schacht eine Förderschnecke (44) angeordnet sein kann.
10. Anlage (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass im Bereich des Einleitsystems (100) mindestens an einem Übergang von zwei Förderaggregaten eine Zuleitung (56.1, 56.2) für ein Inertgas (6) vorgesehen ist, welche mit einer Inertgasquelle (56) verbunden ist.
11. Anlage (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Einleitungssystem (2) einen Bunker (57) für das Ausgangsmaterial (7) umfasst oder mit diesem verbunden ist.
12. Anlage (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Reaktor (11) ein motorisch rotativ angetriebenes Schneidwerk (16) aufweist, zur schlagenden und/oder schneidenden Zerkleinerung des in der Mischphase enthaltenen Ausgangsstoffes (7).
13. Anlage (1) nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass
 - a) das Schneidwerk (18) mindestens eine Schneide oder einen Schneidabschnitt (18.1) aufweist und an derselben Antriebswelle (17) angebracht und von dieser gemeinsam angetrieben wird, wie der mindestens eine Rührkörper (16, 16.1, 16.2) und/oder
 - b) der mindestens eine Rührkörper (16) als Schneide oder mit einem Schneidabschnitt (18.1) aufgebaut ist oder
 - c) das Schneidwerk (18) eine Antriebswelle (20) und einen eigenen und vom Antrieb (19) des Rühraggregats (15) unabhängigen Antrieb (21) aufweist.

14. Anlage (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Antrieb (19) des Rühraggregates (15) eine Geschwindigkeit von mindestens 400 bis 500 U/min ermöglicht, vorteilhafterweise eine Umdrehung pro Sekunden von 440 bis 470 U/min ermöglicht und/oder eine Umfangsgeschwindigkeit des Rühraggregats (15) von 10 bis 20 m/s erreichbar ist, idealerweise eine Umfangsgeschwindigkeit von 13 bis 18 m/s erreichbar ist.
15. Anlage (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Antrieb (21) des Schneidwerkes (16) eine Geschwindigkeit von mindestens 400 bis 500 U/min ermöglicht, vorteilhafterweise eine Geschwindigkeit von über 440 bis 470 U/min ermöglicht..
16. Anlage (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die ein- oder mehrteiligen Trenn- und Abscheideeinheit (3) mindestens einen Kondensator (5) und/oder eine Abscheidekollonne (4) zur Abtrennung des Dieselöles (9) umfasst.
17. Anlage (1) nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass stromabwärts nach dem Reaktor (11) die Abscheidekollonne (4) und nachfolgend der mindestens eine Kondensator (5), idealerweise zwei Kondensatoren (5.1, 5.2) angeordnet sind.
18. Anlage (1) nach Anspruch 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Abscheidekollonne (4) mit dem Reaktor (11) eine Baueinheit bildet und direkt am Kopfraum (11.1) angebracht oder mit diesem verbunden ist.
19. Anlage (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine Heizeinrichtung (22) des Reaktors (11) ausgelegt ist, um eine Erwärmung einer eingefüllten Mischphase auf über zwischen 200 °C bis 400 °C, idalerweise zwischen 280 °C und 350 °C zu erreichen.
20. Anlage (1) nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass die Heizeinrichtung (22) eine Mikrowellenheizung ist, idealerweise eine Mikrowellenheizung (22.1), die eine Leistung von 80 bis 200 KW oder höher aufweist, und welche vom Produktraum (11.2) des Reaktors (11) oder die Mischphase führende, umlaufende Leitung (58) durch mindestens eine Scheibe, Fenster und/oder Rohrleitung aus Glas- oder Quarzglas getrennt ist.

