



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH

703 614 A2

(51) Int. Cl.: C10G 3/00 (2006.01)

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) **PATENTANMELDUNG**

(21) Anmeldenummer: 01315/10

(71) Anmelder:
Edward Kosior, 12 Busbiy Parade
Bronte Sydney (AU)
Christian Widmer, Hölzlistrasse 9
4102 Binningen (CH)

(22) Anmeldedatum: 17.08.2010

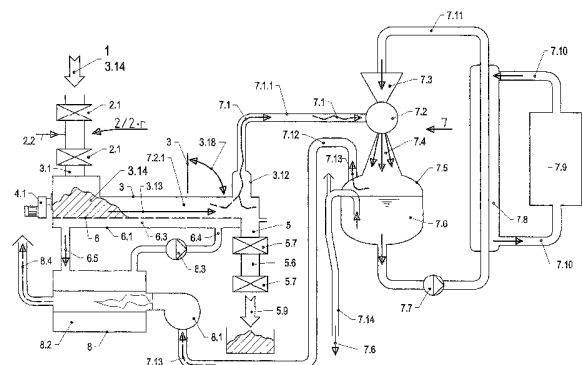
(72) Erfinder:
Edward Kosior, Bronte Sydney (AU)
Christian Widmer, 4102 Binningen (CH)
Rudolf Hartmann, 4460 Gelterkinden (CH)
Alain Mercier, 1170 Aubonne (CH)

(43) Anmeldung veröffentlicht: 29.02.2012

(74) Vertreter:
Christian Widmer, Hölzlistrasse 9
4102 Binningen (CH)

(54) **Kontinuierliches Verfahren und Vorrichtung zum Aufschmelzen von ligninhaltiger Biomasse zu Holzöl oder Kunststoffabfällen und erdöhlhaltigen Schlämmen sowie Haushaltsmüll zu Brenngasen und Flüssigkraftstoffen.**

(57) Offenbart ist ein Verfahren, in dem in der gleichen Vorrichtung ligninhaltige Biomasse zu Holzöl verflüssigt oder verschmutzte Kunststoffe und organische Flüssigkeiten und Schlämme und Ölsand sowie vorbehandelter Hausmüll zu flüssigen Kohlenwasserstoffen und Brenngasen aufbereitet und anorganische Reststoffe und Verschmutzungen als Schlacke ausgeschieden werden.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren in dem in der ein- und derselben Vorrichtung die Aufbereitung von ligninhaltiger Biomasse zu Heizöl oder Mischkunststoffe und organische Flüssigkeiten auf der Basis von Erdöl zu Treibstoffen, sowie mechanisch aufbereiteter und vorgetrockneter Haushaltsmüll zu Brenngasen und flüssigen Treibstoffen aufbereitet wird.

[0002] Mit der hier vorgestellten ablativen Flash-Pyrolyse, kann in ein- und demselben Reaktorsystem in getrennten Materialströmen aus ligninhaltiger Biomasse, Mischkunststoffe, sowie erdöhlaltige Schlämmen und Sande durch erhitzen an heissen Kontaktflächen unter Sauerstoffabschluss geschmolzen und verdampft werden.

[0003] Im Gegensatz zur sogenannten heissen Pyrolyse oder Vergasung, welcher durch gezielten Sauerstoffeintrag eine Halbverbrennung stattfindet und Gase in Form von brennbaren Oxyd (CO) als Synthesegas gewonnen werden.

[0004] Der überhitzte Dampf wird aus dem Reaktor ausgetragen und wird anschliessend kondensiert und bei der ligninhaltigen Biomasse als Pyrolyseöl und Brenngase ausgetragen.

[0005] Bei der Behandlung von Mischkunststoffen und erdöhlaltigen Schlämmen wird das Pyrolysegases vor dem Kondensieren in einem Partialkondensator, die Länge der Kohlenwasserstoffmoleküle selektiv festgelegt.

[0006] Die langkettigen und nicht gecrackten Kohlenwasserstoffmoleküle werden in den Reaktor zurückgeführt um erneut den Crackprozess zu durchlaufen. Als Produkt bei der Pyrolyse von Kunststoffen, auch Olefine oder Alkane genannt und den erdöhlaltigen Schlämmen wird als Basisprodukt Heizöl oder Naphta, sowie Brenngase gewonnen und Schlacken werden in trockener Form ausgetragen.

[0007] Als Produkt bei der Pyrolyse von ligninhaltigen Stoffen wird Holzöl, Brenngase und Koks gewonnen. Die Brenngase und der Koks werden zur Erzeugung der Prozessenergie verwendet und das Heizöl kann als Treibstoff für stationäre Dieselmotoren zur Erzeugung von elektrischer Energie verwendet werden.

[0008] Da sich im Holzöl eine Vielzahl von organischen Verbindungen befinden, wird das Holzöl vorteilhaft für die Erzeugung von Produkten in der organischen Chemie und Pharmaindustrie verwendet.

[0009] Bei der Pyrolyse vom Gesamthaushaltsmüll oder Fraktionen davon, muss diese vorgängig mechanisch aufbereitet und Metalle abgetrennt werden. Vor der Zerkleinerung wird aus dem Müll, Grob- und Störstoffe entfernt und danach vorteilhaft in einer Hochleistungsrotte mit selbsterzeugter Bioenergie vorgetrocknet. Die Fraktion vom Haushaltsmüll kann auch als Feuchtmasse in die Reaktoren eingebracht werden. In diesem Fall muss ca. 10% vom erzeugten Produkteöl zur Erzeugung von Verdampfungsenergie für den Wasserentzug verwendet werden.

[0010] Die Fig. 1 zeigt den Reaktor (3) und die Kondensationsanlage (7) betreffend dem Anwendungsfall für den Materialeintrag (1) von Holzschnitzel und anderer ligninhaltiger Biomasse (3.14), sowie aufbereiteter Haushaltsmüll (3.16) zur Produktion von Heizöl (7.1), Brenngase (7.13) und Koks (5.9).

