

(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
28. Februar 2008 (28.02.2008)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2008/022790 A2

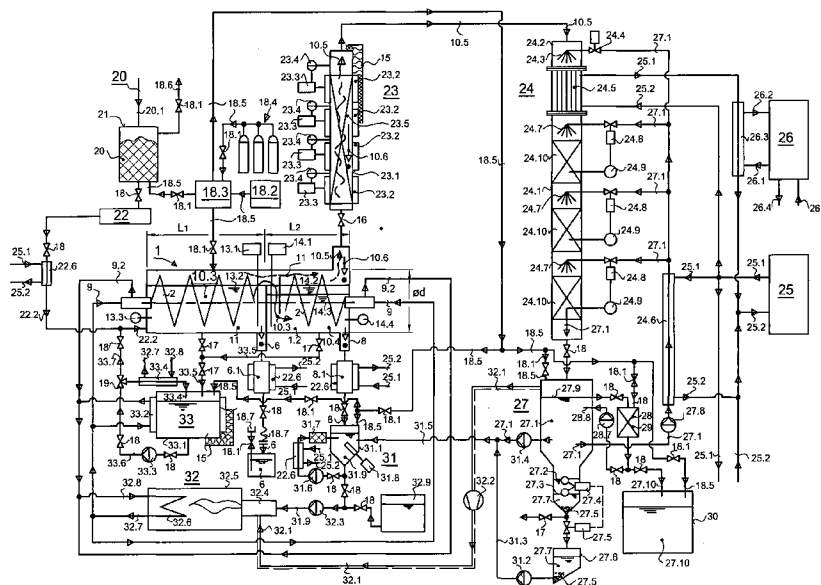
- (51) Internationale Patentklassifikation:
C10G 1/00 (2006.01) C10G 3/00 (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2007/007419
- (22) Internationales Anmeldedatum:
23. August 2007 (23.08.2007)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2006 039 824.6 25. August 2006 (25.08.2006) DE
10 2006 046 682.9
29. September 2006 (29.09.2006) DE
10 2006 055 388.8
22. November 2006 (22.11.2006) DE
10 2007 039 887.7 23. August 2007 (23.08.2007) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): GRANIT SYSTEM S.A. [CH/CH]; 5, rue du Grand Chêne, CH-1003 Lausanne (CH).

- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): WIDMER, Christian [CH/CH]; Hölzlistrasse 9, CH-4102 Binningen (CH). HARTMANN, Rudolf [CH/CH]; Grauensteinweg 4, CH-4460 Gelterkinden (CH). WESER, Gerold [DE/DE]; Dorfstrasse 32, CH-5405 Dättwil (CH).
- (74) Anwalt: WINTER BRANDL FÜRNISS HÜBNER RÖSS KAISER POLTE - PARTNERSCHAFT -; Bavariaring 10, 80336 München (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, 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, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR PROCESSING PLASTIC-CONTAINING WASTE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM AUFBEREITEN VON KUNSTSTOFFHALTIGEN ABFÄLLEN



(57) Abstract: The invention relates to a method and a device for processing plastic-containing and organic fluids based on crude oil, cooking oil, fats or the like, wherein the substance mixture is fed into a reactor, is then melted in the melting zone of the reactor and the interfering substances are discharged from the melt. The long-chained polymers still present in the melt are cracked in a crack zone of the reactor until they assume a gaseous state. Then the gas phase is discharged from the reactor and condensed in a cooler. Impurities are then removed from the volatile liquid present after cooling and the volatile liquid is stored.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2008/022790 A2



(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF,

CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

(57) **Zusammenfassung:** Offenbart wird ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Aufbereiten von kohlstoffhaltigen und organischen Flüssigkeiten auf der Basis von Erdöl, Speiseöl, Fetten oder dergleichen, wobei das Stoffgemisch in einen Reaktor eingetragen wird, nachfolgend in einer Schmelzzone des Reaktors aufgeschmolzen und die Störstoffe aus der Schmelze ausgetragen werden. Die weiterhin in der Schmelze enthaltenen langkettigen Polymere werden in einer Crackzone des Reaktors gecrackt bis diese in einen gasförmigen Zustand übergehen, danach wird die Gasphase aus dem Reaktor ausgetragen und in einem Kühler kondensiert. Anschließend werden Verunreinigungen aus der nach dem Kühlen vorliegenden Leichtflüssigkeit entfernt und die Leichtflüssigkeit gespeichert.

Beschreibung

Verfahren und Vorrichtung zum Aufbereiten von kunststoffhaltigen Abfällen

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Aufbereiten von kunststoffhaltigen Abfällen und organischen Flüssigkeiten auf der Basis von Erdöl, Speiseöl, Fetten oder dergleichen.

Im Zuge der Rohölverteuerung und der immer restriktiveren Auflagen der Regierungen im Hinblick auf die Aufbereitung von Abfallstoffen und das Recyclen von Wertstoffen besteht großes Interesse an der Aufbereitung von Kunststoffwertstoffen, die beispielsweise aus dem Restmüll aussortiert werden.

Aus der WO 2005/071043 A1 ist ein Aufbereitungsverfahren bekannt, bei dem Kunststoffwertstoffe zu Öl verarbeitet werden.

Dabei werden die aussortierten Kunststoffwertstoffe zunächst unter Luftabschluss verdichtet und einem Aufschmelzbehälter zugeführt. In diesem erfolgt eine Auftrennung in eine erste Flüssigkeitsphase, eine erste Gasphase und einen Rückstandanteil. Die Flüssigphase und die erste Gasphase werden einem Verdampfer zugeführt, in welchem eine zweite Flüssigphase und eine zweite Gasphase entstehen. Die zweite Flüssigphase wird in einem Nacherhitzer weiter erwärmt. Die dabei entstehende dritte Gasphase wird gemeinsam mit der zweiten Gasphase aus dem Verdampfungsbehälter einem Crackturm zugeführt, in dem langkettige Kohlenwasserstoffe gecrackt werden. Das entstandene Gas wird dann in einem Kondensator zu Leichtflüssigkeit kondensiert.

Diese komplexe Verfahrensführung mit einem Aufschmelzbehälter, mehreren Verdampfungs- oder Nacherhitzungsbehältern, einer eigenen Crackanlage und einem Kondensator erfordert einen erheblichen vorrichtungstechnischen Aufwand.

Demgegenüber liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zu schaffen, mit denen kunststoffhaltige Abfälle bei minimalem vorrichtungstechnischem Aufwand aufbereitbar sind.

Diese Aufgabe wird hinsichtlich des Verfahrens durch die Merkmalskombination des Patentanspruches 1 und hinsichtlich der Vorrichtung durch die Merkmale des Patentanspruches 12 gelöst.

Erfindungsgemäß erfolgt das Aufschmelzen, Verdampfen und Cracken in einem einzigen gemeinsamen Reaktor, der in eine Schmelz- und eine Crackzone unterteilt ist oder in zwei hintereinander geschalteten Reaktoren, so dass der apparatetechnische Aufwand gegenüber der eingangs beschriebenen Lösung ganz erheblich verringert ist.

Die nach der Crackzone des Reaktors vorliegende Gasphase wird beispielsweise einer Destillationskolonne zugeführt, die derart betrieben wird, dass langkettige Polymere kondensieren und wieder der Crackzone des Reaktors zugeführt werden. Relativ kurzkettige, nach der Destillationskolonne und einem sich daran anschließenden Kühler gasförmige vorliegende Kohlenwasserstoffe können als Brennstoff energetisch genutzt werden.

Das erfindungsgemäße Verfahren lässt sich besonders effektiv realisieren, wenn die Temperatur in der Schmelzzone möglichst niedrig ist - etwa bei 250°C bis maximal 350°C - und in der Crackzone etwa bei 420°C bis 450°C.

Im Reaktor anfallende Verunreinigungen und nicht aufschmelzbare Kunststoffe oder dergleichen sinken in der Schmelzzone und in der Crackzone ab und können ausgetragen werden.

Diese hochkalorischen Rückstände können emulgiert und ebenfalls als Brennstoff energetisch genutzt werden.

Nach dem Kondensieren noch in der Leichtflüssigkeit vorhandene Verunreinigungen können durch einen eigenen Aufbereitungsschritt, beispielsweise durch Absorption aus der Leichtflüssigkeit entfernt werden.

Der Reaktor mit der Schmelzzone und/oder der Crackzone ist mit einer Fördereinrichtung versehen, über die die Schmelze vom Materialeintragweg kontinuierlich gefördert wird. Diese Fördereinrichtung kann beispielsweise durch einen Schneckenförderer gebildet sein, der jeweils einer der genannten Zonen zugeordnet ist.

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung wird das aufzubereitende Stoffgemisch über zumindest zwei Materialeinträge symmetrisch dem Reaktor zugeführt.

Es wird besonders bevorzugt, wenn dieses Material vor der Zuführung zum Reaktor verdichtet wird.

Der Reaktor wird vorzugsweise als liegender Behälter ausgeführt.

Bei einem Ausführungsbeispiel wird ein Teil des Flüssigproduktes nach dem Abkühlen und Quenchen als Umlaufkühlflüssigkeit über einen Kühler geführt und als Quenchflüssigkeit im Kühler zum Abkühlen und Kondensieren des Gasstroms benutzt.

Das Aufheizen der Schmelze in der Schmelz- oder Crackzone erfolgt vorzugsweise jeweils durch im Inneren des Reaktors geführte Rohre, so dass praktisch ein Rohrwärmetauscher ausgebildet ist. Die Anzahl der Rohre oder genauer gesagt, deren Wärmeaustauschfläche ist an die aufzubringende Heizleistung angepasst.

Wie vorstehend erwähnt, kann ein einziger Reaktor mit einer Schmelz- und einer Crackzone vorgesehen werden. Alternativ dazu können auch zwei Reaktoren hintereinander geschaltet werden. Zur Aufheizung der Suspension sind im Reaktor Heizrohre vorgesehen. Bei einem Ausführungsbeispiel der Erfindung erfolgt der Heizmitteleintrag und die Aufteilung des Heizmittels auf die einzelnen Rohre stirnseitig an einem Ende des Reaktors. Der Auslaufverteiler und der Heizmittelaustrag befinden sich dann an der gegenüberliegenden Seite des Reaktors. Wie bereits erwähnt, drehen dabei die Heizrohre mit den zugeordneten Verteilern und der Spirale, über die auch Verkrustungen an der Innumfangswandung des betreffenden Reaktors abgetragen werden kann gemeinsam um.

Dem einzigen Reaktor mit Schmelz- und Crackzone oder den beiden hintereinander geschalteten Reaktoren ist jeweils ein Wärmetauscher zugeordnet, in dem die Suspension oder Schmelze erwärmt ist.

Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel sind auch diese Wärmetauscher als Rohrwärmetauscher ausgeführt, wobei in einem von der Suspension/Schmelze durchströmten Innenrohr eine Spirale angeordnet ist, die gemeinsam mit der Suspension umläuft und den Wärmeaustausch wesentlich verbessert, so dass der Wärmetauscher kürzer als herkömmliche Konstruktionen gebaut werden kann.

Bei einer Variante wird es bevorzugt, wenn dieser Wendel oder die Spirale gleitend an der Umfangswandung des Innenrohrs anliegt, so dass anhaftende Rückstände abgetragen werden können.

Da die Suspension noch einen gewissen Anteil an Feststoffen enthält, sind die Antriebsaggregate der Pumpen und Förderer einem besonderen Verschleiß ausgesetzt. Um diesen Verschleiß zu minimieren, können bei einer erfindungsgemäßen Variante Magnetkupplungsmotore verwendet werden, so dass keine Kupplungselemente der Antriebe mit der Suspension in Kontakt kommen.

Der Verschleiß von Pumpen lässt sich verringern, wenn die Pumpe magnetisch betrieben wird, wobei der Antriebsmagnet außerhalb des Suspensionsbereichs angeordnet ist. Vorzugsweise wird eine doppelwirkende Kolbenpumpe mit zwei Druckräumen eingesetzt, die von einem Kolben getrennt sind, der über den Magnetantrieb betätigbar ist.

Dieser Magnetantrieb kann beispielsweise einen außenliegenden, den Pumpzylinder umgreifenden Magneten aufweisen, der von einem Linearantrieb antreibbar ist, so dass der Hub des Kolbens von der Stellbewegung des Linearantriebs vorgegeben ist.

Sonstige vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand weiterer Unteransprüche.

Vorgestellt in Figur 1 wird eine kontinuierlich arbeitende Aufbereitungsanlage für Mischkunststoffe und verunreinigte Kunststoffe, welche aus Restmüll aussortiert werden, dabei wird PVC, PET und Gummi als Störstoff aussortiert. Zur Zeit sind folgende Verfahren zur Marktreife gebracht worden, davon ist jedoch nur das Verfahren (nach WO 2005/071043 A1) für kontinuierlichen Betrieb ausgelegt worden. Die zwei anderen Verfahren sind batchbetriebene Anlagen und können beim Betrieb von min. drei Einheiten als quasikontinuierlicher Betrieb bezeichnet werden. Diese Verfahren sind in den Druckschriften JP 08 034978A (Patent Abstracts), US 4 584 421 A und CN 1 284 537 A beschrieben.

Ein Unterschied zwischen den vorgenannten Verfahren und dem neuen Verfahren gemäß Figur 1 liegt in der kontinuierlichen Beschickung über mindestens zwei Eintragungseinrichtungen, 20/22 in einen liegenden Reaktor 1 in welchem gleichzeitig folgende sechs Prozessschritte ablaufen und der über einen gemeinsamen ungetrennten Gasraum verfügt.

1) Kontinuierliches Eintragen 20/22 von Kunststoffen und organischen Flüssigkeiten auf der Basis von Erdöl oder Speiseöl und Fetten.

2) Schmelzen der eingetragenen Stoffgemische im Temperaturbereich zwischen 250°C und 350 ° C zu einer flüssigen Masse ähnlich aufgerührter Dispersionsfarbe 10.3 im Bereich der Schmelzkammer 1.1.