21. Anlage (1) nach Anspruch 20 , dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine Mikrowellenheizung (22.1) eine Sicherheitsschleuse (36) als Hohlleiterabschnitt umfasst, die einen evakuierbaren Innenraum (36.1) aufweist, insbesondere einen Inneraum (36.1), an welchem beidseitig Glas- oder Quarzglasscheiben (36.2, 36.4) angeordnet sind.
22. Anlage (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass , ein Rückführungseinlass (23) an dem Reaktor (11) vorgesehen ist, der mit der Sedimentaufbereitungsstufe (200) verbunden ist und über welchen Teilströme oder Teilmengen, die über den Auslass (14) entnommen wurden, in den Reaktor (11) zurückgeführt werden können.
23. Anlage (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Reaktoreinlass (12) und/oder der Rückführungseinlass (23) derart ausgeformt ist, dass ein Gehäuse (62.1) einer rückführenden Förderschnecke (62) hieran gehalten und abgedichtet ist.
24. Anlage (1) nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, dass das Gehäuse (62.1) der rückführenden Förderschnecke (62) mit unmittelbar mit dem Rückführeinlass (23) des Reaktors (11) verbunden ist, insb. an diesem mit dem Gehäuse (62.1) angeflanscht ist.
25. Anlage (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Zuführungseinheit für Prozess- und Hilfsstoffe (8) vorgesehen ist, die leitungsmäßig mit dem Reaktor (11) verbunden ist.
26. Verfahren zur kontinuierlichen Herstellung von Dieselöl aus einem Ausgangsstoff (7) aus der Gruppe der Reststoffe, wie Kunsstoffen (PE, PP, PET, PVC, etc.), cellulosehaltige Stoffen (Sägespäne, Schreddergut) und Biomaterialien, welcher als granulare Feststoffphase in eine flüssige Phase aus einem Trägeröl eingebracht und katalytisch umgeformt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Anlage (1) nach einem der vorherigen Ansprüche 1 bis 25 vorgesehen ist, und wobei
- die Temperatur in der Mischphase zwischen 200 und 400 °C liegt, idalerweise zwischen 280 °C und 320°C und
 - die Mischphase weiterhin einen Anteil an Kalk von 1,5 Gew.% bis 10 Gew.% und einen Anteil an Katalysator von 1 Gew.% bis 15 Gew. % aufweist, und wobei

- die gas- oder dampfförmige Phase mittels mindestens einer Vakuumpumpe kontinuierlich aus dem Kopfraum (11.1) abgezogen und stromabwärts des Reaktors (11) in mindestens einem Kondensator (5) das Dieselöl (9) von der leichtflüchtigen gas- oder dampfförmigen Phase abgetrennt wird.

27. Verfahren nach Anspruch 26, **dadurch gekennzeichnet, dass** der in der Mischphase enthaltende Ausgangsstoff (7) mittels der mindestens einen Schneide (18) oder dem Schneidabschnitt (18.1) im Reaktor (11) mechanisch zerkleinert wird.
28. Verfahren nach einem der Ansprüche 26 oder 27, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Katalysator ein Bentonith oder Zeolith ist, insb. ein Aluminium Silicat.
29. Verfahren nach einem der Ansprüche 26 bis 28, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Umfangsgeschwindigkeit des Rühraggregates (15) zwischen 8 bis 20 m/s beträgt, idealerweise zwischen 13 bis 17 m/s beträgt.
30. Verfahren nach einem der Ansprüche 26 bis 29, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Druck im Kopfraum (11.1) des Reaktors (11) kleiner oder gleich 1 bar ist, idealerweise im Bereich von 25 bis 60 mbar liegt.
31. Verfahren nach einem der Ansprüche 26 bis 30, **dadurch gekennzeichnet, dass** stromaufwärts des Reaktors (11) im Endstück der einleitenden Förderschnecke (42) eine Mischkammer ausgebildet ist, in die die flüssige Phase aus dem Produktraum (11.2) das offene Ende und den Innenraum der einleitenden Förderschnecke (42) einströmen und den einzuleitenden Ausgangsstoff (7) benetzen kann, wozu im Produktraum (11.2) des Reaktors (11) an oder vor dem Ende und Auslass der einleitenden Förderschnecke (42) kein Verschlusselement vorgesehen ist, insbesondere keine Ventil, Rückschlagklappe, federbelasteter Stopper oder dergleichen.