[0011] Der Materialeintrag (1) in den Reaktor (3) erfolgt taktweise über die Schleuse (2). Damit kein Luftsauerstoff mit eingetragen wird, sind die beiden Absperrschieber (2.1) gegenseitig verriegelt. Hier dargestellt ist eine Schleuse (2). Um eine kontinuierliche Befüllung zu gewährleisten, können auch mehrere Schleusen (2#n) nebeneinander angeordnet werden.

[0012] Nach der erfolgten Befüllung der Schleuse (2) wird der Inhalt mit Inertgas (2.2) gespült um den Sauerstoff zu verdrängen. Nach erfolgter Spülung wird der obere Schieber (2.1) geschlossen und danach der untere Schieber geöffnet (2.1). Der Schleuseninhalt fällt in den Zuführschacht (3.1) und wird durch den Materialverteiler (3.2) auf der gesamten Reaktorbreite gleichmässig verteilt.

[0013] Der Antrieb (3.3) bewegt die Verteilerschnecke (3.6) ständig durch Wechsel der Drehrichtung (3.4) A und B, dadurch verteilt sich das eingetragene Frischgut (3.16) durch die Materialverteilung (3.5) wechselnd in Richtung A und B.

[0014] Über die Antriebe (4.1) wird mit den Förderspiralen (4) das eingetragene Material in die Hauptstromrichtung (3.13) gefördert. Das Innenrohr (6) wird über das Heizmedium 6.3 beheizt, welches vom Heizmantel (6.1) umschlossen ist und vom Heizmedium Eingang (6.4) zum gegenüberliegenden Heizmedium Ausgang (6.5) fliesst.

[0015] Durch den Kontakt der Biomasse (3.14), sowie der aufbereitete Hausmüll (3.16) mit der heissen Fläche des Innenrohr (6), wird die Biomasse (3.14) und der Hausmüll (3.16) unter Sauerstoffabschluss und Vakuum an der heissen Kontaktfläche geschmolzen. Der entstehende Flüssigkeitsfilm verdampft sofort und verlässt als überhitzter Dampf (7.1), mit einer Temperatur zwischen 450 bis 500 °C, über den Gasdom (3.12) den Reaktor (3) und wird über die Gasleitung (7.1.1) der Kondensationsanlage (7) zugeführt.

[0016] Die Biomasse (3.14) oder der aufbereitete Hausmüll (3.16) wird direkt an der heissen Kontaktfläche vom Innenrohr (6) geschmolzen. Durch die wechselnde Förderrichtung (4.3) der Förderspirale (4) wird die Biomasse (3.14) oder der aufbereitete Hausmüll (3.16) ständig durchmischt. Um ständig eine Durchmischung zu erhalten, wird taktweise die Dreh- und Förderrichtung (A/B) über eine frei programmierbare Schrittschaltsteuerung gewechselt.

[0017] Bei der Dreh- und Förderrichtung (B) wird die Biomasse (3.14) oder der aufbereitete Hausmüll (3.16) entgegengesetzt zur Hauptstromrichtung (3.13) zurückgeführt. Bei der Dreh- und Förderrichtung (A) wird die Biomasse (3.14) oder der aufbereitete Hausmüll (3.16) in die Hauptstromrichtung (3.13) gefördert. Um den Materialdurchsatz zu gewährleisten

muss die Förderspirale (4) immer mindestens mit einer Umdrehung mehr in die Hauptstromrichtung (3.13) fördern als entgegengesetzt zurückgeführt wird.

[0018] Durch die Rückforderung in Richtung (B) wird die Biomasse (3.14) oder der aufbereitete Hausmüll (3.16) verdichtet und gegen die heisse Wandung des Innenrohrs (6) gedrückt und dadurch wird der Abschmelzvorgang beschleunigt.

[0019] Durch die Stückigkeit der Biomasse (3.14) oder der aufbereitete Hausmüll (3.16) wirkt das Vakuum (7.2.1) über die Hohlräume in der Schüttung und zieht den überhitzten Dampf (7.1) kontinuierlich aus dem Reaktor (3).

[0020] Der überhitzte Dampf (7.1) mit einer Temperatur zwischen 460° bis 520°C, wird von der Flüssigkeitsstrahlpumpe (7.2), welche zugleich das Vakuum im Reaktor (3) erzeugt, angesaugt. Das gekühlte Treibmittel (7.11) besteht aus dem Produktöl (7.6), welches aus dem Kreislaufbehälter (7.5) mit der Kreislaufpumpe (7.7) der Flüssigkeitsstrahlpumpe (7.2), oder auch Venturi genannt, zugeführt wird. Der überhitzte Dampf (7.1) vermischt sich mit der Treibflüssigkeit (7.3) und wird schlagartig abgekühlt, kondensiert und verlässt als Gemisch (7.4) von Kondensat, Treibflüssigkeit und nicht kondensierbaren Gasen, mit einer Temperatur von ca. 30°C die Flüssigkeitsstrahlpumpe (7.2) und wird im Kreislaufbehälter (7.5) entspannt.

[0021] Durch die schlagartige Abkühlung des überhitzten Dampfes (7.1) wird das Dampfvolumen von 1m³ auf ca. 4 Liter reduziert. Durch diesen Vorgang wird das Vakuum erzeugt und gehalten. Durch das anlegen von Vakuum im Reaktor (3) werden Sekundärreaktionen im Gasstrom vermieden um Qualitätsverluste im Pyrolyseöl zu vermeiden.

[0022] Mit einer Anlage zur Kälteerzeugung (7.9) wird über den Kühlmittelkreislauf (7.10) der Kühler versorgt um gekühltes Treibmittel (7.11) für den Quenchprozess aufzubereiten. Die nicht kondensierbaren Brenngase (7.13) verlassen über die Leitung (7.12) den Kreislaufbehälter (7.5) und werden der Wärmeerzeugung (8) zugeführt.