3) Verunreinigungen wie Sand und andere anorganischen Stoffe, sowie bei 350 ° C nicht schmelzbare Kunststoffe oder anorganische Farben 5 sinken ab und werden durch die Spirale in den Abwurfschacht 6 gefördert und über die Austragsvorrichtung 6.1 in einem Sondermüllcontainer geleitet, welcher als Wechselcontainer über eine Sondermüllverbrennung entsorgt wird.

4) Über die Trenn- und Tauchwand 10.1 u. 10.2 gelangt das von Störstoffen befreite Schmelzgut 10.3 in die Crackzone 1.2 in welcher mit Temperaturen zwischen 420 bis 450 ° C die langkettigen Polymere solange thermisch aufgebrochen werden, bis diese als kurzkettige Kohlenwasserstoffe in den gasförmigen Zustand 10.5 übergehen und zusammen mit den Gasen 11 aus der Schmelzstufe 1.1 in die Destillationskolonne geführt werden.

5) Der Destillationsturm 23 ist demzufolge derart ausgelegt, dass länger-kettige Kohlenwasserstoffe als C24 kondensieren und wieder in den Crackreaktor 1.2 zurücklaufen und solange darin verweilen bis diese kürzer sind als C24. Die Bandbreite beim Cracken bewegt sich zwischen C1 bis C22 mit dem Hauptanteil bei C12 bis C16. C1 (vorwiegend Methan) bis C4 (vorwiegend Propan) bleiben bei der gewählten Temperatur im Destillationsturm 23 im gasförmigen Zustand 32.1 Diese hochkalorischen, brennbaren Gase werden im Mehrstoffbrenner 32.4 zur Thermosalzerhitzung genutzt.

6) Hochenergetische aber nicht in den gasförmigen Zustand übergehende pech- und teerartige Substanzen, sowie auch beim Cracken von Polymeren entstehender Kohlenstoffüberschuss sinkt im Reaktorteil 1.2 ab und wird durch die Förderspirale 2 in den Abwurfschacht 8 gefördert und über die Austragsvorrichtung 8.1 in einen Auffangtank 31.9 geleitet. Dieser Rückstandsanteil 7 kann mit dem Wasser 27.7 aus dem Produkte- und Wasser-Abscheidebehälter sowie mit dem heizölähnlichem Produkt 27.1 im Tank 31.9 mittels Ultraschall 31.8 emulgiert werden und als Brennstoff zur Thermosalzerhitzung dem Mehrstoffbrenner 32.4 als hochkalorischer Flüssigbrennstoff 31.9 zugeführt werden, oder wahlweise über eine

Flüssigverbrennungsanlage entsorgt werden. Da sich im heizölähnlichem Substrat durch verdampfte Verunreinigungen, schwefelhaltige Verbindungen, insbesondere schweflige Säuren, halogene Säuren, wie z.B. Salzsäure (HCl) und eventuell störende organische Säuren befinden, wird vorgeschlagen, Vorrichtungen gemäss den Fig. 7, 8 und 9 Sorptionseinheiten zur Entfernung der vorgenannten Schadstoffe einzusetzen. Hierzu eignen sich basisch reagierende Molekularsiebe in Form von Silikagel-Schüttungen, welche nach dem Regenerieren wiederverwendet werden können. Nachdem die vorgenannten Schadstoffe entfernt sind, entspricht die Leichtflüssigkeit den Qualitätsanforderungen von schwefelarmem leichtem Heizöl.

Die Figur 6.1 zeigt eine weitere Ausführungsvariante für die Ausbildung eines Schmelzreaktors 1.1 und eines nachgeschaltetem Crackreaktors 1.2 in dem der Heizungsmittelintrag 9 über den Rohrverteiler 9.3 dem Heizungsauslaufverteiler 9.4 und dem Auslauf 9.2 gegenüber liegt. Auch bei dieser Variante drehen die Rohre 9 mit der Förderspirale 2.

Die Figur 6.2 zeigt eine Ausführungsvariante des Schmelzreaktors 1.1 bei welchem vorzugsweise sämtliche Antriebselemente für Förderer und Pumpen über Magnetkupplungsmotoren 34 geschieht, bei welchen weder Inhaltsflüssigkeit nach aussen austreten kann, oder Luftsauerstoff mit der Inhaltsflüssigkeit 10.3 in Berührung kommt.

Wegen der hohen Umgebungstemperaturen sind die Magnete aus einer speziellen kobalthaltigen Legierung gefertigt.

Die Figur 10 zeigt eine doppelwirkende Kolbenpumpe mit Magnetantrieb 35.5 welche über keine Durchdringungen nach aussen verfügt wie z. B. Kolbenstangen, Abdichtungen, etc..

Durch einen aussenliegenden Linearantrieb 35.3 wird der Kolben in der Richtung 35.3 über Magnetkraft bewegt. Durch die frei beweglichen Ventilkappen 35.6 können auch noch nicht vollständig gelöste Kunststoffteile geleitet werden.

Da Wirkungsgrad betreffend Pumpwirkung und Energieaufwand entspricht einer offenen Kanalradpumpe im Schmutzwasserbereich.

Die Figur 11 zeigt einen Crackreaktor 1.2 in stehender Ausführung mit einem stehend angeordneten Rohrbündelwärmetauscher 9.5. Durch die Pumpe 35 wird die Suspension dann im Kreislauf 37 gefahren.

Die Figur 11.1 zeigt eine Variante (39) zu der Umwälzpumpe (35). Durch die Förderspirale (39.2) mit Rohrseite (39.3) wird das Umlaufsubstrat (37) durch den Motorantrieb (39.5) in Richtung des Bezugszeichens (39.1) umgepumpt. Dabei verfügt auch das Mantelrohr (39.4) über eine hier nicht dargestellte Mantelheizung.

Der hauptsächliche Crackprozess findet im dynamischen Teil des Wärmetauschers 9.5 bei 420 bis 450°C statt. Dieser Wärmetauscher 9.5 hat 3 parallel geschaltete Strömungspfade, in denen jeweils eine Reinigungsspirale 9.6 vorgesehen ist. In der Beruhigungszone 38 setzen sich die nicht geackten, langkettigen Kohlenstoffverbindungen 8 ab.

Die Figur 12 zeigt eine Spirale 9.6 des Wärmetauschers welche im Gleichstrom mit Suspension 37 direkt (ca. 1 bis 20 UpM) und durch die Anlauffläche 9.6 den Suspensionsstrom verwirbelt 9.10. Durch diesen Effekt wird der Oberflächenkontakt zwischen der Suspension 37 und der Heizfläche (auf Grund von wissenschaftlich belegbaren Messungen) verdreifacht. Dies bedeutet, dass ein solcher Wärmetauscher aufgrund des höheren Wirkungsgrads auf ein Drittel verkürzt werden kann.

Die Figur 13 zeigt wie die unter leichter Spannung (gegen die Aussenfläche der Rohrwandung) stehende Spirale 9.6 die Verkrustungen der abgelagerten Kohlenstoffverbindungen 8 abkratzt, und mit dem Produktaufstrom 37, 9.7 von den Heizflächen entfernt. Somit wird sichergestellt, dass der Wärmeübergang ständig erhalten bleibt. Da das Produkt aus einer schmierstoffhaltigen, öligen Masse besteht, ist die Abrasion als sehr gering einzustufen.

Die Figur 14 zeigt ein Gesamtkonzept einer alternativen Anlage zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens, wobei anstelle des einzigen Reaktors mit Schmelz- und Crackzone gemäß Figur 1 zwei hintereinandergeschaltete Reaktoren 8, 10 verwendet werden. Ähnlich wie beim vorbeschriebenen Ausführungsbeispiel werden die Mischkunststoffe über einige Förderer dem Schmelzreaktor zugeführt und dort aufgeschmolzen. Dieses Aufschmelzen erfolgt bei etwa 250 bis 350°C, wobei der Reaktor 8 über den Flüssigsalzerhitzer 20 erwärmt wird und die Schmelze mittels eines Wärmetauschers 9 gemäß den Figuren 12 und 13 erwärmt wird, wobei auch dieser Wärmetauscher in den Flüssigsalzkreislauf eingebunden ist.

Die aufgeschmolzene Suspension gelangt dann über einen Überlauf in den Crackreaktor 10, in dem die langkettigen Kohlenwasserstoffe bei 420 bis 450°C gecrackt werden. Der Aufbau dieses Crackreaktors ist beispielsweise Figur 11 entnehmbar. Auch diesem Crackreaktor 10 ist ein Wärmetauscher 10.1 zugeordnet, der beispielsweise durch zwei oder drei oder mehrere parallel geschaltete Rohre ausgebildet ist, in denen jeweils eine Reinigungsspirale 9.6 angeordnet ist, der jeweils ein eigener Antrieb, beispielsweise ein Magnetmotorantrieb zugeordnet ist.

Das beim Cracken entstehende Gas wird dann in einem Kondensator 10.2 kondensiert und gelangt in einen Venturikühler 11 und einen nachgeschalteten Rohrbündelkühler 11.1, in denen das Kondensat abgekühlt wird. Dieses auf ca. 30°C abgekühlte Kondensat-/Dampfgemisch wird dann in einen Zwischenproduktbehälter 15 geleitet. Das hochkalorische Gas kann zum Betrieb eines Dampferzeugers 19 oder des Flüssigsalzerhitzers 20 verwendet werden. Das aus dem Zwischenproduktbehälter 15 abgezogene Zwischenprodukt kann dann mehreren Reinigungsstufen 22.1, 22.2, 22.3 zugeführt werden, in denen - wie beim Verfahren gemäß Figur 1 - Schadstoffe durch Absorption entfernt werden. Am Ende des Verfahrens liegt Leichtflüssigkeit mit der Qualität von leichtem Heizöl vor.

Im Crackreaktor 10 verbleibende langkettige Kohlenwasserstoffe werden ausgetragen und in einem Emulgatorbehälter 16 - beispielsweise mittels Ultraschall emulgiert und dann ebenfalls in den Einheiten 19, 20 (Dampferzeuger, Flüssigsalzerhitzer) energetisch genutzt, wobei diese Wärmeenergie zum Aufheizen der Suspension im Schmelzreaktor 8 und im Crackreaktor 10 genutzt wird. Die vorbeschriebenen Prozesse laufen vorzugsweise in einer Stickstoffatmosphäre ab, wobei der Stickstoff beispielsweise aus einer Luftzerlegung 25 stammt.

Die Figuren 15 / 15.1 / 15.2 und 16 zeigen eine weitere Ausführungsvariante, bei der Kunststoffschnitzel in einem Schmelzrohr (9.5) geschmolzen und die Schmelze mittels Förderspiralen (9.6), welche von einem Heizmedium (9) umspült und aufgeheizt werden, direkt in die Förderschneckenpumpe (39) hineingepumpt werden.

Die Kunststoffschnitzel (20) werden in den Aufgabetrichter (21.1) der Eintragsschnecke gegeben. Die Eintragsschnecke (21.1) fördert die Kunststoffe in die Verdichterschnecke (22.2). Hier werden die Kunststoffe verdichtet und die Luft wird mittels Stickstoff ausgetrieben.

Die Verdichterschnecke (22.2) fördert die Kunststoffe in den Schmelzreaktor (9.5). Die Beschickung vom Schmelzreaktor, kann mittels Schieber (18) unterbrochen werden.

Die verdichteten Kunststoffteile werden mittels der Förderspiralen (9.6) in den geschmolzenen Kunststoff (10.3) hineingedrückt, dabei wird das Verflüssigen der Kunststoffteile durch den Lösungsmittelleffekt des bereits vorgängig verflüssigten Kunststoffes beschleunigt.

In der ersten Zone vom Schmelzreaktor werden die Kunststoffe bis maximal 120°C erhitzt. Die mit den Kunststoffen eingetragene Feuchtigkeit (Wasser) wird verdampfen und auch die leicht flüchtigen Komponenten wie Weichmacher werden entweichen und über die Glocke (9.10) über die Leitung (11) abgezogen.

Auf Grund der besonderen Anordnung des mit flüssigem Salz (9) beheiztem Wärmetauschers (9.5 / 9.6) mit einem dynamischen Wärmeübergang, durch die Verwirbelung (9.10) und das Abkratzen der Verschmutzungen (7) geschieht der Wärmeübertrag mit einem geringen η . Hierdurch wird während der Verflüssigung weitgehend eine Depolymerisation verhindert.

In der nachfolgenden Zone wird der Kunststoff weiter erhitzt bis dieser schmilzt. Die Schmelze wird von hier aus mit der Schneckenpumpe (39) in den Crackreaktor (9.5) gefördert.

Ein grösseres Rohr vom Crackreaktor ist mit einer geschlossenen Spirale ausgestattet, welche die Schmelze nach unten in den Sumpf (10.4) befördert. Die Schmelze wird dabei weiter aufgeheizt, bis der Siedepunkt erreicht wird. In den anderen Rohren (9.6) vom Crackreaktor (9.5) wird die Schmelze aus dem Sumpf nach oben befördert (9.7 / 9.10) und dabei auch erhitzt damit die Siedetemperatur nicht unterschritten wird.

Die Kunststoffschmelze wird somit dauernd umgewälzt, hierbei fördern die äußeren Schnecken (9.6) die Schmelze in den oberen Topf (10.4) vom Crackreaktor, von wo aus diese wieder mittels geschlossener Spirale (39) im mittleren Rohr nach unten befördert wird und dabei mit frischer Schmelze (10.3) aus dem Schmelzreaktor (9.6 / 9.7) vermischt wird.

In den äußeren Rohren entstehen, wegen des enormen Wärmeenergieeintrags an der Rohrwand Brüden, welche nach oben aufsteigen und zusätzlich gefördert

durch die Rotationsbewegung der Schnecken entstehen starke Wirbel (9.1), welche zur Entgasung der Schmelze beitragen und den Crackprozess auslösen.

Die Kohlenstoffablagerung (7) an den Rohrwänden wird von den Schnecken (9.6) abgescheuert. Diese Ablagerungen gemeinsam mit bei den gewählten Temperaturen unerschmelzbaren Stoffe, werden unten mittels Schieber (18) bei Bedarf in einen Schlackebehälter abgelassen.