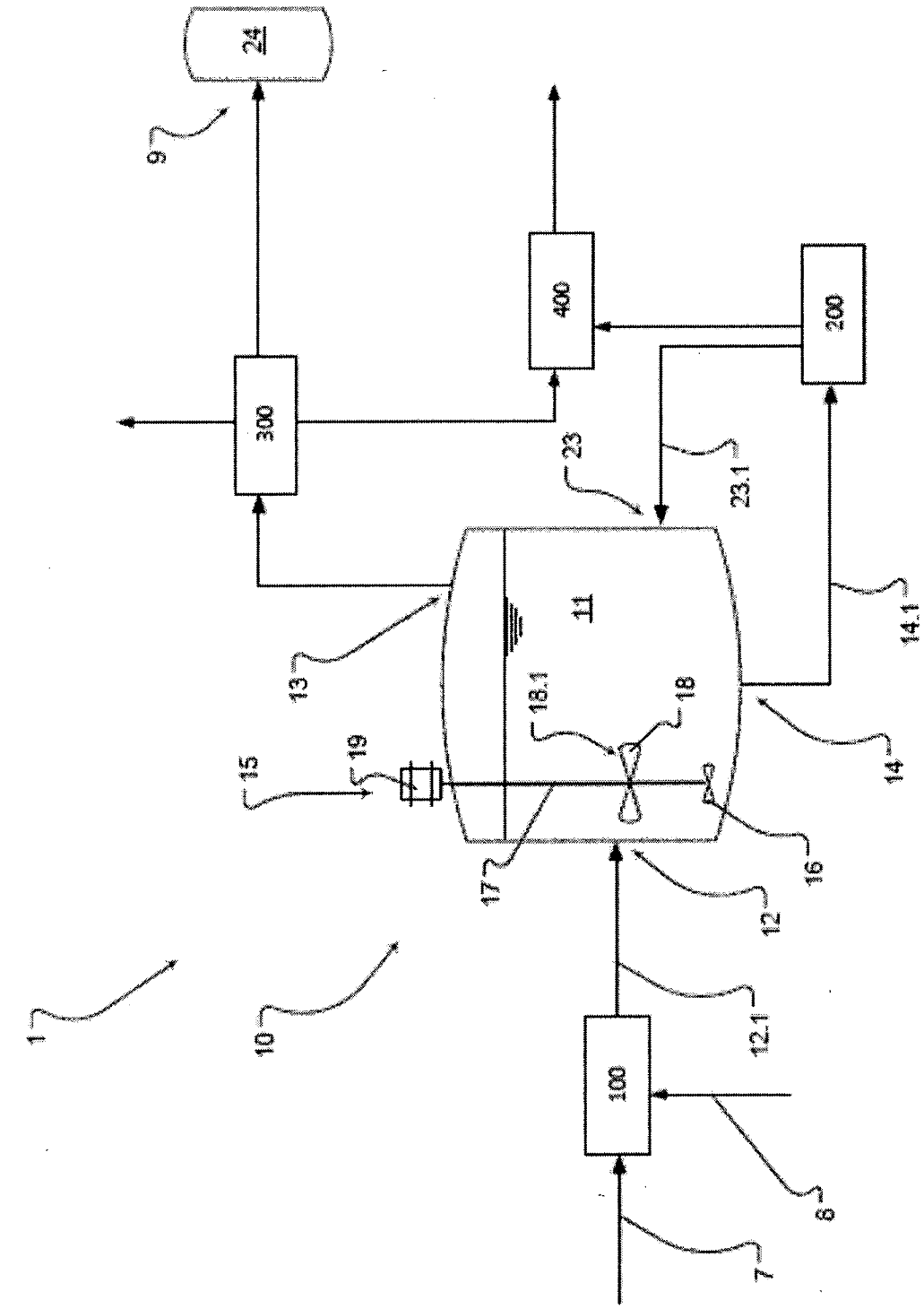