[0023] Durch den Mehrstoffbrenner (8.1) wird über den Heizmediumerhitzer (8.2) mit der Umwälzpumpe (8.3) das erwärmte Heizmedium (6.3) dem Reaktor zugeführt. Das erzeugte Produktöl (7.6) verlässt den Kreislaufbehälter (7.5) über den Produktölabgang (7.14).

[0024] Der Koks vermischt mit Asche, verlässt als Schlacke (4.6) den Reaktor (3) über den Austragsförderer (5) und der Schleuse (5.6). Dabei läuft der gleiche Vorgang mit der Steuerung der Absperrschieber (5.6) ab, welcher bei der Schleuse (2) bereits beschrieben wurde.

[0025] Die Fig. 2 zeigt den Reaktor (3) und die Kondensationsanlage (7) betreffend dem Anwendungsfall für den Materialeintrag (1) von Kunststoffgemischen (3.15) oder der aufbereitete Hausmüll (3.16), zur Produktion von Heizöl (7.1), Brenngase (7.13) und Schlacke (4.6).

[0026] Der Materialeintrag (1) in den Reaktor (3) erfolgt taktweise über die Schleuse (2). Damit kein Luftsauerstoff mit eingetragen wird, sind die beiden Absperrschieber (2.1) gegenseitig verriegelt. Hier dargestellt ist eine Schleuse (2). Um eine kontinuierliche Befüllung zu gewährleisten, können auch mehrere Schleusen (2«n) nebeneinander gestellt werden.

[0027] Nach der erfolgten Befüllung der Schleuse (2) wird der Inhalt mit Inertgas (2.2) gespült um den Sauerstoff zu verdrängen. Nach erfolgter Spülung wird der obere Schieber (2.1) geschlossen und danach der untere Schieber geöffnet (2.1). Der Schleuseninhalt fällt in den Zuführschacht (3.1) und wird durch den Materialverteiler (3.2) auf der gesamten Reaktorbreite gleichmässig verteilt.

[0028] Der Antrieb (3.3) bewegt die Verteilerschnecke (3.6) ständig durch Wechsel der Drehrichtung (3.4) A und B, dadurch verteilt sich das eingetragene Frischgut (3.16.1) durch die Materialverteilung (3.5) wechselnd in Richtung A und B.

[0029] Über die Antriebe (4.1) wird mit den Förderspiralen (4) das eingetragene Material in die Hauptstromrichtung (3.13) gefördert. Das Innenrohr (6) wird über das Heizmedium 6.3 beheizt, welches vom Heizmantel (6.1) umschlossen ist und vom Heizmedium Eingang (6.4) zum gegenüberliegenden Heizmedium Ausgang (6.5) fliesst.

[0030] Durch den Kontakt der Kunststoffgemische (3.15) oder des aufbereiteten Hausmülls (3.16) mit der heissen Fläche des Innenrohr (6), wird das Kunststoffgemisch (3.15) oder der aufbereitete Hausmüll (3.16) unter Sauerstoffabschluss und Vakuum an der heissen Kontaktfläche geschmolzen. Der entstehende Flüssigkeitsfilm verdampft sofort und verlässt als überhitzter Dampf (7.1), mit einer Temperatur zwischen 390 bis 420 °C, über den Gasdom (3.12) den Reaktor (3) und wird über die Gasleitung (7.1.1) dem Zyklon (10) zur Abscheidung des Feinstaubes (10.4) zugeführt.

[0031] Durch die Schleuse (10.1) mit den Schiebern (10.2) wird über den Abgangsstutzen (10.3) der Feinstaub (10.4) in den Austragsschacht (5.5) geleitet. Das vom Staub gereinigte Heissgas (10.5) wird über die Heissgasleitung (10.6) dem Kondensator zugeführt.

[0032] In der Füllkörperverschaltung kondensieren die langkettigen Kohlenwasserstoffe (11.6) und werden über die Schleuse (11.4) und den Absperrschiebern (11.5) wieder dem Reaktor (3) zur weiteren thermischen Behandlung zugeführt.

[0033] Im Temperaturkopf (11.2) wird über das Temperiergerät (11.3) die Partialtemperatur eingestellt, damit gewährleistet ist, dass nur kurzkettige Kohlenwasserstoffverbindungen in Form von Crackgasen (11.8) über die Rohrleitung (11.9) der Kondensationsanlage (7) zugeführt werden. Nichtgecrackte langkettige Kohlenwasserstoffverbindungen werden über die Schleuse (11.4) zum erneuten Cracken dem Reaktor (3) erneut zugeführt.

[0034] Die Fig. 3 zeigt einen Längsschnitt durch den liegend angeordneten Reaktor (3) in dem der Materialeintrag (1) dem Reststoffaustrag (5.9) und Gasdom (3.12) diametral gegenüber liegt und die Hauptstromrichtung (3.13) vom Materialeintrag (1) in Richtung Gasdom (3.12) verläuft.

[0035] Das eingetragene Frischgut (3.16.1) wird durch den Materialverteiler (3.2) in die Förderspiralen (4) der Schmelzrohre (4.7) gedrückt, sodass im Bereich der Eintragszone (3.7) das Schmelzrohr (4.6) komplett gefüllt ist.

[0036] Durch den Antrieb (4.1) kann die Förderspirale durch reversieren der Drehrichtung (4.3), A oder B die Förderrichtung (4.3) geändert werden. Bei der Drehrichtung A erfolgt der Materialtransport in die Hauptförderrichtung (3.13) und bei der Drehrichtung B in die entgegengesetzte Richtung.