Ein Teil der aufsteigenden Brüden (10.6/23) werden in der Destillationskolonne, welche direkt über dem Crackreaktor montiert ist wieder kondensieren (10.6) und in den Crackreaktor zurück fließen. Den darauf folgenden Partialkondensator (40) werden nur Dämpfe passieren welche bei der eingestellten Temperatur nicht kondensieren. Diese Fraktion wird nachher mit Produkt (27.1.1) in einem Stahlwaschrohr (50.1) abgekühlt und kondensiert. Zur Abscheidung der Dampf / Flüssigphasen kommt ein Zyklon zum Einsatz.

Die Flüssigproduktmenge (27.1.1) welche für den Stahlrohrkühler (50.1) benötigt wird, wird von der Pumpe (27.8) bereitgestellt. Diese Pumpe saugt das Produkt aus dem Produktvorlagebehälter (27) an und fördert es durch den Wärmetauscher (24.6) damit das es auf eine Temperatur von 20 bis 90°C abgekühlt wird, bevor es dem Stahlwaschrohr (50.1) zugeführt wird.

Aus diesem geschlossenen Produktkreislauf wird ein Teilstrom, die Überschussmenge in den Produktbehälter (60) abgeleitet.

Für die Kühlung der Verdichterschnecke (27.1.1) und des Produktes über den Wärmetauscher (24.6) wird ein Kälteaggregat eingesetzt. Ein Temperiergerät (40.5) wird dafür eingesetzt, die Temperatur im Partialkondensator (40) einzustellen.

Die Brüden (10.6) aus dem Crackreaktor (9.5) stammend, bestehen aus kurzkettigen und langkettigen Kohlenwasserstoffatomen und steigen in der Rektifikationskolonne (40) nach oben. Mittels Gegenstromdestillation (Rektifikation) wo die Dämpfe (10.5) nach oben steigen und das Flüssigkeitsgemisch (10.6) nach unten fließt, wird eine erste thermische Feintrennung vorgenommen. Eingesetzt wird eine Kolonne (23.2) mit einer geordneten Packung. Die Kolonne (23.3) und der nachfolgende Partialkondensator (40) sind ausgelegt für die relevanten Schlüsseltrennungen von Kohlenwasserstoffverbindungen C10 bis C24 Kohlenstoff-Atomen pro Molekül. Die vorfraktionierten Dämpfe, welche die Kolonne verlassen, strömen durch einen speziellen Verteiler durch welche das Kondensat aus dem

Partialkondensator auf die Packung der Kolonne verteilt wird, in den Partialkondensator(40.1).

Im Partialkondensator wird mittels Kühlschlangen eine genaue Temperatur eingestellt. Diese Temperatur kann zwischen 150 °C und 300 °C liegen. Als Wärmeträger (respektive Kühlmedium) wird Thermoöl (40.2 und 40.3) eingesetzt. Das Temperiergerät (40.4) sorgt als Kälte- oder Wärmespende, dass die genaue Temperatur vom benötigten Thermoöl eingehalten wird.

Das Alleinstellungsmerkmal dabei ist, dass die Wählbarkeit der Temperatur im Partialkondensator erlaubt, die maximale Kettenlänge der den Crackreaktor verlassenden Gase genau einzustellen. Wird z.B. der Partialkondensator (40) mit ca. 300°C betrieben wird, werden in einem nachfolgenden Kühler (50) zu mehr als 95% nur solche Moleküle kondensiert, welche aus einer Kettenlänge zwischen ca. 10 C- bis ca. 24 C-Atomen bestehen mit dem Schwerpunkt auf C12 bis C16. Dies liegt daran, dass die den Partialkondensator verlassenden Gase bei einer Temperatur von ca. 300 °C in dem Partialkondensator nur noch Moleküle umfassen, die eine maximale Kettenlänge von C24 aufweisen. Wird die Temperatur erhöht/ erniedrigt, wird entsprechend auch die Kettenlänge der Moleküle in Gasphase erhöht/erniedrigt.

Ebenso ist auch die Einstellung der Temperatur in dem dem Partialkondensator nachfolgenden Kühler entscheidend, um Brennstoff einer bestimmten Art herzustellen. Herrscht in den Kühler beispielsweise statt 30°C eine Temperatur von ca. 70°C, so bleiben die Kohlenwasserstoffe C1 bis C9 gasförmig, während länger-kettige Kohlenwasserstoffe kondensieren. Die in Gasphase verbleibenden sogenannten Leichtsieder können abgezogen werden und zur Erzeugung von Prozessenergie verwendet werden. Durch diese Abtrennung der Leichtsieder C1 - C9 kann somit direkt reiner Dieseldieselkraftstoff erzeugt werden.

Es ist hervorzuheben, dass sowohl die verwendete Packung (23.5) als auch der Verteiler zwischen Kolonne und Partialkondensator unempfindlich sind gegen Kohlenstoffablagerungen, falls sich der Crackprozess hier fortsetzen sollte.

Die Dämpfe aus dem Partialkondensator (10.5.1) werden in einen Quencher (50.1) mit Treibdüse geleitet wo diese mittels Produkt (27.1.1) (zu Diesel) kondensiert werden. Die Treibdüse kann mit Diesel, mit einer Temperatur zwischen 20 °C und 90°C beschickt werden. Das zweiphasige Gemisch aus dem Quencher wird nachher in einem Zyklon (50) abgetrennt. Die Dämpfe bzw. Gase welche den Zyklon verlassen können als Brenngas genutzt werden. Die Abgetrennte Flüssigkeit (Diesel)

wird in einen Wasserabscheider (Phasenabscheider) (60) geleitet, von wo aus diese dann in einen Speicherbehälter (27.10) abfließt.

Damit eine gleichmäßige Beschickung der Treibdüse vom Quencher gewährleistet wird, fließt das Produkt zuerst in einen Pufferbehälter (27) den so genannten Vorlagebehälter für die Quenche. Eine Pumpe (27.8) fördert das Produkt von hier, über einen Wärmetauscher (24.6) in die Treibdüse vom Quencher. Mittels Wärmetauscher (24.6) kann die erforderliche Temperatur für die Quenche eingestellt werden. Ein Industriekühlgerät (25) liefert das dafür notwendige Kühlwasser.

Mittels Füllstandsregelung im Pufferbehälter (27) und Durchflussregelarmatur wird die überschüssige Produktmenge in den Phasenabscheider (60) abgeleitet.

Der Anmelder behält sich vor, unabhängige Ansprüche auf den Aufbau der einzelnen Reaktoren (integraler Reaktor mit Schmelz- und Crackzone, Schmelzreaktor 8, Crackreaktor 10, die dazugehörigen Wärmetauscher, die dargestellten Pumpen und Antriebskonzepte sowie die verwendeten Fördermittel sowie einzelne Verfahrensschritte gemäß den Verfahrensschemata in Figur 1 und 16) zu richten, wobei die Merkmale jedes Unteranspruchs ohne Rückbezug auf die zugeordneten Ansprüche zum Gegenstand unabhängiger Ansprüche gemacht werden können.

Bezugszeichenliste:

- 1 Zweiteiliger Reaktor (kommunizierendes Gefäss mit Überlauf)
- 1.1 Schmelzkammer (L1)
- 1.2 Crackkammer (L2)

2 Förder- und Rührspirale und Trägereinheit für die Rohrbündelheizungseinrichtung. Durch die drehenden Rohrbündel wird eine hohe Durchmischung erzielt und der Wärmeeintrag in das Schmelzgut 10.3 und das Crackgut 10.4 durch diese Dynamik optimal gestaltet. Die Förder- und Rührspiralen können die Drehrichtung ändern und damit das Inhaltgut 10.3 u. 10.4 vorwärts und Rückwärts bewegen und durchmischen. Im Normalbetrieb folgen auf zwei Vorwärtsumdrehungen je eine Rückwärtsumdrehung.

2.1 Drehkraftübertragungs-Konsolen vom Antrieb 1.2 über die Heizungsverteilscheibe 9.3/9.4

- 3 Spirale um Eintragsrohr 22.1 und Abreinigung Mantelrohr 1.1
- 4 Verschleisschienen
- 5 Verschmutzungen (anorganisch)
- 6 Austragsschacht für 5
- 6.1 Austragvorrichtung, hier dargestellt als Förderspirale
- 6.2 Antriebseinheit mit Lagerung und Dichtung
- 7 Verschmutzungen (organisch)
- 8 Austragsschacht für 7
- 8.1 Austragvorrichtung, hier dargestellt als Förderspirale

8.2 Antriebseinheit mit Lagerung und Dichtung

9 Heizungs-Vorlauf (Thermosalzlösung)

9.1 Heizungs-Vorlauf im Eintragsbereich L3 zur Erhöhung des Wärmeeintrages zum Aufschmelzen der Kunststoffe im Reaktor 1.1. Im Crackreaktor 1.2 wird der innere Heizungs-Vorlauf 9.1 bis an das Ende des Rohrbündelrührwerks 9 gezogen L4

9.2 Heizungsrücklauf

9.3 Heizungsverteilerscheibe Vorlauf

9.4 Heizungsverteilerkammer Rücklauf

9.5 Rohrbündelwärmetauscher / Schmelzreaktor

9.6 Reinigungsspirale zu 9.5

9.7 Innenrohr (Produkt)

9.8 Heizungs-mantelrohr

9.9 Umlenkschikanen für das Heizmedium

9.10 Verwirbelung Produkt

9.11 Heizfläche

10 Füllstandsniveau maximal entspricht der Überlaufhöhe der Trennwand
10.1 (auch Tauchwand)

10.1 Tauchwand zur Trennung zwischen Kammer 1.1 und 1.2

10.2 Umlenklech zur Abtauchung der Überlaufstromes 10.3

10.3 Geschmolzene Kunststoffe in pastöser bis flüssiger Form

10.4 Siedende Kunststoffe in flüssiger Form

10.5 Gasstrom von verdampften Kunststoffen 10.4 aus der Crackkammer 1.1 in die Destillationskolonne 23

10.5.1 Gasstrom wie 10.5 in die Quenche

10.6 Rückfluss von kondensierten Kunststoffanteilen 10.4 in die Schmelzkammer

1.1 / 9.5

11 Gasstrom von Kammer 1.1 zu Kammer 1.2

12 Antriebs- und Lagereinheiten zu den Kammern 1.1 u. 1.2

12.1 Getriebemotor mit Konsole und Kettenrad

12.2 Kettenrad auf Antriebsachse der Rührvorrichtung mit Kraffeinleitung über das Heizungsrohr 9. oder 9.2, sowie Antrieb der Heizungsverteilscheiben 9.3 und/oder Kombination 9.3 mit 9.4

12.3 Wellenabdichtung

13.1 Niveauregelung 1.1 zur Steuerung der Einfüllmenge über die Rohstoffzuführung 22 und dem Überlaufpegelstand 19.2

13.2 Pegelstand im Schmelzreaktor

13.3 Temperatursteuerung und Überwachung im Schmelzreaktor 1.1 im Bereich von 250 bis 350 ° C

14.1 Niveauregelung und Überwachung in der Crackkammer 1.2

14.2 Höchster Niveaustand entspricht dem Überlauffrennblech 10.1

14.3 Tiefster Niveaustand in der Crack- und Verdampfungskammer 1.1 muss über der Wellenabdichtung 12.3 liegen. Beim weiteren Absinken werden folgende Massnahmen eingeleitet:

a) Schliessen des Schiebers 16

b) Erhöhte Materialzufuhr 22.1 in den Schmelzreaktor 1.1

14.4 Temperatursteuerung und Überwachung im Crackreaktor 1.2 im Bereich von 420 bis 450 ° C

15 Wärmeisolierung

16 Absperrschieber zwischen Crack- und Verdampfungsreaktor 1.2 und der Destillationskolonne 23

17 Notschieber zur Entleerung der Kammern 1.1 und 1.2 und des Auffangbehälters 27 in den Notaufnahmebehälter 33

18 Absperrschieber und Schleusenabschlüsse für Produkte

18.1 Absperrschieber für Stickstoff

18.2 Stickstofferzeugung über Membrantechnologie aus Umgebungsluft

18.3 Stickstoffniederdruckspeicher zur Überlagerung sämtlicher Behältervoluminas

18.4 Stickstoffhochdruckflaschen zur Überlagerung sämtlicher Behältervoluminas

18.5 Stickstoffleitungen

18.6 Spülabgase

18.7 Schnellverschlusskupplung mit flexiblem Metallschlauch

19 Umstellschieber

20 Kunststoffprodukte (Rohstoffe)

20.1 Aufgabevorrichtung (Hier dargestellt als Spiralförderer)

21 Aufgabebunker

21.2 Bunkeraustragsvorrichtung (hier dargestellt als Spiralförderer)

22 Verdichtungsaggregat (hier dargestellt als Kolbenpumpe)

22.1 Eintragrohr

22.1.1 Eintragspirale

22.2 Verdichtetes Kunststoffmaterial in Palettform

22.3 Durch Wärmeeintrag auflösende Kunststoff suspension (Pampe)

22.4 Kältekammer zur Vereisung des Flüssigkunststoffes zu einem gefrorenen Zapfen, damit an den Lagern, Getrieben, Schiebern 18 und Kolbenpumpe 22, Revisions- und Reparaturarbeiten durchgeführt werden können, ohne den Behälter 1 zu entleeren.

22.5 Kühlmittelkreislauf in Form von Flüssigstickstoff

22.6 Kühlmantel zur Abkühlung der Eingangsprodukte 22.2 und der Ausgangsprodukte 5 u. 7, damit werden die Eintragsinstallationen 22 u. 18, sowie die Antriebseinheit 6.2, 8.2 und der Schieber 18 vor der Hitzeeinwirkung geschützt, welche von den Produkten in der Schmelzkammer 1.1 und der Crackkammer 1.2 ausgehen.

23 Destillationskolonne

23.1 Behälter

23.2 Mantelheizelemente, hier dargestellt mit vier Unterleitungen. Nach Bedarf können die Elementen-Anzahl verringert, oder durch zusätzliche Heizelemente vergrößert werden.