Fig. 1

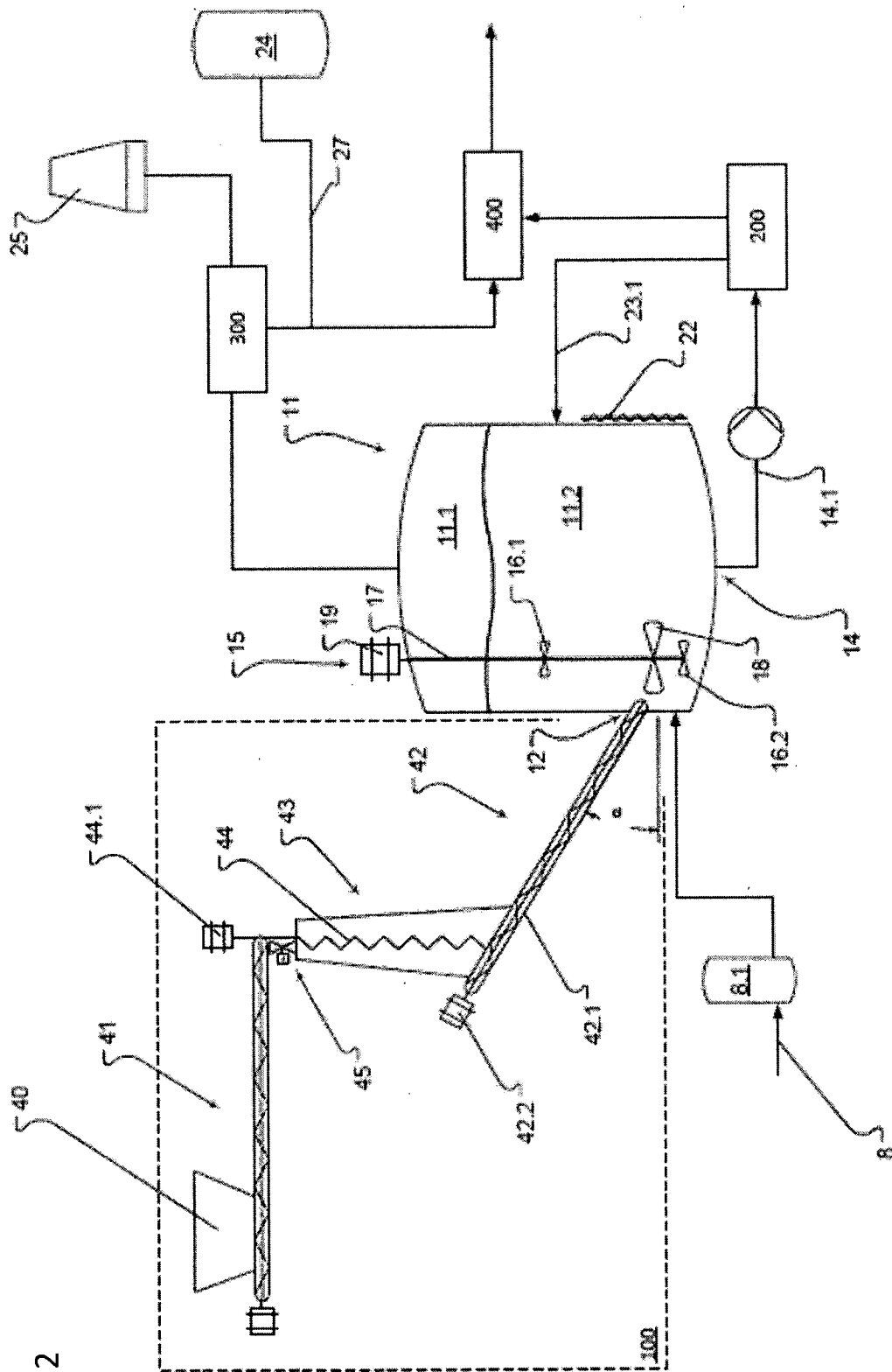