[0037] Um die Durchlauf- und Aufenthaltszeit des Schmelzgutes regulieren zu können, wird eine Schrittschaltung eingerichtet, welche in der Lage ist nach zwei bis drei Umdrehungen in die Förderrichtung A mindestens eine Umdrehung in die entgegengesetzte Förderrichtung B auszuführen.

[0038] Dies ergibt den Vorteil, dass bessere Durchmischung des Schmelzgutes (4.8) stattfindet und die Kontaktflächen an dem beheizten Innenrohr (6) durch die Drehbewegung, die Spirale (4) von Verbackungen, Kohlenstoffablagerungen und Verschmutzungen abgereinigt wird und somit einen optimalen Wärmeeintrag (6.6) in das Schmelzgut (3.17) gewährleistet.

[0039] Im Bereich der Reduktionszone (3.8) wird durch Aufschmelzen und Vergasen das Eintragsniveau (4.4) auf ein Austragsniveau (4.5) abgesenkt. Verbleiben wird ein Reststoff in der Schlackenzone (3.9), welcher mit der Förderspirale (4) in die Austragszone (3.10) gefördert wird und über den Austragsförderer (5) und Austragsschleuse (5.6) aus dem Reaktor (3) als Trockengut in Form von kalter Schlacke (5.13) ausgetragen wird.

[0040] Die Figur 4 zeigt den Schnitt A - A durch den Materialeintrag (1), den Zuführungsschacht (3.1) mit dem Materialverteiler (3.2) in die nebeneinanderliegenden Schmelzrohre (4.7). Dargestellt sind fünf Stück parallel angeordnete Schmelzrohre (4.7), dabei ist in Bezug auf die geforderte Durchsatzleistung jederzeit möglich die Rohranzahl zu verringern oder zu vermehren.

[0041] Die Fig. 5 zeigt den Schnitt B - B durch den Mittelteil.

[0042] Die Fig. 6 zeigt den Schnitt C - C durch die Austragszone (3.10) mit dem Austragsförderer (5), der Austragsschleuse (5.6) mit dem Abgangsstutzen (10.3) für den Feinstaubaustrag (10.4) und dem Gasdom (3.12).

[0043] Die Fig. 7 zeigt die Aufsicht auf die nebeneinander liegenden Reaktoren (3).

[0044] Die Fig. 8 zeigt den Schnitt durch einen Reaktor (3) für den Durchsatz von Flüssigprodukten wie ölhaltiger Schlamm (12.1) aus Tankanlagen und Tankschiffen, sowie ölhaltigen Sand.

[0045] Der Schlamm (12.1) wird über eine Transporteinrichtung wie z.B. einer Pumpe (12.4) in das Innenrohr (6) des Reaktors (3) gefördert. Mit der Förderspirale (4) wird der Reaktorinhalt (12.9) in der Hauptstromrichtung (3.13) vom Schlamm-eintrag (12.1) zum Austragsschacht (5.5) gefördert.

[0046] Das Heizmedium (6.3) besteht vorteilhaft aus geschmolzenem Salz, welches zwischen dem Innenrohr (6) und dem Heizmantel (6.1) im Gegenstrom (6.7) zur Hauptstromrichtung (3.13) des Reaktorinhaltes (12.9) fließt.

[0047] Der Heizmediumeingang (6.4) liegt dem Heizmediumausgang (6.5) diametral gegenüber. Die Neigung (3.18) der Reaktoren (3) wird bestimmt durch die Spiralwendelhöhe (4.9), damit die Schlacke (4.6) ausgetragen werden kann.

[0048] Die Länge des Reaktors (3) ist unterteilt in drei Zonen. Nach dem Schlammeintrag (12.1) in den Reaktor (3) erfolgt in der Schmelzzone (12.5) die Erwärmung des Reaktorinhaltes (12.9) auf eine Temperatur zwischen 220 und 320°C, bei einer Aufenthaltszeit zwischen 1 bis 3 Stunden. Die erforderliche Temperatur und Haltezeit richtet sich nach der Materialzusammensetzung des Schlammes (12.1).

[0049] Die ölhaltigen Anteile des Schlammes (12.1) werden durch die Temperatureinwirkung zu einer honigartigen Masse aufgeschmolzen. In der Crackzone (12.6) wird durch die höhere Temperatur zwischen 380°C bis 420°C der Reaktorinhalt (12.9) verdampft und verlässt als überhitzten Dampf (7.1) den Reaktor (3) über den Gasdom (3.12).

[0050] Der Eintrag des Schlammes (12.1) in den Reaktor (3) erfolgt durch eine hier nicht dargestellte Niveausteuerng, welche den Füllstand (12.8) im Reaktor (3) regelt.

[0051] Durch die Temperatureinwirkung werden die langkettigen Kohlenstoffmoleküle aufgebrochen und zu kurzkettigen Molekülen gewandelt, welche nach dem durchlaufen des Kondensators (11) und den Kühlern der Kondensationsanlage (7) in die Fraktionen, Brenngase (7.13) und Produkteöl (7.6) gewandelt werden.

[0052] In der Trocknungszone (12.7) wird der Rückstand in Form von Schlacke (4.6) bei einer Temperatur zwischen + 400° und 430°C und einer materialspezifischen Verweilzeit zwischen 30 Minuten bis 2 Stunden getrocknet und somit durch das heiße Innenrohr (6) des Reaktors (3) von anhaftender Flüssigkeit befreit. Die heiße Schlacke (5.12) besteht aus inertem Material und nicht gecrackten langkettigen Kohlenwasserstoffmolekülen.

[0053] Die Verweilzeit des Reaktorinhaltes (12.9) richtet sich nach der Materialzusammensetzung des zugeführten Schlammes (12.1). Werden vor allem leichtsiedendes Material eingetragen welche die Aufenthaltszeit im Reaktor (3) ver-

kürzt und somit den Durchsatz an Schlamm (12.1) erhöhen kann. Bei zähen Schlämmen (12.1) mit hohem Anteil von Teer und Schweröl, wird die Verweilzeit verlängert und dadurch der Durchsatz pro Zeiteinheit verringert.