23.3 Elektroheizungssteuerung zur Erhaltung der Gastemperatur von 420 bis 450 ° C

23.4 Temperatursteuerung zu 23.3

23.5 Füllkörperpackung aus Metall zur Erhöhung der Reaktionsoberfläche

24 Kühler / Kondensations-Kolonne (Quench)

24.1 Behälter

24.2 Reinigungskammer

24.3 Versprühvorrichtung von Umlaufprodukt 27.1, welches als Lösungsmittel den nachgeschalteten Rohrbündelkühler 24.5 in Intervallen von Ablagerungen befreit.

24.4 Motorventil zur Steuerung mit Einstellung der Sprühintervalle 24.3

24.5 Rohrbündelkühler

24.6 Kühler für die Abkühlung des Umlaufproduktes 27.1 zur Kühlung und Kondensierung des Gasstromes 10.5

24.7 Sprühvorrichtung für das gekühlte Umlaufprodukt 27.1 zur Abkühlung des Gasstromes 10.5. Das Umlaufprodukt besteht aus dem Endprodukt in Form von leichtem Heizöl und/oder Dieseldieselkraftstoff, d.h. mit dem erzeugten Produkt wird im Kreislauf gekühlt. Das Umlaufprodukt 27.1 mit einer Temperatur von ca. 30 ° C wird im Kühler 24.6 auf ca. 10 ° C heruntergekühlt und über den einzelnen Quenchezonen 24.10 mit den Sprüheinrichtungen 24.7 in den sich in den immer mehr abkühlenden und in Kondensat 27.1 übergehenden Gasstrom 10.5 als flüssiges Gemisch von Frischprodukt und Umlaufprodukt 27.1 in den Ausgang der Kolonne als Produkt 27.2 austritt.

24.8 Regelventil für gekühltes Umlaufprodukt 27.1

24.9 Temperaturregler zu 24.8

24.10 Füllkörperpackung aus Metall zur Erhöhung der Reaktionsoberfläche. Die einzelnen hier dargestellten Quencheelemente mit Sprühvorrichtung 24.7 und Füllkörperpackung 24.10 können je nach verfahrenstechnischer Notwendigkeit reduziert oder mit zusätzlichen Elementen vergrößert werden.

25 Zentrale Kühlanlage zur Kühlmediumversorgung der Kühler 24.5, 24.6 und 6 Stück 22.6

25.1 Kühlung Vorlauf

25.2 Kühlung Rücklauf

26 Wärmerückgewinnung aus dem Rohrbündelkühler 24.5 für die Beheizung von nicht direkt mit der Anlage verbundenen Geräten oder Wärmetauscher (z.B. Raumheizung, Absorptionskühler etc.)

26.1 Vorlauf kalt

26.2 Rücklauf warm

26.3 Wärmetauscher

26.4 Vorlauf warm zu Verbraucher

26.5 Rücklauf kalt zu Verbraucher

27 Produktauftrag- und Abscheidebehälter

27.1 Produkt und/oder Umlaufprodukt

27.1.1 Gekühltes Produkt oder Umlaufprodukt

27.2 Höchster Wasserspiegel

27.3 Niedrigster Wasserspiegel. Mit dem Gasstrom 10.5 wird auch Wasserdampf mitgerissen und in der Quinche 24 auskondensiert. Da das Produkt 27.1 leichter als Wasser ist, sinkt das Wasser 27.7 zusammen mit anderen organischen Verunreinigungen 27.5 auf den Behälterboden ab.

27.4 Mit einer Schwimmkörper-Detektion kann millimetergenau die Trennzone zwischen der Leichtflüssigkeit 27.1 und dem Wasser 27.7 festgestellt werden. Ist der max. Pegel 27.2 erreicht, öffnet sich das Motorventil 27.5 bis der untere Wasserpegel 27.3 erreicht ist.

27.5 Organische Verbindungen

27.6 Auffang- und Lagerbehälter

27.7 Wasser

27.8 Pumpe zur Förderung des Umlaufproduktes 27.1 in den Kühler 24.6

27.9 Überlaufpegel in die Absorptionsreinigungsanlagen 28 u. 29

27.10 Gereinigtes Endprodukt (Dieselkraftstoff) in das Tanklager 30

28 Absorptionsanlage Variante 1 mit Wechselcontainern 28.1 bis 28.3 zur Abscheidung von schwefelhaltigen Verbindungen, halogenen Verbindungen wie z.B. HCL (Salzsäure) und eventuell störende organische Säuren. Hier dargestellt (Fig.7) sind zwei Gruppen 28.5 u. 28.6, welche im Wechselbetrieb gefahren werden. Ist eine Gruppe beladen so wird auf die andere Gruppe umgestellt. Wird eine Gruppe entleert oder auch einzelne Container ausgewechselt wird der Zufluss 27.6 abgeschiebert 18 und Stickstoff 18.5 über den geöffneten Schieber 18.1 zugeführt und danach die Abgangsschieber (18) geöffnet und über die Verbindung 18.7 u. 28.8 über die Pumpe 28.9 die Restflüssigkeit in den Behälter 27 zurückgepumpt. Gleichzeitig mit dem Entleerungsvorgang wird der Containerinhalt 28.4 mit Stickstoff überlagert und inertisiert. Danach werden alle Schieber geschlossen und der Container wird über die Schnellverschlüsse 18.7 abgekoppelt, mit Stickstoff 18.5 überlagert und danach durch öffnen der Schieber 18 in Betrieb gesetzt.

28.1 bis 28.3 x n Wechselcontainer

28.4 Absorptionspackungs-Materialien wie z.B. Silikatgel etc. welches die störenden Verbindungen aus dem Produkt 27.1 absorbiert und bindet.

28.4.1 Beladenes Absorptionsgut

28.5 Absorptionsgruppe I

28.6 Absorptionsgruppe II

28.7 Förderpumpe für Entleerungsgut 28.8

28.8 Entleerungsflüssigkeit in den Behälter 27

29 Absorptionsanlage Variante 2. Im Gegensatz zur Absorptionsanlage Var. 1 28 bleiben die Behälter stehen aber die Absorptionspackung 28.4 wird über Schleusen 29.2 u. 29.8 ein- und ausgetragen.

29.1 Einfülltrichter für Absorptionsmaterial 28.4

29.2 Befüllschleuse mit Stickstoffspülung 18.5 vor der Befüllung

29.3 Behälter in der Packung 28.4

29.4 Diskontinuierlicher Abstrom der Packung 28.4

29.5 Austragvorrichtung für die beladene Packung 28.4, hier dargestellt als Schnecken oder Spiralfördereinrichtung.

29.6 Aufstrom der abzureinigenden Leichtflüssigkeit 27.9

29.7 Siebkorb zur Durchströmung der Packung 28.4

29.8 Austrittschleuse mit Stickstoffüberlagerung 18.5 für das beladene Absorptionsgut 28.4.1

29.9 Umlaufleitung zwischen den Absorptionsanlagen 28.4, hier dargestellt als drei Elemente. Falls verfahrenstechnisch erforderlich kann die Anzahl der Elemente 29 verringert oder vergrößert werden.

30 Endprodukte-Tankanlage für Dieselkraftstoff 27.10

31 Emulsionserzeugungsanlage zur Verwertung als Brennstoff für die Erzeugung des Eigenenergiebedarfs.

31.2 Auffang- und Emulsionsbehälter

31.3 Förderleitung für Stoffe 31.2

31.4 Pumpe zur Förderung des Zwischenproduktes 27.1

31.5 Förderleitung für Mischprodukte aus 31.2. u. 31.4 in den Behälter 31.1

- 31.6 Umwälz und Mischpumpe über den Kühler 22.6
- 31.7 Statischer Mischer
- 31.8 Ultraschall-Emulgator zur Erzeugung einer brennbaren hochkalorischen Emulsion aus den organischen Stoffen 8, Flüssigkeiten aus dem Crackreaktor 1.2 und dem Stoffgemisch 31.5
- 31.9 Emulsion
- 32 Wärmeerzeugungsanlage zur Erwärmung von Thermosalz zur Beheizung der Wärmeverbraucher.
 - 32.1 Abgase aus dem Produktauffangbehälter 27
 - 32.2 Gastransportgebläse
 - 32.3 Transport- und Druckerhöhungspumpe
 - 32.4 Mehrstoffbrenner zur Energieerzeugung aus dem Gas 32.1 und der Emulsion 31.9
 - 32.5 Hochtemperatur-Heizkessel zur Erhitzung von Thermosalz über 500 ° C
 - 32.6 Thermosalzkreislauf
 - 32.7 Thermosalzvorlauf
 - 32.8 Thermosalzrücklauf
 - 32.9 Heizöltank für den Havariebetrieb
- 33 Sicherheits- und Notüberlaufinstallationen. Im Havarie- oder Revisionsfall muss der gesamte Reaktorinhalt 1 in den Auffangbehälter 33.1 geleitet werden, damit das Stoffgemisch 10.3 u. 10.4 pumpfähig bleibt.
 - 33.1 Stahltank gefüllt mit Stickstoff 18.5
 - 33.2 Heizmantel mit Thermosalzbeheizung

- 33.3 Umwälz- und Wiederbefüllungspumpe
- 33.4 Thermosalzbeheizter Wärmetauscher
- 33.5 Notablaufleitung vom Reaktor 1 Kammern 1.1 u. 1.2 über die Ventile 17 in den Behälter 33.1
- 33.6 Umwälzleitung über den Wärmetauscher 33.4
- 33.7 Leitung für die Wiederbefüllung aus dem Behälter 33.1, über die Pumpe 33.3 und dem Mehrwegschieber 19 in die Befüllleitung 33.7 in die Kammer 1.1
- 34 Magnetkupplungsmotoren oder Antriebe mit spez. Kühlung
- 35 Produktumwälzpumpe ausgeführt als Kreiselpumpe oder als doppelwirkende Kolbenpumpe (siehe Figur 10)
 - 35.1 Ansaugkanal
 - 35.2 Druckkanal
 - 35.3 Kolbenbewegung
 - 35.4 Linearantrieb
 - 35.5 Magnet
 - 35.6 Klappventile
- 36 Umwälzstrom zur Erwärmung und Schmelzung der Kunststoff suspension 22.3 im Zuführungsrohr 22.1
- 37 Umwälzung Suspension im Crackreaktor
 - 37.7 Pumpenkörper
- 38 Beruhigungszone

- 39 Aussenrohr Spiralpumpe
 - 39.1 Pumprichtung Spiralpumpe (39)
 - 39.2 Spirale
 - 39.3 Zentralrohr
 - 39.4 Aussenrohr
 - 39.5 Magnetkupplungsmotor oder Motor mit spezieller Aussenkühlung
- 40 Partialkondensator
 - 40.1 Kühlschlangen
 - 40.2 Kühlung Rücklauf
 - 40.3 Kühlung Vorlauf
 - 40.4 Thermoölerwärmer
 - 40.5 Elektrisches Heizgerät
 - 40.6 Umwälzpumpe
 - 40.7 Steuerung zwischen (40.8 / 40.6 / 40.5)
 - 40.8 Temperaturmessung
- 41 Gase
- 42 Kondensate Kohlenstoffverbindungen
- 50 Kombinierte Quenche / Stahlrohrkühler (50.1) mit Zyklonabscheider (50.2)
 - 50.1 Stahlrohrkühler

50.2 Nasszyklon

50.3 Benetzte Wandflächen

60 Kombiniertes Zwischenbehälter mit Wasserabscheider

60.1 Behälter

60.2 Trennwand

60.3 Absinkendes Wasser

Bezugszeichenliste zu Figur 14:

- 1 Aufgabestation Mischkunststoffe
- 1.1 Dosierschubboden
- 1.2 Kolbenpumpe
- 2 Hochförderer
- 3 Verteilsförderer
- 4.1 Beladebunker I
- 4.2 Beladebunker II
- 5.1 Befüllspirale I mit Magnetmotorantrieb (MMA)
- 5.2 Befüllspirale II mit Magnetmotorantrieb (MMA)
- 6 Stoffspirale
- 7 Eintrag- und Vorschmelzspirale mit MMA
- 8 Schmelzreaktor 250 - 350°C
- 8.1 Förderspirale mit MMA
- 8.2 Störstoffaustrag
- 9 Wärmetauscher mit Spiralreiniger mit MMA und Heizmedium aus geschmolzenem Salz
- 10 Crackreaktor 420 - 450°C
- 10.1 Wärmetauscher wie Pos. 9
- 10.2 Kondensator

- 10.3 Austrag Kohlenstoff
- 11 Venturikühler mit Kühlflüssigkeit aus Produkt
 - 11.1 Rohrbündelkühler
 - 11.2 Nasse Detonationssicherung
 - 11.3 Gasetonationssicherung
- 12 Tischkühler
- 13 Kompressorkühler
- 14 Rohrbündelkühler
- 15 Zwischenproduktbehälter (30°C)
 - 15.1 Wasser- und Zwischenproduktgemisch
- 16 Emulgatorbehälter
 - 16.2 Emulgatorvorrichtung (Ultraschall)
- 17 Störstoffauffangbehälter (zur therm. Entsorgung)
- 18 Notauffang- und Revisionsbehälter für den gesamten Schmelz, Crack- und Zwischenprodukteinhalt (mit Dampfbeheizung)
- 19 Dampferzeuger
 - 19.1 Wasseraufbereitung zu 19
- 20 Flüssigsalzerhitzer (500°C)
 - 20.2 Flüssigsalzumwälzpumpe zu den Wärmeverbrauchern
- 21 Gasfackelanlage

- 22 Zwischenproduktabzug mit Dosierpumpe und Detonationssicherung
- 22.1-3 Reinigungsstufen (z. B. Silikatgel zu Absorption von Schadstoffen)
- 24 Dieselkraftstoff/ bzw. leichtes Heizöl
- 25 Stickstoff (N₂)-Erzeuger aus Luftzerlegung Druckflaschenlager

Patentansprüche

1. Verfahren zum Aufbereiten von kunststoffhaltigen Abfällen und organischen Flüssigkeiten auf der Basis von Erdöl, Speiseöl, Fetten oder dergleichen, mit den Schritten:

- Eintragen des Stoffgemischs in einen Reaktor
- Aufschmelzen des Stoffgemischs in einer Schmelzzone des Reaktors
- Austragen von Störstoffen aus der Schmelze
- Cracken von in der Schmelze enthaltenen lang-kettigen Polymeren in einer Crackzone des Reaktors, bis diese in den gasförmigen Zustand übergehen
- Austragen der Gasphase aus dem Reaktor
- Kondensieren der Gasphase in einem Kühler und
- Entfernen von Verunreinigungen aus der nach dem Kühlen (Quenchen) vorliegenden Leichtflüssigkeit - Speichern der Leichtflüssigkeit.

2. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei dem Kühlen ein partieller Kondensationsschritt vorgeschaltet ist, wodurch die Kettenlänge der dem Kühler zugeführten Gasmoleküle einstellbar ist.

3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei die Kettenlänge der Moleküle über eine während des partiellen Kondensierens einstellbaren Temperatur bereitgestellt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, wobei die Temperatur beim partiellen Kondensieren auf zwischen 150 °C und 350 °C, vorzugsweise auf ca. 300 °C, eingestellt wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4, wobei vor dem partiellen Kondensieren eine thermische Feintrennung von kurzkettigen und langkettigen Molekülen durchgeführt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, wobei bei der thermischen Feintrennung die Moleküle entsprechend ihrer Kettenlänge, insbesondere Kohlenwasserstoffverbindungen C10 bis C24, vorfraktioniert werden.

7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, wobei die thermische Feintrennung mittels Gegenstromdestillation durchgeführt wird.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei kondensierte langkettige Moleküle wieder in die Crackzone zurückgeführt werden.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei kurzkettige, nach dem Kühler vorliegende gasförmige Kohlenwasserstoffe als Brennstoff energetisch genutzt werden.
10. Verfahren nach Anspruch 9, wobei über Temperatureinstellung beim Kühlen die Art des Brennstoffs definiert wird.
11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Temperatur in der Schmelzzone etwa 250 °C bis 350 °C und in der Crackzone etwa 420 °C bis 450 °C beträgt.
12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei Verunreinigungen und in der Schmelzzone nicht schmelzbare Kunststoffe und der dergleichen in der Schmelzzone absinken und ausgetragen werden.
13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die in der Schmelzzone vorhandene Schmelze für das Aufschmelzen der Kunststoffe als zusätzliches Lösungsmittel wirkt und dadurch der Schmelzvorgang beschleunigt wird.
14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei in der Crackzone nicht in den gasförmigen Zustand übergehende Substanzen und der beim Cracken entstehende Kohlenstoffüberschuss aus der Crackzone ausgetragen werden.
15. Verfahren nach Anspruch 14, wobei die ausgetragenen Rückstände emulgiert und als Brennstoff energetisch genutzt werden.
16. Verfahren nach einem der vorgehenden Ansprüche, wobei nach dem Kühlen (Quenchen) vorliegen Verunreinigungen, insbesondere schwefelhaltige Verbindungen, halogene Säuren und organische Säuren durch Absorption aus der Leichtflüssigkeit (Substrat) entfernt werden.

17. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der oder die Reaktoren kontinuierlich betrieben werden.
18. Verfahren nach einem der vorgehenden Ansprüche, wobei das Stoffgemisch dem Reaktor verdichtet zugeführt wird.
19. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei ein Teil des Flüssigproduktes nach dem Abkühlen und Quenchen als Umlaufkühlflüssigkeit über einen Kühler geführt wird und als Quenchflüssigkeit im Kühler zum Abkühlen und Kondensieren des Gasstroms benutzt wird.
20. Vorrichtung zum Aufbereiten von kunststoffhaltigen Abfällen und organischen Flüssigkeiten auf der Basis von Erdöl, Speiseöl, Fetten oder dergleichen, mit einer Reaktorordnung, die eine Schmelzzone und eine Crackzone hat, und in der das Stoffgemisch über eine geeignete Einrichtung durch die Schmelzzone und/oder die Crackzone förderbar ist.
21. Vorrichtung nach Anspruch 20, wobei zwischen den Zonen eine umströmbare Trenn- oder Tauchwand angeordnet ist, oder zwei Reaktoreinheiten hintereinander geschaltet sind.
22. Vorrichtung nach Anspruch 21, wobei jeder Zone ein Schneckenförderer zugeordnet ist.
23. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 20 bis 22, mit mindestens einem Materialeintrag zum Zuführen des Stoffgemisches.
24. Vorrichtung nach Anspruch 23, mit mindestens zwei Materialeinträgen zum Zuführen des Stoffgemisches, wobei die Materialeinträge tangential und einander gegenüberliegend in den Reaktor einmünden.
25. Vorrichtung nach Anspruch 23 oder 24, wobei der mindestens eine Materialeintrag ebenfalls eine Schmelzzone aufweist.
26. Vorrichtung nach Anspruch 25, wobei die Schmelzzone eine Temperatur von maximal 150 °C, insbesondere maximal 120°C aufweist.
27. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 23 bis 25, wobei der mindestens eine Materialeintrag einen Schneckenförderer aufweist.

28. Vorrichtung nach Anspruch 26, wobei der Materialeintrags-Schneckenförderer weiterhin eine Heizvorrichtung, insbesondere eine Umspülungseinrichtung für ein Heizmedium aufweist.
29. Vorrichtung nach Anspruch 28, wobei das Heizmedium zudem in das Innere des Materialschneckenförderers einbringbar ist.
30. Vorrichtung nach Anspruch 28 oder 29, wobei die Heizvorrichtung ein Wärmetauscher ist.
31. Vorrichtung nach Anspruch 30, wobei der Wärmetauscher mittels flüssigem Salz betrieben wird.
32. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 22 bis 31, wobei der Schneckenförderer weiterhin dazu ausgelegt ist, Material von einer Innenwandung zu entfernen.
33. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 20 bis 32, wobei der Schmelzzone und der Crackzone unabhängig voneinander regelbare Heizungen zugeordnet sind.
34. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 20 bis 33, mit einem Verdichter zum Verdichten des Stoffgemischs im Materialeintrag.
35. Vorrichtung nach Anspruch 25 und 34, wobei der Verdichter das Material in die in der Schmelzzone des Materialeintrags vorhandenen Schmelze eindrückt.
36. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 20 bis 35 mit einer Destillationskolonne, in der nach dem Cracken vorliegende langkettige Moleküle kondensierbar sind und aus der kurzkettige Moleküle als Gasphase abziehbar sind.
37. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 20 bis 36 mit einem Partialkondensator, der Moleküle definierter Kettenlänge in Gasphase abgibt.
38. Vorrichtung nach Anspruch 37, wobei der Partialkondensator eine Kühl-/Heizvorrichtung aufweist, die dazu ausgelegt ist, dass in dem Partialkondensator eine definierte Temperatur einstellbar ist.

39. Vorrichtung nach Anspruch 38, wobei die Kühl-/Heizvorrichtung einen Wärmeträger, insbesondere ein Thermoöl aufweist, das mittels einer Temperiereinheit auf eine zum Einstellen der definierten Temperatur nötige Temperatur bringbar ist.
40. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 37 bis 39, wobei der Partialkondensator eine Temperatur von 150 °C bis 350 °C, insbesondere, von 300 °C aufweist.
41. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 36 bis 40, mit einem Kühler zum Kondensieren des die Leichtflüssigkeit bildenden Anteils der Gasphase nach der Destillationskolonne und/oder dem Partialkondensators.
42. Vorrichtung nach Anspruch 41, wobei der Kühler eine Heiz-/Kühlvorrichtung aufweist mit der in dem Kühler eine definierte Temperatur einstellbar ist.
43. Vorrichtung nach Anspruch 42, mit einer Absorptionseinheit zum Absorbieren von Verunreinigungen aus der Leichtflüssigkeit.
44. Vorrichtung nach Anspruch 43, wobei die Absorptionseinheit mehrere Absorber hat, die abwechselnd zum Absorbieren oder Regenerieren zu- oder abgeschaltet werden können.
45. Vorrichtung nach Anspruch 44, wobei die Absorptionseinheit einen Absorber mit einem Sorptionsmittel hat, das zum Regenerieren aus dem Absorber förderbar ist, worauf regeneriertes Sorptionsmittel dem Absorber zuführbar ist.
46. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 20 bis 45, wobei der Reaktor liegend angeordnet ist.
47. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 20 bis 46, wobei im Reaktor Heizrohre angeordnet sind.
48. Vorrichtung nach Anspruch 47, wobei ein Heizmitteleintrag (9) mit einem Rohrverteiler (9.3) sowie ein Heizmittelaustrag (9.2) mit einem Auslaufverteiler (9.7) an gegenüberliegenden Stirnseiten des Reaktors (1.1; 1.2) angeordnet sind.

49. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 20 bis 48, wobei dem Reaktor (1.1, 1.2) zumindest ein Wärmetauscher (9; 9.5; Figur 14: 9; 10.1) zugeordnet ist, in dem die Suspension oder Schmelze erwärmbar ist.
50. Vorrichtung nach Anspruch 49, wobei der Wärmetauscher (Figuren 12, 13: 9.5) als Rohrwärmetauscher mit einer in einem Innenrohr geführten Spirale (Figuren 12, 13: 9.6) ausgeführt ist, die mit der Suspension umläuft.
51. Vorrichtung nach Anspruch 50, wobei die Spirale (Figur 12, 13: 9.6) gleitend an der Umfangswandung anliegt, so dass anhaftende Rückstände abgetragen werden.
52. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 20 bis 51, wobei Pumpen, Förderer und sonstige mit der Suspension in Kontakt stehende Aggregate über Magnetkupplungsmotore (Figur 13: 34) angetrieben sind.
53. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 20 bis 52, wobei zumindest eine Pumpe (Figur 10: 35) der Vorrichtung als doppelwirkende Kolbenpumpe mit zwei Druckräumen ausgeführt ist, die von einem Kolben (Figur 10: 35.5) getrennt sind, der über einen Magnetantrieb (35.5) antreibbar ist.
54. Vorrichtung nach Anspruch 53, wobei der Magnetantrieb (Figur 10: 35.5) einen aussenliegenden Magneten hat, der von einem Linearantrieb (Figur 10: 35.4) oder dergleichen antreibbar ist.