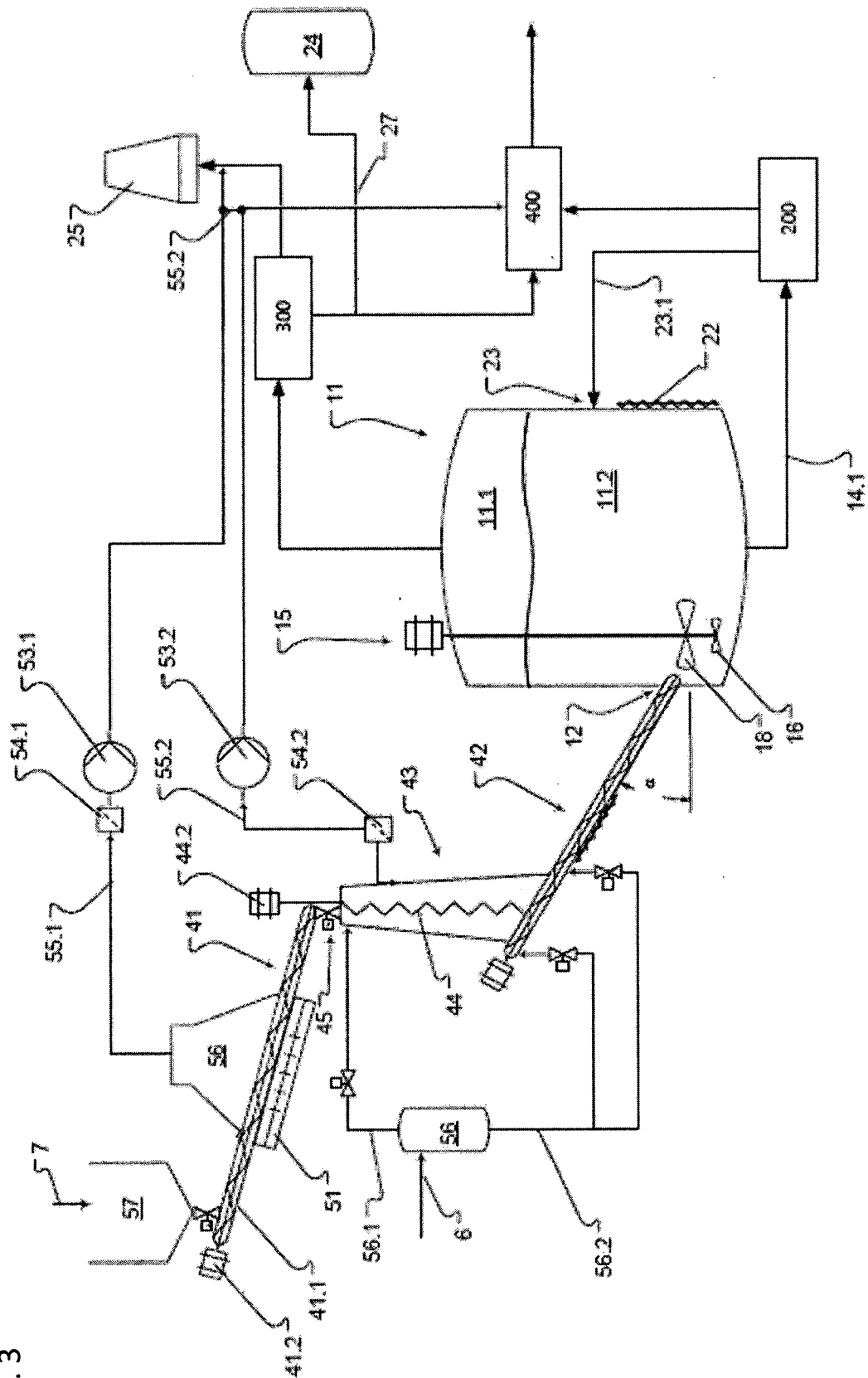