[0054] Die getrocknete heiße Schlacke (5.12) wird durch die Förderspirale (4) in den Austragsschacht (5.5) eingetragen. Mit dem Austragsförderer (5) wird die heiße Schlacke (5.12) über den Schieber (5.7) in den Schlackenkühler (5.1) eingetragen. Zusammen mit den gegenseitig verriegelten Schiebern (5.7) erfüllt der Schlackenkühler (5.12) gleichzeitig die Funktion als Vakuumdichte Austragsschleuse.

[0055] Durch den Eintrag von Flüssigstickstoff (5.11) über einen vorgeschalteten Verdampfer wird, a) die Austragsschleuse (5.6) inertisiert und b) die heiße Schlacke (5.12) abgekühlt und als kalte Schlacke (5.13) die Austragsschleuse (5.6) über den Absperrschieber (5.7) und wird als Reststoffaustrag (5.9) bezeichnet.

[0056] Die Fig. 9 zeigt die Aufsicht auf den Reaktor (3) für die Behandlung und Durchsatz von ölhaltigem Schlamm (12.1).

[0057] Die Fig. 10 zeigt die Behandlungsvorrichtung und Verfahrensschritte für den Durchsatz von erdölhaltigen und pumpfähigen Schlämmen.

[0058] In der Mischvorrichtung wird der Schlamm (12.1) eingebracht und gegebenenfalls zur Zugabe von Verdüner (13.2.1) in Form von Leichtflüssigkeit wie z.B. Kerosin pumpfähig gemacht. Der Mischvorgang kann wie dargestellt in einem Doppelwellenmischer (14.3) oder einem anderen Mischsystem erfolgen.

[0059] Für den Fall, dass teer- und schweröhlhaltige Stoffgemische vorliegen, wird das Mischgut (14.3) über ein Wärmeintragssystem erwärmt, hier dargestellt als Zirkulationssystem mit einer Förderpumpe (14.5), Wärmetauscher (14.6) mit Heizmediumkreislauf (14.7), welcher das Umlaufgut (14.4) erwärmt und als warmes Umlaufgut (14.4.1) dem Doppelwellenmischer (14.3) wieder zuführt.

[0060] Über die Viskositäts- und Temperaturregelung (14.11) wird die Zuführung von Wärme über den Wärmetauscher (14.6) und Verdüner (13.2.1) über die Förderpumpe (13.5) geregelt. Dabei werden Förderpumpen (13.5) benutzt, welche zur Förderung von Beton eingesetzt werden.

[0061] Mit einer Beladevorrichtung, hier dargestellt durch eine Eintragspumpe (14.9) wird das Mischgut (14.8) in den Mischguteintrag (14.10) des Reaktors (3) gepresst.

[0062] Der Reaktor (3) bestehend aus einem Schmelzrohr (4.7) oder mehreren parallel oder hintereinander angeordneten Schmelzrohren (4.7ⁿ), wird der eingetragene Schlamm (12.1) über den Heizmantel (6.1) durch das Heizmedium (6.3) erwärmt bis die Cracktemperatur zwischen 350 °C bis 480 °C erreicht wurde und als überhitzten Dampf (7.1) den Reaktor verlässt.

[0063] Die Reststoffe in Form von Schlacke (4.6) wird über den Austragsschacht (5.5) über die Austragsschleuse (5.6) als Reststoffaustrag (5.9) und kalte Schlacke ausgetragen.

[0064] In der Kondensationsanlage (7) wird der überhitzte Dampf über den Kühler gespiesen, von der Kälteerzeugung (7.9) abgekühlt. Die Kühltemperatur wird eingestellt, damit Leichtsieder wie Kerosin in gasförmigen Zustand die Kondensationsanlage (7) als Brenngase (7.13) verlassen und dem Brenngaskühler (13) zugeführt werden.

[0065] Das Produkteöl (7.6) verlässt den Behälter (7.5) und wird über den Produkteölabgang (7.14) nach vorgängiger Kühlung über den Kühler (7.8) auf einer Lagerungstemperatur von < 30°C eingestellt und als gekühltes Produkteöl (7.6.1) ausgebracht.

[0066] Im Leichtflüssigkeitstank (7.5) wird das schwerere Wasser (7.19) durch absinken in den Wasserbehälter (7.15) von dem leichteren Produkteöl (7.6) getrennt. Mit einer Wasserfüllstandsmessung (7.16), hier nicht dargestellt mit Schwimmkörper, welche nach dem Dichtesystem wirken, wird der Wasserpegel erfasst und über die Wasserabzugssteuerung (7.17) mit der Entwässerungspumpe (7.18) das Wasser über den Wasserabgang (7.20) ausgetragen.

[0067] Im Brenngaskühler (13) wird das Brenngas (7.13) über den Kühler (7.8) abgekühlt und das Kondensat wird als Leichtflüssigkeit (13.2) vom Brenngas (7.13) abgetrennt und in den Leichtflüssigkeitsbehälter (13.3) geleitet. Die nicht kondensierbaren gekühlten Brenngase (7.13.1) verlassen den Behälter (13.3) und werden als Prozessbrennstoff oder anderwertig verwendet.

[0068] Die Leichtflüssigkeit (13.2) wird mit einer Fördereinrichtung, hier dargestellt als Förderpumpe (13.5) als Verdüner (13.2.1) der Mischvorrichtung (14) zugeführt. Der Überschuss an Leichtflüssigkeit (13.2) wird als Brennstoff (13.2.2) für die Prozesswärmerzeugung oder anderwertig verwendet.