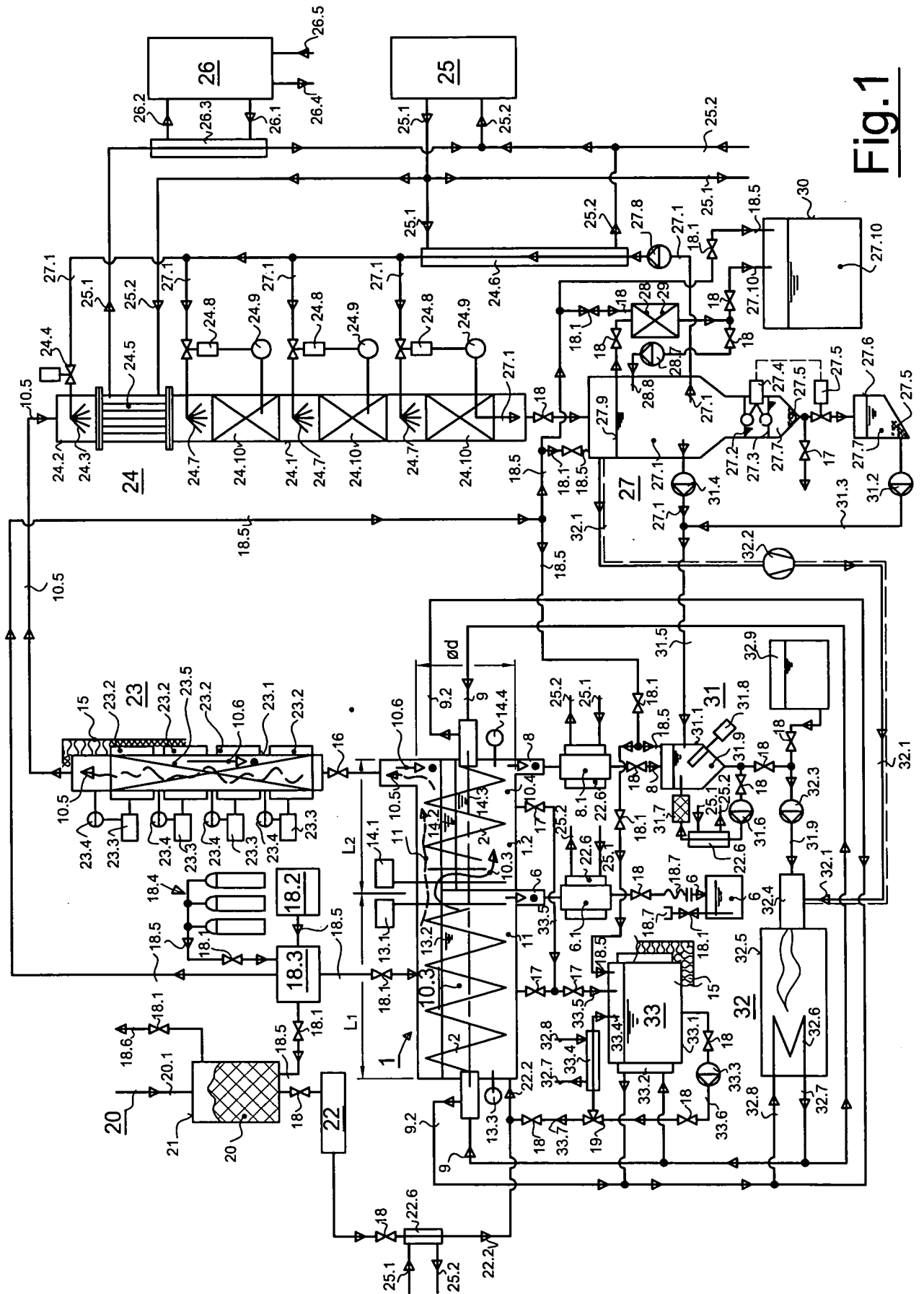


Fig.1

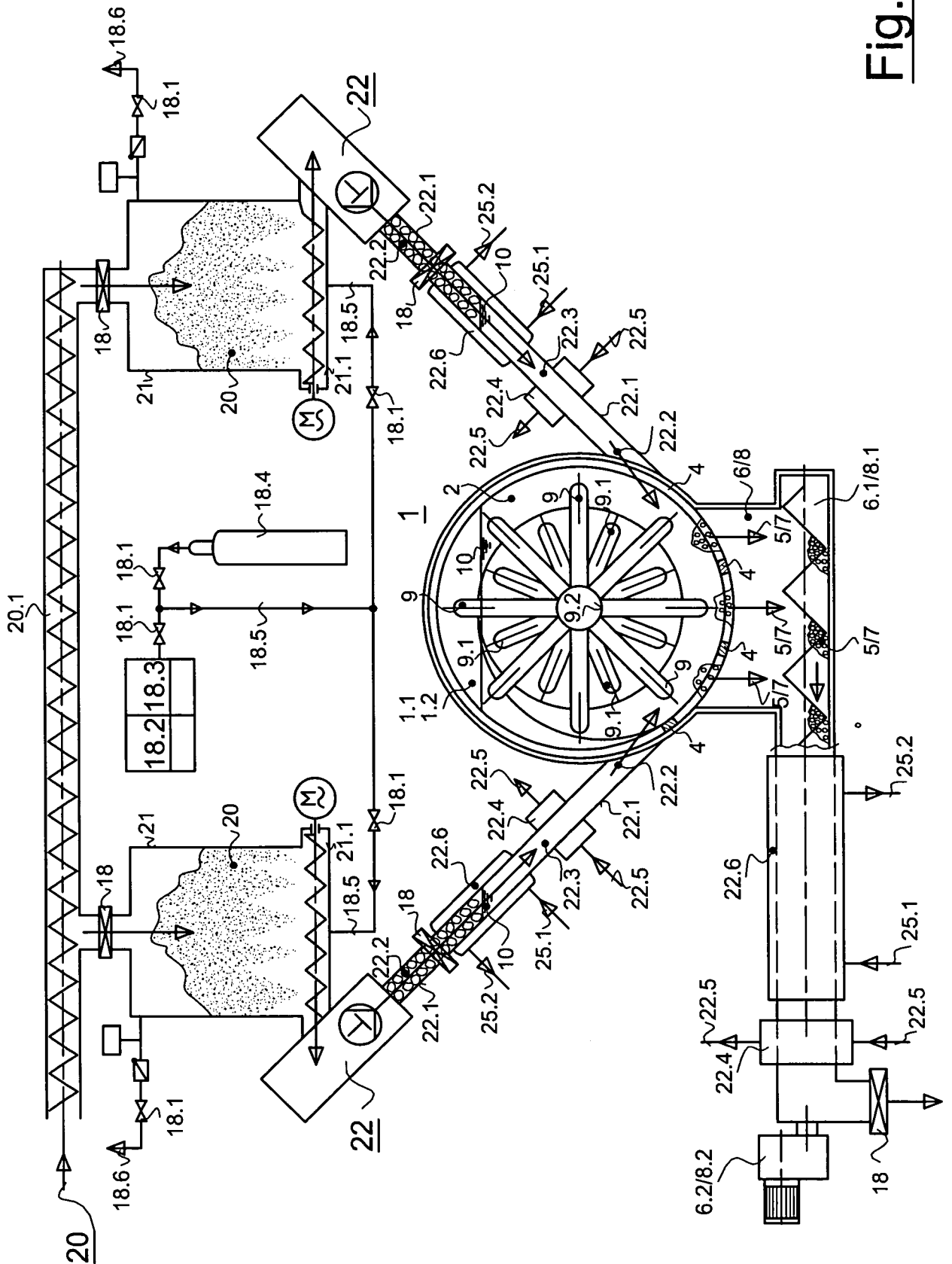


Fig. 3

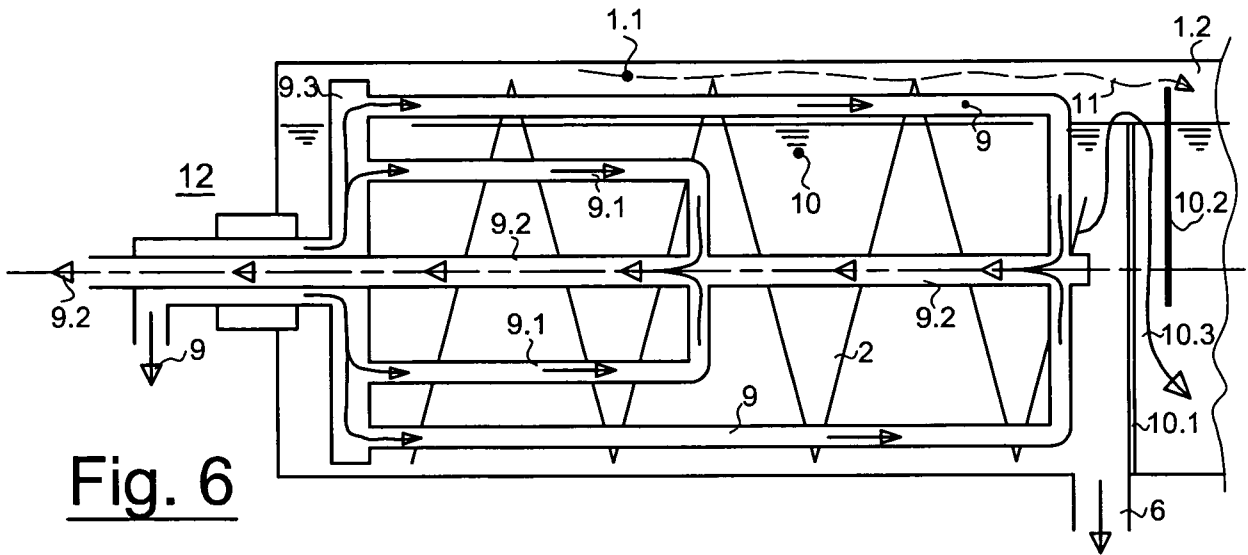


Fig. 6

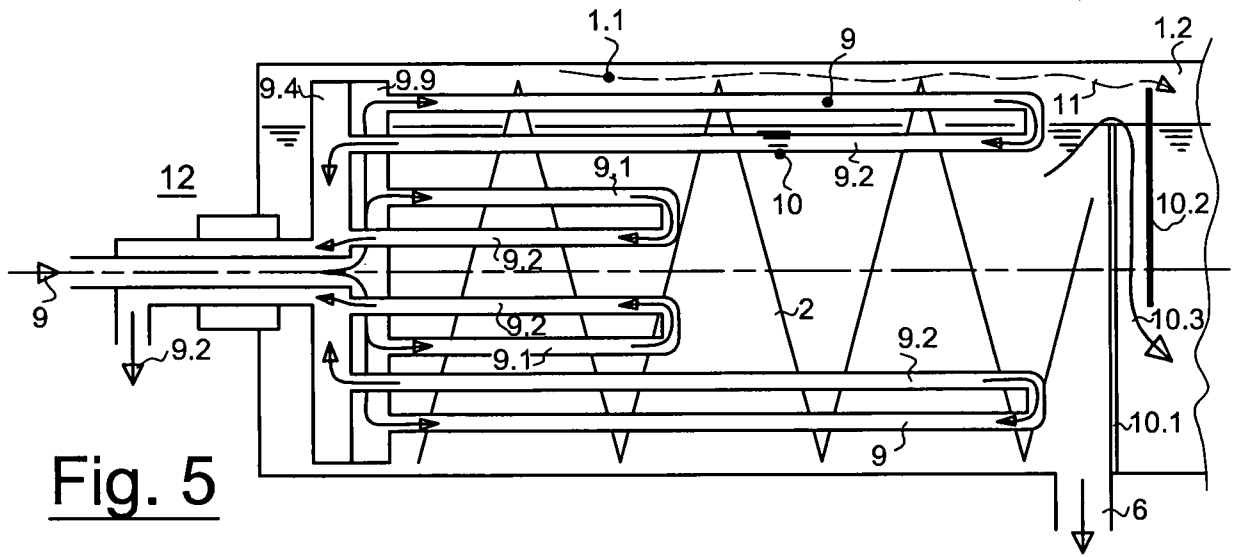


Fig. 5

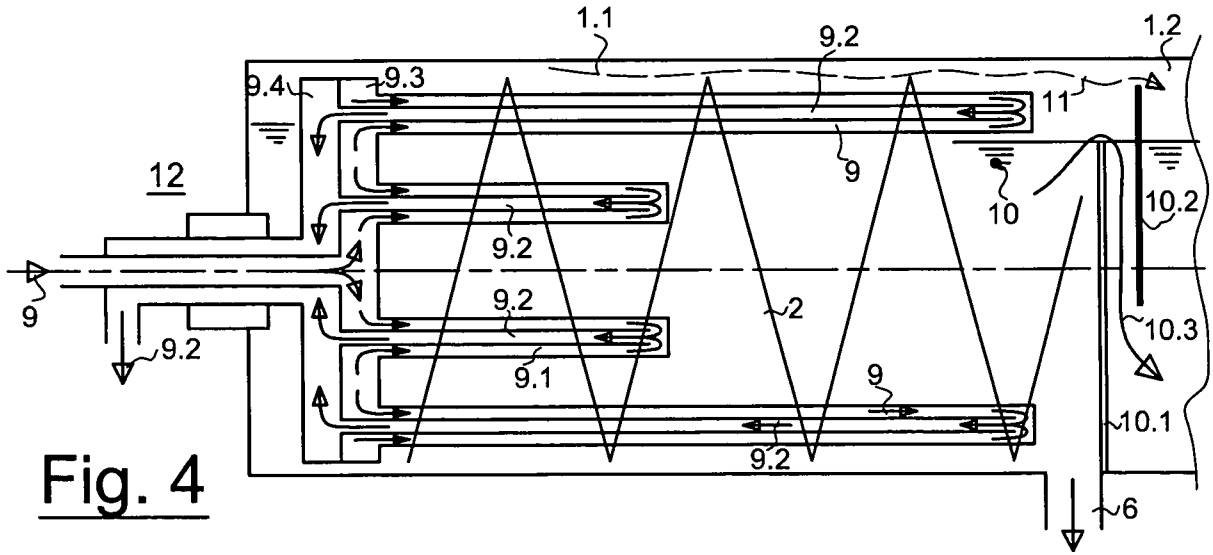
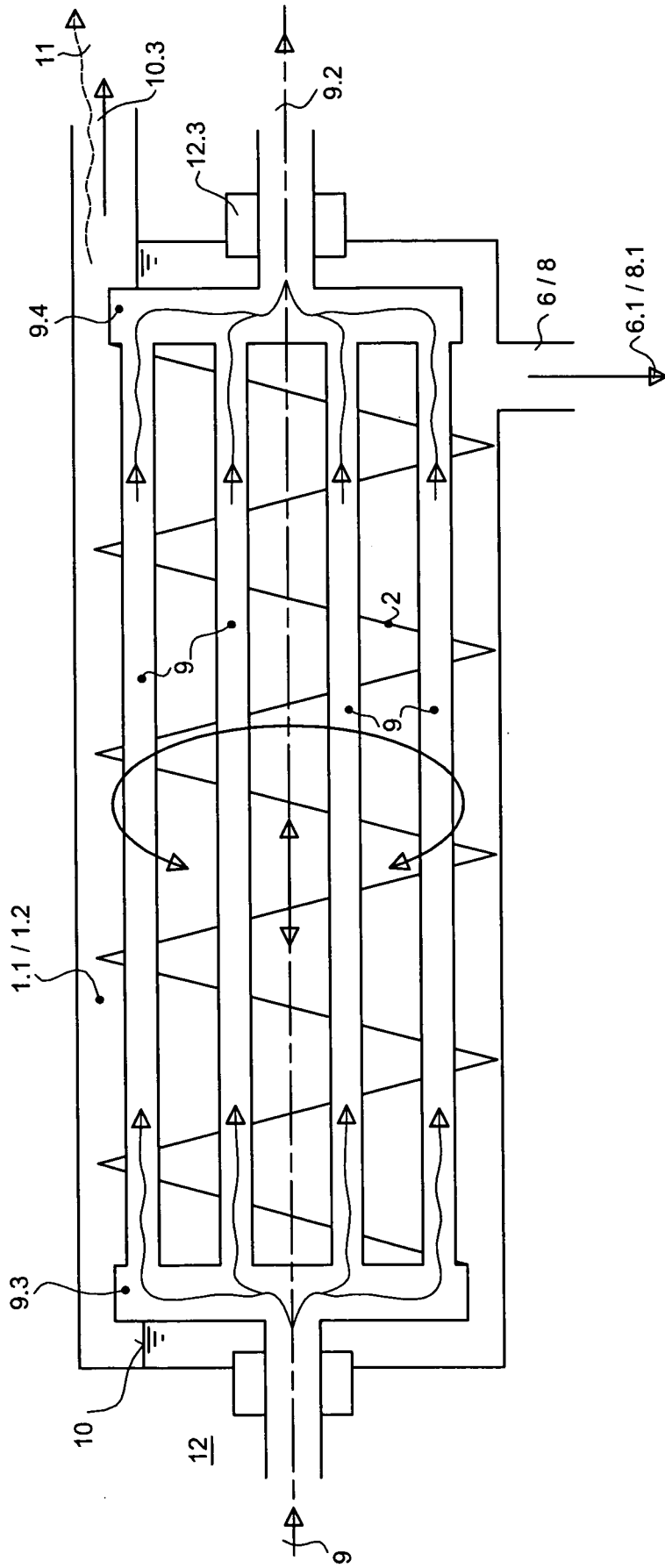