Fig. 2



File 3

Fig. 4

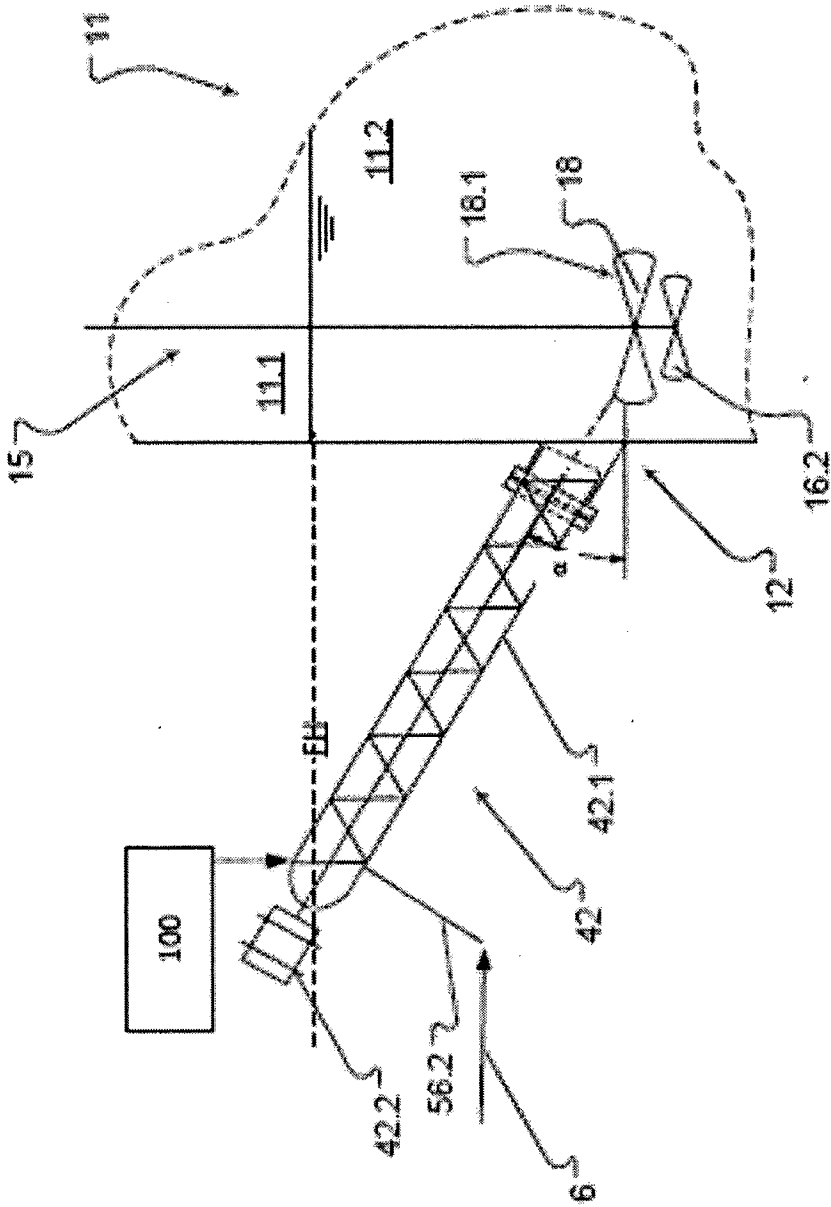