[0069] Bei Mangel oder beim Anfahren des Prozesses, muss aus externen Quellen, Leichtflüssigkeit (13.2) über die Leichtflüssigkeitszuführung (13.4) zugegeben werden. Durch die Zugabe der Leichtflüssigkeit (13.2) als Verdüner (13.2.1) des Schlammes (12.1) und Austrag als überhitzter Dampf (7.1) aus dem Reaktor (3) in die zwei Kondensationsstufen, betreffend aus der Kondensationsanlage (7) und dem Brenngaskühler (13), wird durch die Erzeugung der Leichtflüssigkeit (13.2) der Verdünnungskreislauf geschlossen.

[0070] Die Fig. 11 zeigt die Behandlungsvorrichtung und die Verfahrensschritte zur Gewinnung von Kohlenwasserstoffgemischen (15.17) aus Ölsand (15) durch trockene Extraktion, ohne Wasser- oder Wasserdampfzugabe, mittels Erhitzung

des Ölsand (15) auf eine Cracktemperatur von 380 bis 420 °C. Das vorgestellte Verfahren findet Anwendung bei der Gewinnung von Ölsand (15) aus dem Tage- und Untertagebau.

[0071] Vor der Extraktion wird der Ölsand (15) rieselfähig gemacht, in dem klumpigen Material in einer Vereinzelung (15.1), hier dargestellt durch ein Walzenbrecher zu rieselfähigem Feinsand (15.2) aufbereitet wird. Der Feinsand (15.2) wird anschliessend in einer Mischvorrichtung mit eigenerzeugten Verdünner (13.2.1) zu einem feuchten Sandgemisch (15.3) aufbereitet.

[0072] Der Verdünner (13.2.1) besteht aus der im Extraktionsverfahren gewonnenen Leichtflüssigkeit (13.2), in Form von Benzin und Kerosin welche als Kreislaufgut und Extraktionshilfe dem Feinsand (15.2) beigemischt wird. Ob und wieviel an Verdünner (13.2.1) dem Feinsand (15.2) beigegeben wird, wird durch die Zähigkeit des am Sandkorn anhaftenden Bitumens bestimmt.

[0073] Das trockene oder feuchte Sandgemisch (15.3) wird über eine Förder- und Dosiervorrichtung, hier dargestellt als Doppelwellenmischer (14.3) in den Vorwärmreaktor (3.1.1) eingebracht. Über die Heizfläche des Innenrohrs (6) findet der Wärmeeintrag (6.6) in das kalte Sandgemisch (15.4) statt.

[0074] Das Heizmedium (6.3) besteht aus einem Thermoölkreislauf indem mit der Heizmediumumwälzpumpe (15.4) über die Wärmetauscherrohre (15.11) im Rieselbettreaktor (15.12) dem ca. 400°C heissen Sand (15.6), Wärme entzogen wird und über den Heizmediumvorlauf (15.15) und Heizmediumrücklauf (15.16) wird der Wärmetauscher des Vorwärmereaktors (3.1.1) beheizt.

[0075] Das warme Sandgemisch (15.5) mit ca. 150°C wird vom Reaktor (3.1.1) in den Reaktor (3) eingetragen. Die Neigung (3.18) ist eingestellt auf die Spiralwendelhöhe (4.9), damit wird erreicht, das bei Förderung in die Hauptstromvorrichtung (3.13), ca. 50% des heissen Sandes (15.6) ständig sich überwirft und somit eine Rückmischung (15.6.1) stattfindet und sich dauernd neue Oberflächen, sowie am heissen Innenrohr (6), sowie an der Oberfläche welche dem Vakuum (7.2.1) ausgesetzt ist, bilden.

[0076] Durch das Ausbacken des heissen Sandes (15.6) bei ca. 400°C bis 430°C, gehen die ölhaltigen Bestandteile in eine Gasphase über und verlassen den Reaktor (3) als überhitzten Dampf (7.1). Der ebenso heisse, aber von der ölhaltigen Organik befreite Sand, verlässt als entfeuchteter Sand (15.7) den Reaktor (3) und gelangt über den Austragsförderer (5) in die Austragsschleuse (5.6) und wird zur Abkühlung über die Materialverteilung (15.10) dem Rieselbettreaktor (15.12) zugeführt.

[0077] Nach dem Durchlaufen des Rieselbettreaktors (15.12) wird dem heissen und entfeuchteten Sand (15.7) über die Wärmetauscherrohre (15.11), Wärme entzogen und verlässt den Reaktor (15.12) über die Austragsvorrichtung (15.12) als kühler Sand (15.8) und dieser kann anschliessend als Verfüllmaterial (15.9) zur Ölsandgewinnungsstätte zurückgeführt werden.

[0078] Die Crackgase verlassen als überhitzter Dampf (7.1) den Reaktor (3) über den Gasdom (3.12) und gelangen in den Zyklon (10) in welchem Feinstaub (10.4) vom Heissgas abgetrennt werden bevor diese in den Kondensator (11) geleitet werden. In diesem ersten selektiven Partialkondensator werden langkettige und noch nicht gecrackte Kohlenwasserstoffe in flüssiger Form ausgeschieden und über die Schleuse (11.4) wieder dem Reaktor (3) zum erneuten Cracken zugeführt.

[0079] Die abgereinigten Crackgase (11.8) vom Vacuum (7.2.1) angesaugt, gelangen in die Flüssigkeitsstrahlpumpe (7.2) und werden dort durch die Treibflüssigkeit (7.3) schlagartig abgekühlt. Das gekühlte Treibmittel (7.11) besteht aus dem Produkteöl (7.6) welches aus dem Kreislaufbehälter (7.5) mittels der Kreislaufpumpe (7.7) über den Kühler (7.8) wiederum die Flüssigkeitsstrahlpumpe (7.2) antreibt und zugleich das Vakuum (7.2.1) und die Crackgase (11.8) abkühlt und zu Produkteöl (7.6) kondensiert.