Fig. 4

1



5/15

Fig. 6.1

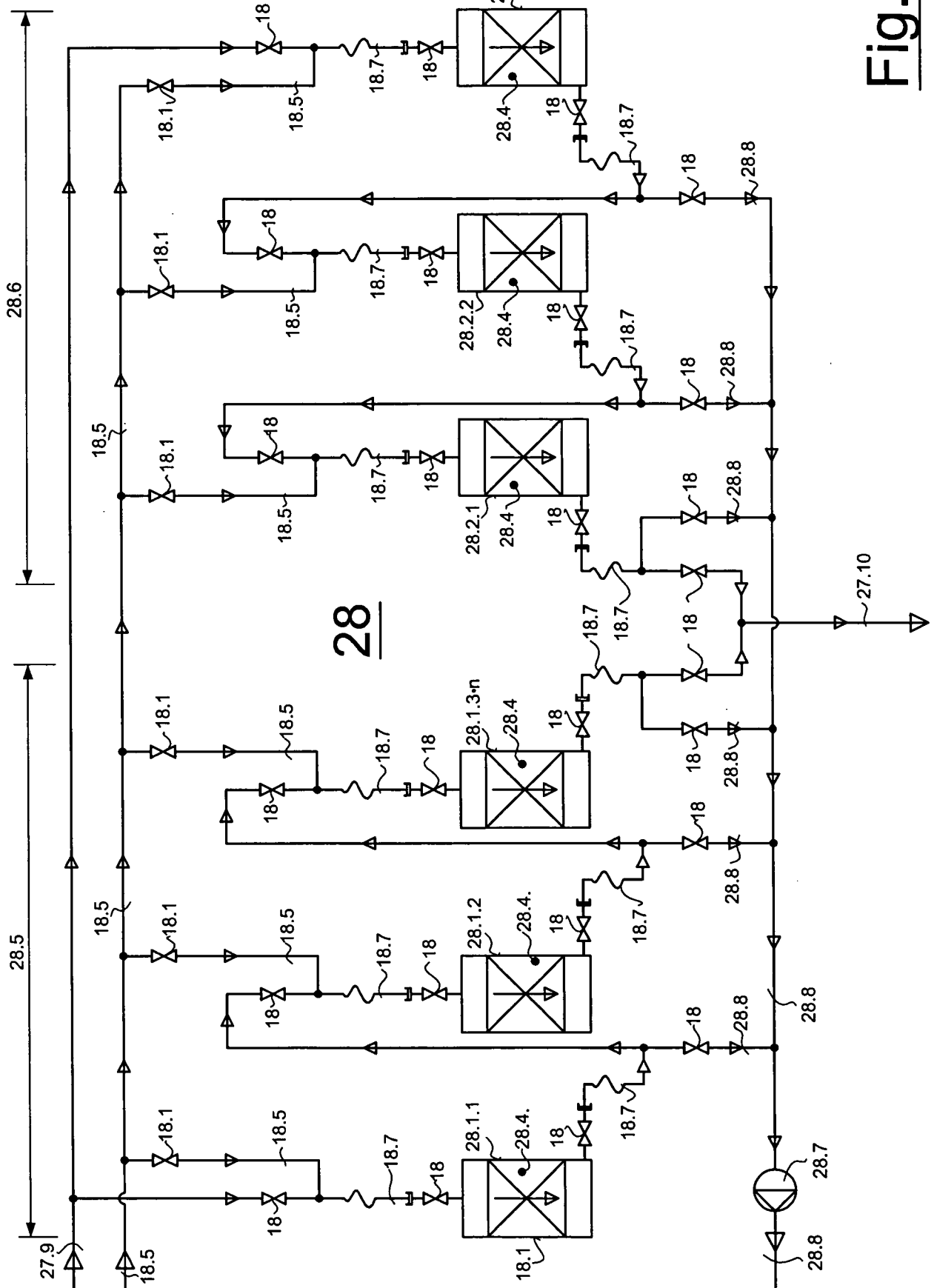


Fig. 7

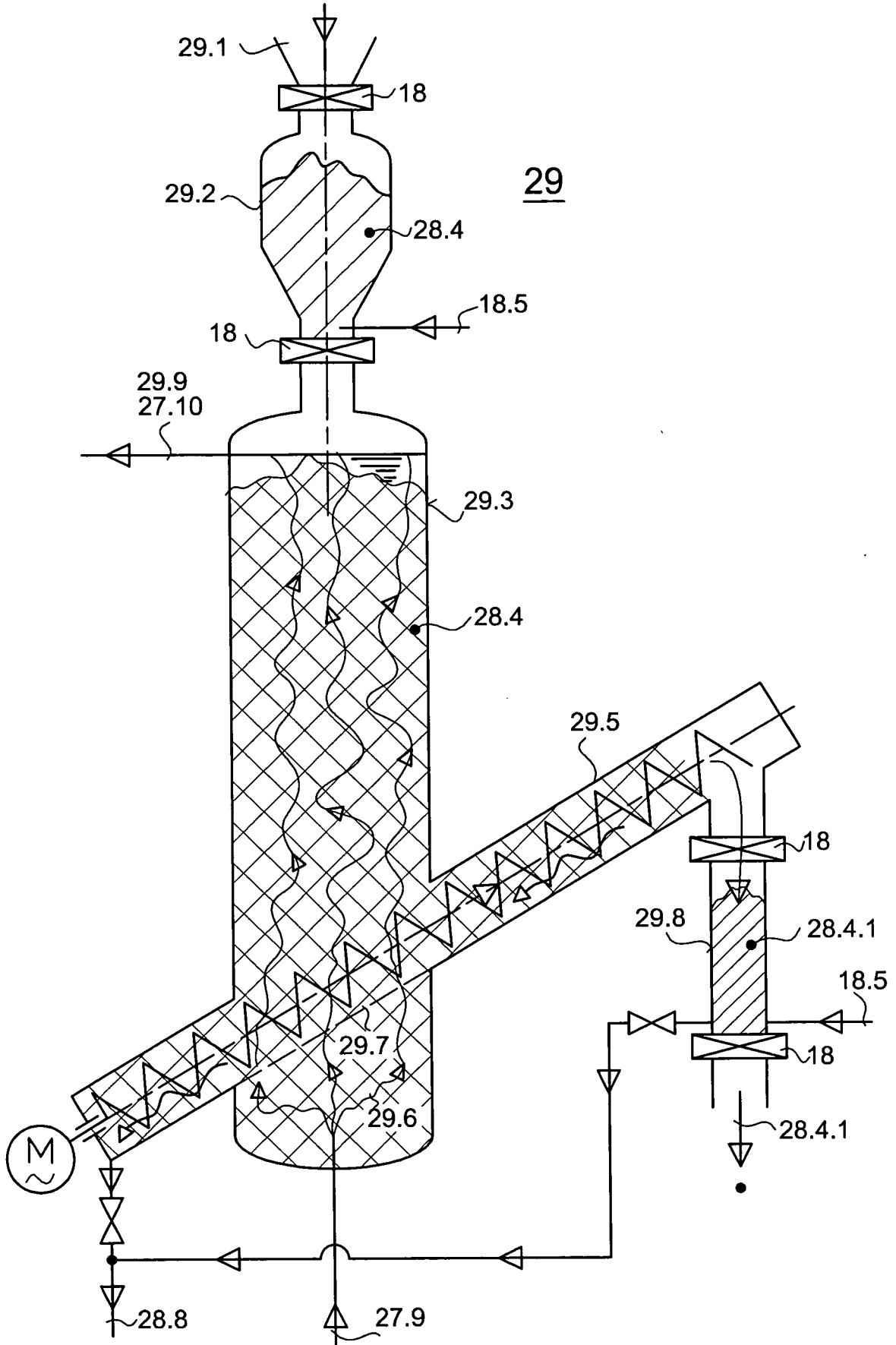


Fig. 8

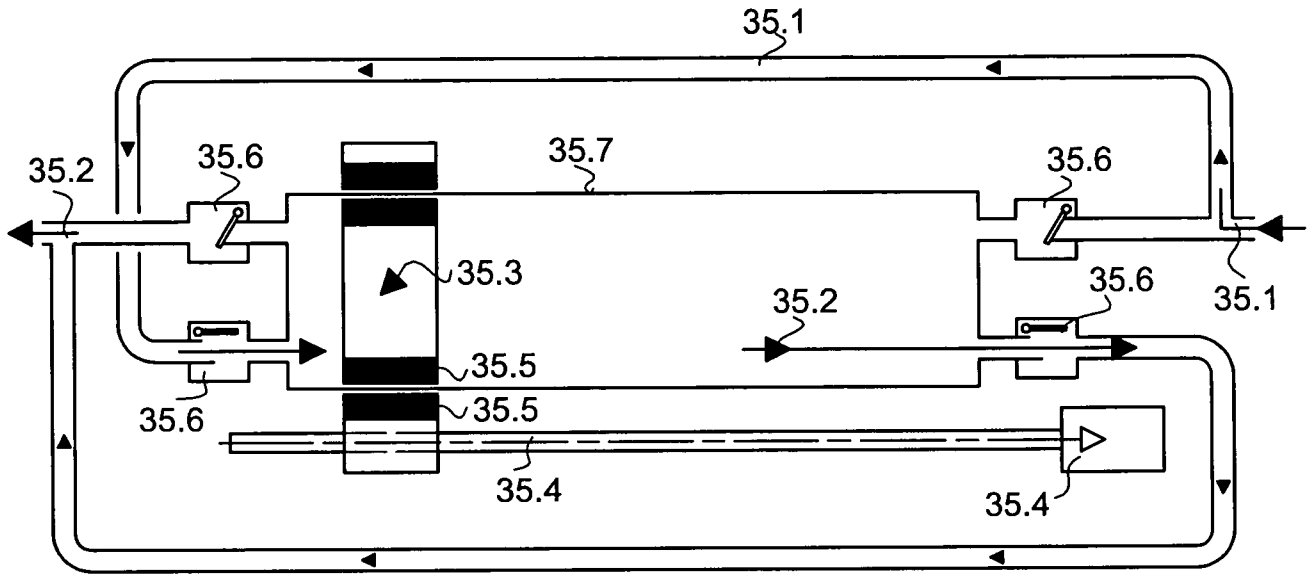


Fig. 10.1

35

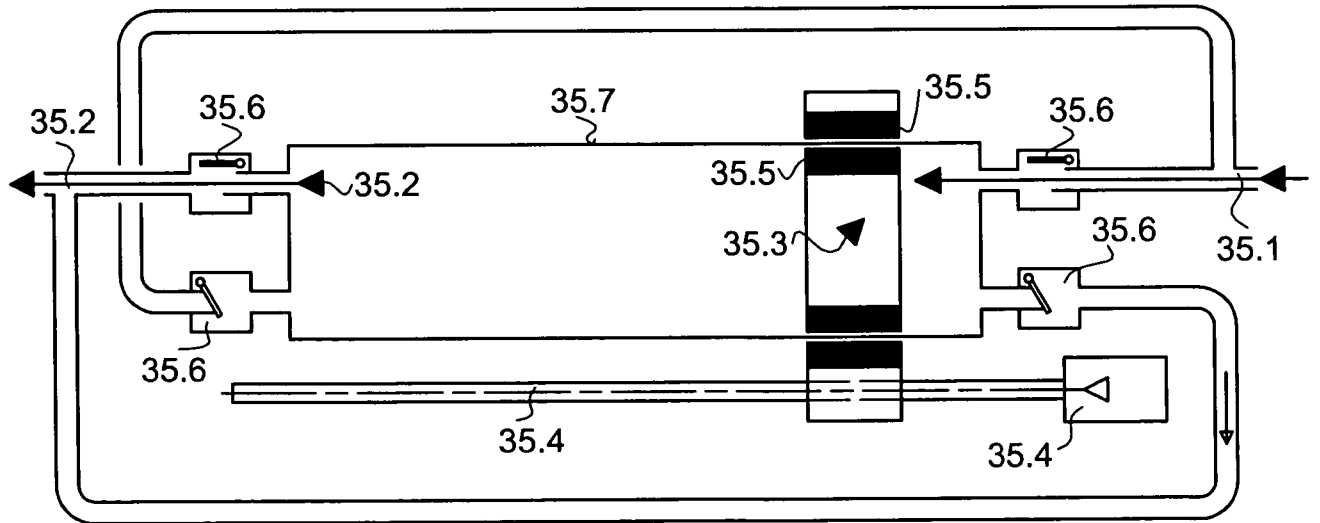


Fig. 10

Ansicht / Schnitt A-A