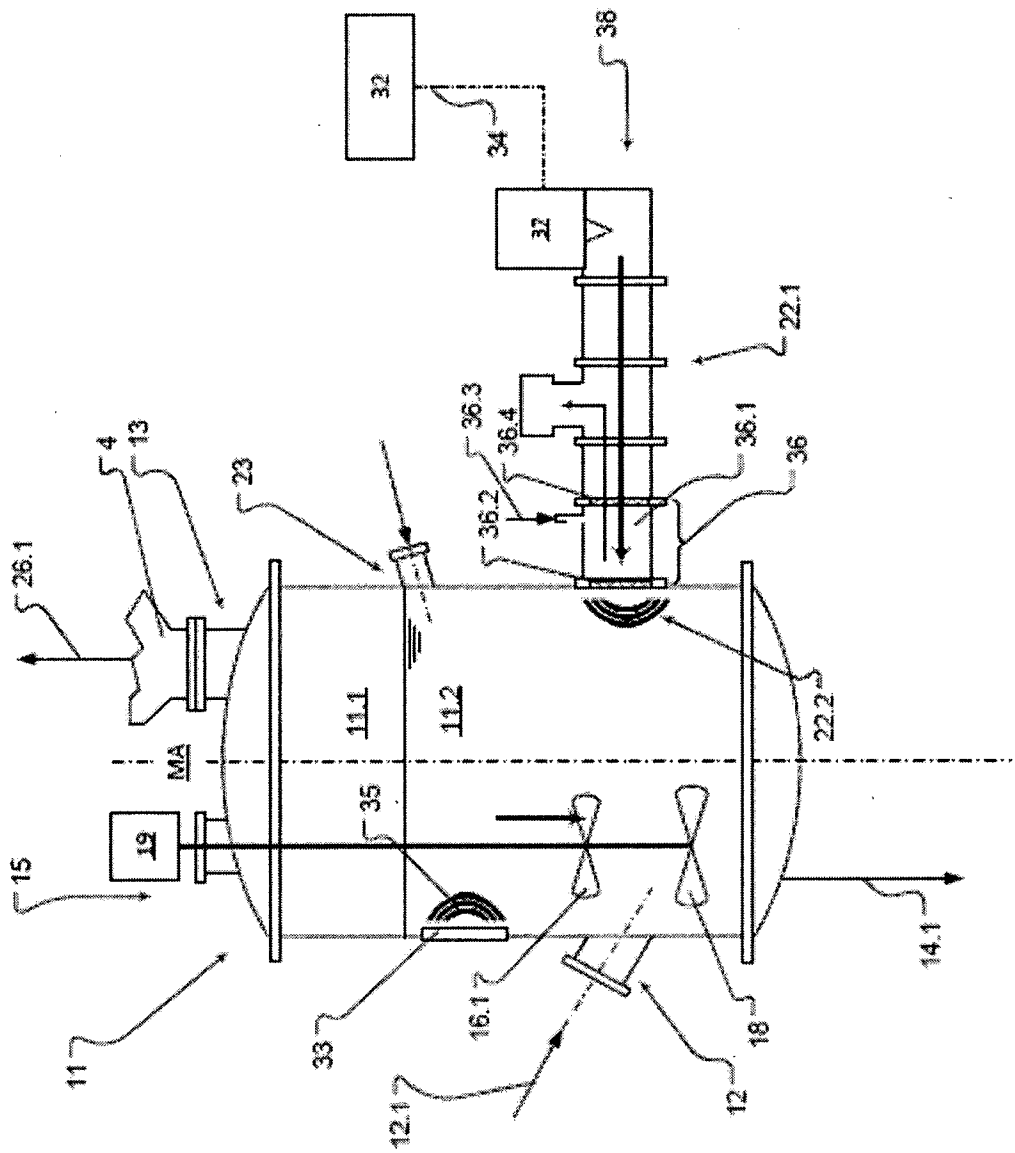