[0080] Der mitkondensierte Wasserdampf wird als Wasser (7.19) im Wasserbehälter (7.15) aufgefangen und über Wasserabzugssteuerung (7.16 und 7.17) mit der Entwässerungspumpe (7.17) abgezogen.

[0081] Das Produkteöl (7.6) mit einer Temperatur von ca. + 60 °C verlässt über den Kühler (7.8) mit Kälteerzeugung (7.9) den Prozess als gekühltes Produkteöl (7.6.1) Die nichtkondensierbaren Brenngase (7.13) und leichtsiedende gasförmigen Flüssigkeiten werden dem Brenngaskühler (13) zugeführt und in diesem über den Kühler (7.8), gespiesen über die Kälteerzeugung (7.9), von ca. 70°C auf 30°C abgekühlt und zu flüssigem Brennstoff (13.2) kondensiert.

[0082] Die nicht kondensierbaren gekühlten Brenngase (7.13.1) verlassen den Brenngaskühler (13) und werden im Mehrstoffbrenner (8.1) in der Wärmeerzeugung (8) zur Aufheizung des Heizmediums (6.3) verbrannt.

[0083] Die Leichtflüssigkeit 13.2 wird im Bedarfsfall über die Pumpe (13.5) als Verdünner (13.2.1) und Lösungsmittel der Mischvorrichtung (14) zugeführt. Der Überschuss an Leichtflüssigkeit kann als Brennstoff (13.2.2) dem Prozess oder anderen Energieverbrauchern zugeführt werden.

[0084] Beim Anfahren der Extraktionsanlage oder bei Mangel an Umlaufflüssigkeit in Form von Verdünner (13.2.1) muss Leichtflüssigkeit (13.4) in Form von Kerosin oder Benzin zugeführt werden.

[0085] Die Fig. 12 zeigt die Behandlungsvorrichtung und Verfahrensschritte bei kaskadenförmiger Anordnung der Reaktoren (3.1.1 und 3). Diese Anordnung wird eingesetzt und beim Materialeintrag (1) von abrasiven Stoffgemischen bei der Behandlung von Autoshreder-Leichtfraktionen.

[0086] Bei der Hintereinanderschaltung wird der erste Reaktor als Vorwärmreaktor (3.1.1) betrieben bei einer Betriebstemperatur zwischen +250 °C bis +320 °C zum Aufschmelzen der Kunststoffanteile in der Schmelzzone (12.5).

[0087] Das fließfähige Schmelzgut (3.12) fließt über den Eintragsschacht (5.5.1) in den nachgeschalteten Reaktor (3). Die Mischgase (7.12) werden über den Gasdom (3.1.1) abgezogen und einer thermischen Verwertung zugeführt.

[0088] Die beiden Reaktoren (3.1.1 und 3) verfügen über die gleiche Neigung (3.18 und den Füllstand (12.8). Der Füllstand (12.8) begrenzt auch die Crackzone (12.6) im Reaktor (3). In der Trocknungszone (12.7) wird der Überstand und die Schlacke (4.7) durch den Wärmeeintrag getrocknet und über den Austragsschacht (5.5) der Anfangsspirale zugeführt.

[0089] Die Betriebstemperatur im Reaktor beträgt zwischen 380°C bis 420°C. Die Crackgase verlassen als überhitzten Dampf (7.1) den Reaktor (3) über den Gasdom (3.12) zur Weiterbehandlung in den nachgeschalteten Behandlungsstufen, bestehend aus Zyklon (10), Kondensator (11) und Kondensationsanlage (7) zu flüssigen Kohlenwasserstoffen.

Bezugszeichenliste

[0090]

A	Dreh- und Förderrichtung
B	Dreh- und Förderrichtung
1	Materialeintrag
2	Schleuse
2.1	Absperrschieber
2.2	Inertgas
3	Reaktor
3.1	Zuführungsschacht
3.1.1	Vorwärmreaktor
3.2	Materialverteiler
3.3	Antrieb
3.4	Drehvorrichtung
3.5	Materialverteilung
3.6	Verteilerschnecke
3.7	Eintragzone
3.8	Reduktionszone
3.9	Schlackenzone
3.10	Austragszone
3.11	Entgasungsraum
3.12	Gasdom
3.13	Hauptstromrichtung
3.14	Biomasse
3.15	Kunststoffgemisch
3.15.1	Autoshredder Leichtfraktion
3.16	Aufbereiteter Hausmüll
3.16.1	Frischgut
3.17	Schmelzgut

3.18	Neigung
3.19	Materialschüttung
4	Förderspirale
4.1	Antrieb
4.2	Drehrichtung
4.3	Förderrichtung
4.4	Eintragsniveau
4.5	Austragsniveau
4.6	Schlacke
4.7	Schmelzrohr
4.7*n	Schmelzrohre
4.8	Schmelzgut
4.9	Spiralwendelhöhe
5	Austragsförderer
5.1	Austragsspirale
5.2	Antrieb
5.3	Drehrichtung
5.4	Förderrichtung
5.5	Austragsschacht
5.5.1	Eintragsschacht
5.6	Austragsschleuse
5.7	Absperrschieber
5.9	Reststoffaustrag
5.10	Schlackenkühler
5.11	Flüssigstickstoff
5.12	Heisse Schlacke
5.13	Kalte Schlacke
6	Innenrohr
6.1	Heizmantel
6.3	Heizmedium
6.4	Heizmedium Eingang
6.5	Heizmedium Ausgang
6.6	Wärmeeintrag
6.7	Gegenstrom
7	Kondensationsanlage
7.1	Überhitzter Dampf