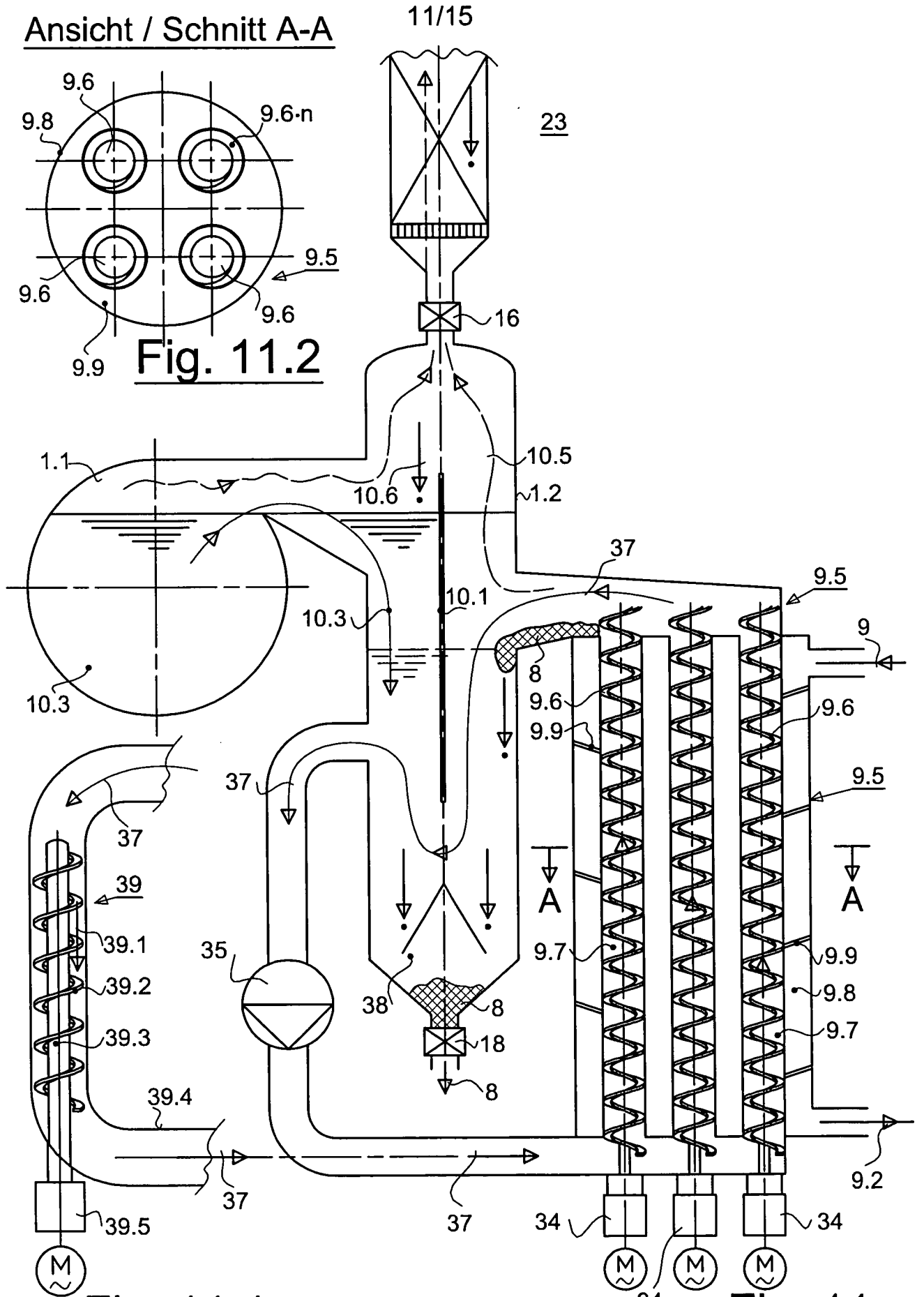
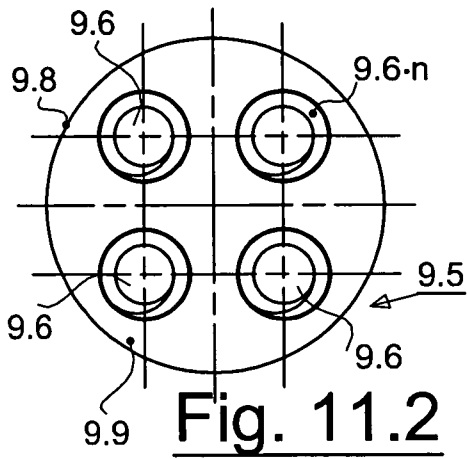


Fig. 11.1

Fig. 11

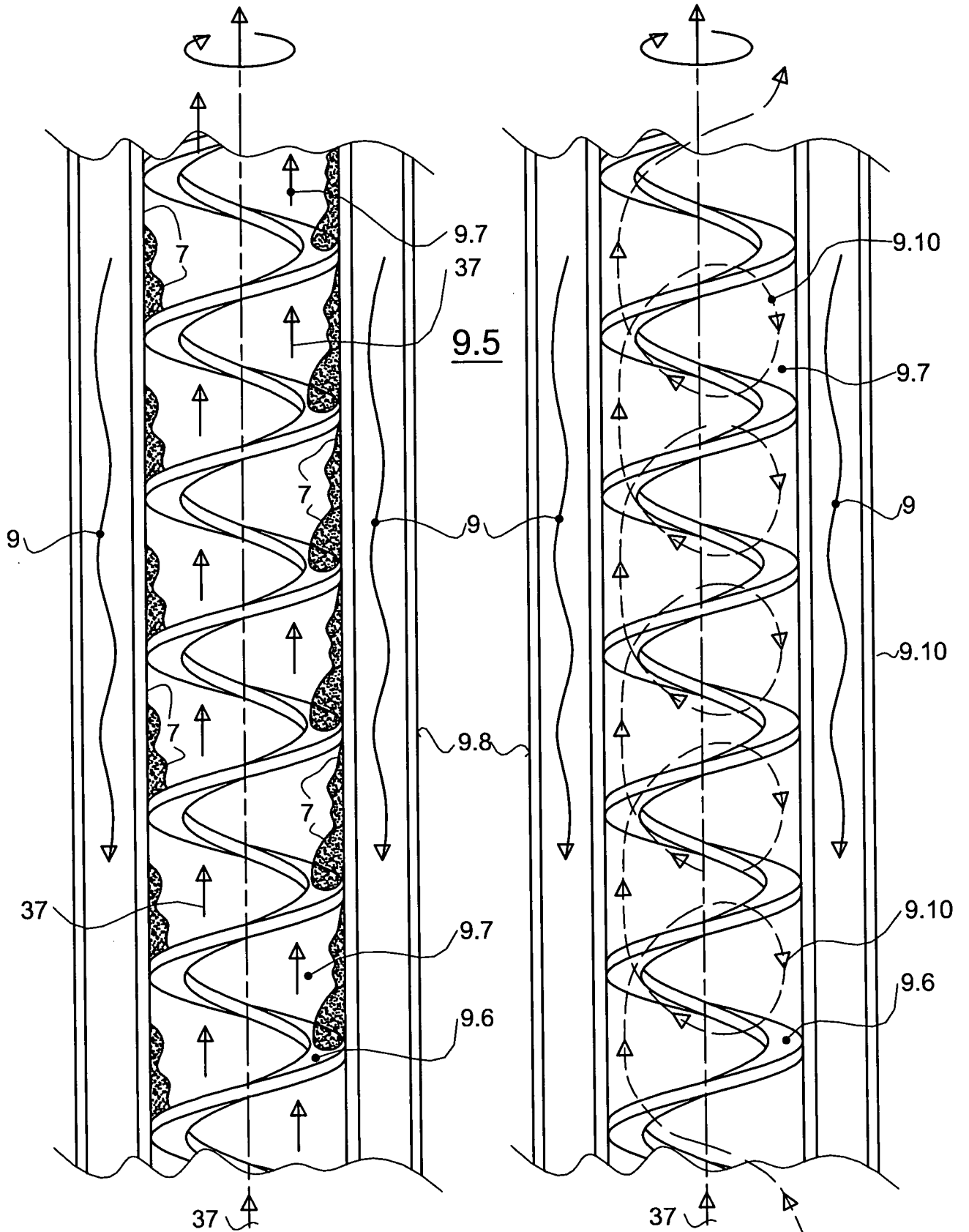
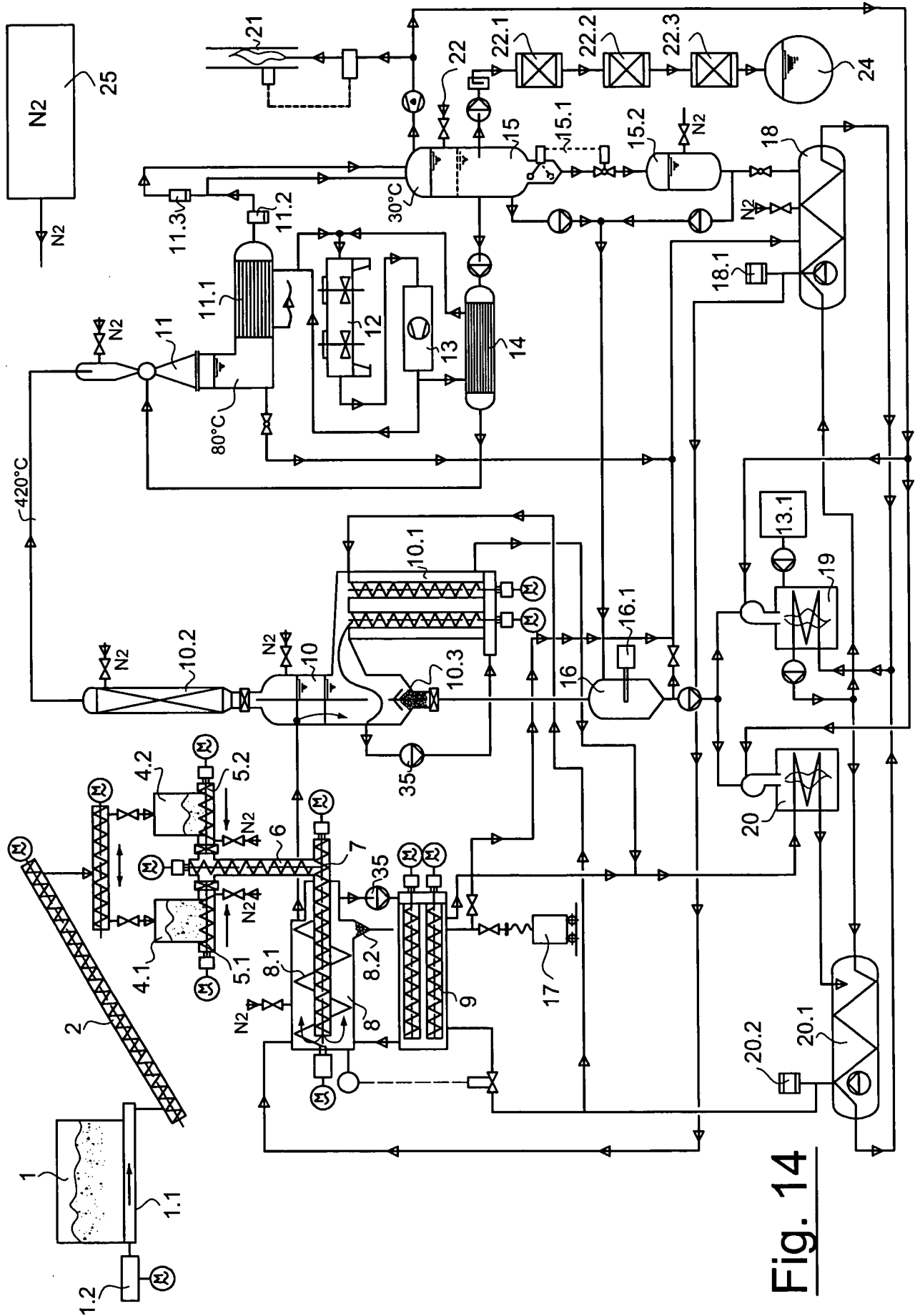


Fig. 13

Fig. 12



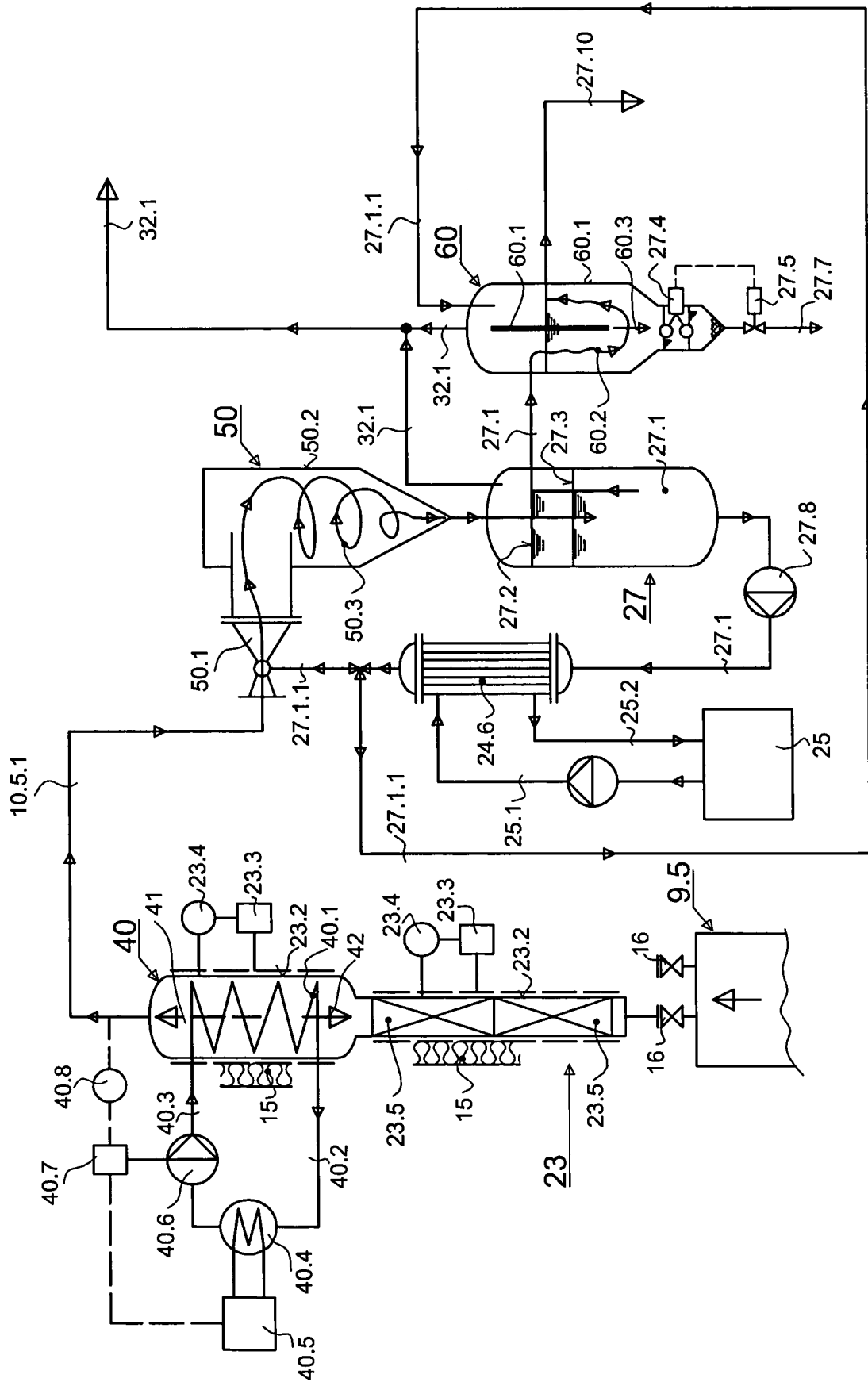


Fig. 16