Fig. 5



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2020/000064

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER*C10G 1/08*(2006.01)i; *C10G 1/10*(2006.01)i

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)

C10G

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 Y	US 4584421 A (SAITO KIYOSHI [JP] ET AL) 22 April 1986 (1986-04-22) column 5, line 40 - column 7, line 10 figures 1,2	1-4,8-10,12-25 5-7,11,26-31
Y	DE 102012010763 A1 (TRAUTMANN AXEL [DE]) 26 September 2013 (2013-09-26) paragraphs [0017], [0025], [0036]	26-31
Y	WO 2005071043 A1 (NILL TECH GMBH [DE]; NILL WOLF-EBERHARD [DE] ET AL.) 04 August 2005 (2005-08-04) cited in the application claim 3; figures 1a,2	5-7,11
A	WO 2008022790 A2 (GRANIT SYSTEM S A [CH]; WIDMER CHRISTIAN [CH] ET AL.) 28 February 2008 (2008-02-28) page 9; figure 15	1-31



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

09 June 2020

Date of mailing of the international search report

18 June 2020

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Galleiske, Anke

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2020/000064

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	4584421	A	22 April 1986	NONE			
DE	102012010763	A1	26 September 2013	CN	104334690	A	04 February 2015
				DE	102012010763	A1	26 September 2013
				DK	2831198	T3	26 November 2018
				EA	201491778	A1	31 March 2015
				EP	2831198	A1	04 February 2015
				PL	2831198	T3	31 January 2019
				US	2015047962	A1	19 February 2015
				WO	2013143685	A1	03 October 2013
WO	2005071043	A1	04 August 2005	AT	491771	T	15 January 2011
				CA	2558347	A1	04 August 2005
				DK	1745115	T3	04 April 2011
				EP	1745115	A1	24 January 2007
				PL	1745115	T3	31 May 2011
				PT	1745115	E	23 March 2011
				SI	1745115	T1	31 May 2011
				WO	2005071043	A1	04 August 2005
WO	2008022790	A2	28 February 2008	DE	102007039887	A1	12 June 2008
				EP	2061859	A2	27 May 2009
				US	2009321317	A1	31 December 2009
				WO	2008022790	A2	28 February 2008

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. C10G1/08 C10G1/10
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 C10G

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 4 584 421 A (SAITO KIYOSHI [JP] ET AL) 22. April 1986 (1986-04-22)	1-4, 8-10, 12-25
Y	Spalte 5, Zeile 40 - Spalte 7, Zeile 10 Abbildungen 1,2	5-7,11, 26-31
Y	DE 10 2012 010763 A1 (TRAUTMANN AXEL [DE]) 26. September 2013 (2013-09-26) Absätze [0017], [0025], [0036]	26-31
Y	WO 2005/071043 A1 (NILL TECH GMBH [DE]; NILL WOLF-EBERHARD [DE] ET AL.) 4. August 2005 (2005-08-04) in der Anmeldung erwähnt Anspruch 3; Abbildungen 1a,2	5-7,11
	- / - -	



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

9. Juni 2020

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

18/06/2020

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

Galleiske, Anke

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 2008/022790 A2 (GRANIT SYSTEM S A [CH]; WIDMER CHRISTIAN [CH] ET AL.) 28. Februar 2008 (2008-02-28) Seite 9; Abbildung 15 -----	1-31

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2020/000064

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4584421	A	22-04-1986	KEINE
DE 102012010763	A1	26-09-2013	CN 104334690 A 04-02-2015
			DE 102012010763 A1 26-09-2013
			DK 2831198 T3 26-11-2018
			EA 201491778 A1 31-03-2015
			EP 2831198 A1 04-02-2015
			PL 2831198 T3 31-01-2019
			US 2015047962 A1 19-02-2015
			WO 2013143685 A1 03-10-2013
WO 2005071043	A1	04-08-2005	AT 491771 T 15-01-2011
			CA 2558347 A1 04-08-2005
			DK 1745115 T3 04-04-2011
			EP 1745115 A1 24-01-2007
			PL 1745115 T3 31-05-2011
			PT 1745115 E 23-03-2011
			SI 1745115 T1 31-05-2011
			WO 2005071043 A1 04-08-2005
WO 2008022790	A2	28-02-2008	DE 102007039887 A1 12-06-2008
			EP 2061859 A2 27-05-2009
			US 2009321317 A1 31-12-2009
			WO 2008022790 A2 28-02-2008