- 7.1.1 Gasleitung
- 7.1.2 Mischgase
- 7.2 Flüssigkeitsstrahlpumpe
- 7.2.1 Vakuum
- 7.3 Treibflüssigkeit
- 7.4 Gemisch
- 7.5 Kreislaufbehälter
- 7.6 Produkteöl
- 7.6.1 Gekühltes Produkteöl
- 7.7 Kreislaufpumpe
- 7.8 Kühler
- 7.9 Kälteerzeugung
- 7.10 Kühlmittelkreislauf
- 7.11 Gekühltes Treibmittel
- 7.12 Gasleitung
- 7.13 Brenngase
- 7.13.1 Gekühlte Brenngase
- 7.14 Produkteölabgang
- 7.15 Wasserbehälter
- 7.16 Wasserfüllstandsmessung
- 7.17 Wasserabzugssteuerung
- 7.18 Entwässerungspumpe
- 7.19 Wasser
- 7.20 Wasserabgang
- 8 Wärmeerzeugung
- 8.1 Mehrstoffbrenner
- 8.2 Heizmediumerhitzer
- 8.3 Umwälzpumpe
- 8.4 Abgaskamin
- 9 Mantelrohr
- 9.1 Füllstand
- 9.2 Gasraum
- 10 Zyklon
- 10.1 Schleuse
- 10.2 Absperrschieber
- 10.3 Abgangsstutzen

- 10.4 Feinstaub
- 10.5 Gereinigtes Heissgas
- 10.6 Heissgasleitung
- 11 Kondensator
- 11.1 Füllkörperverpackung
- 11.2 Temperierkopf
- 11.3 Temperiergerät
- 11.4 Schleuse
- 11.5 Absperrschieber
- 11.6 Langkettige Kohlenwasserstoffe
- 11.8 Crackgase
- 11.9 Crackgasleitung
- 12 Schlammeintrag
- 12.1 Schlamm
- 12.2 Druckleitung
- 12.3 Absperrvorrichtung
- 12.4 Schlammpumpe
- 12.5 Schmelzzone
- 12.6 Crackzone
- 12.7 Trocknungszone
- 12.8 Füllstand
- 12.9 Reaktorinhalt
- 13 Brenngaskühler
- 13.1 Gekühlte Brenngase
- 13.2 Leichtflüssigkeit
- 13.2.1 Verdünner
- 13.2.2 Brennstoff
- 13.3 Leichtflüssigkeitsbehälter
- 13.4 Leichtflüssigkeitzuführung
- 13.5 Förderpumpe
- 14 Mischvorrichtung
- 14.1 Mischbehälter
- 14.2 Antrieb
- 14.3 Doppelwellenmischer
- 14.4 Umlaufgut
- 14.4.1 Warmes Umlaufgut

- 14.5 Förderpumpe
- 14.6 Wärmetauscher
- 14.7 Heizmediumkreislauf
- 14.8 Mischgut
- 14.9 Eintragspumpe
- 14.10 Mischguteintrag
- 14.11 Viskositäts- und Temperaturregelung
- 15 Ölsand
- 15.1 Walzenbrecher
- 15.2 Feinsand
- 15.3 Feuchtes Sandgemisch
- 15.4 Kaltes Sandgemisch
- 15.5 Warmes Sandgemisch
- 15.6 Heisser Sand
- 15.6.1 Rückmischung
- 15.7 Entfeuchteter Sand
- 15.8 Kühler Sand
- 15.9 Verfüllmaterial
- 15.10 Verteilvorrichtung
- 15.11 Wärmetauscherrohre
- 15.12 Rieselbettreaktor
- 15.13 Austragsvorrichtung
- 15.14 Heizmedium Umwälzpumpe
- 15.15 Heizmedium Vorlauf
- 15.16 Heizmedium Rücklauf

Patentansprüche

1. Verfahren zur Behandlung von organischen hochbelasteten Stoffen mit den Schritten:
 - Eintragen der Stoffe in einen Reaktor.
 - Aufschmelzen und Cracken und Austragen von Schlacken.
 - Kondensieren durch Kühlung der nach dem Cracken anfallenden gasförmigen Phase zu brennbarer Leichtflüssigkeit.
 - Speichern der entstandenen Leichtflüssigkeit.
2. Verfahren nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Aufschmelzen und Cracken und das Trocknen der organischen Rückstände in einem Reaktorraum erfolgt.
3. Verfahren nach dem Patentanspruch 2, wobei in einem den Reaktor umgreifenden Heizmantel das Heizmedium im Gegenstrom zum Stoffstrom fließt.
4. Verfahren nach den Patentansprüchen 2 und 3, wobei aus ligninhaltigen Stoffgemischen, Brennstoffe in Form von Heizöl, Brenngasen und Koks gewonnen werden.
5. Verfahren nach den Patentansprüchen 2 und 3, wobei aus festen Kunststoffgemischen fossilen Ursprungs, flüssige Kraftstoffe gewonnen werden.

6. Verfahren nach den Patentansprüchen 2 und 3, wobei aus erdöhlhaltigen Sand- und Schlammgemischen, flüssige Kraftstoffe erzeugt werden.
7. Verfahren nach den Patentansprüchen 5 und 6, wobei durch festlegen der Kettenlänge der C-Moleküle im Partialkondensator, Naphta gewonnen wird, aus welchem in weiteren Verfahrensschritten wieder sortenreine Kunststoffe hergestellt werden.
8. Verfahren nach den Patentansprüchen 2 und 3, wobei aus mechanisch aufbereitetem und von Störstoffen befreitem Hausmüll, flüssige Kraftstoffe gewonnen werden.
9. Verfahren nach den Patentansprüchen 4 bis 8, wobei ausser flüssige Kunststoffe auch Sekundärbrennstoffe in Form von Gasen, Leichtflüssigkeit und Koks gewonnen werden.
10. Verfahren nach dem Patentanspruch 9, wobei die Sekundärbrennstoffe zur Erzeugung der Prozessenergie verwendet werden.
11. Verfahren nach dem Patentanspruch 2, wobei die Crackgase aus dem Reaktor von einer Flüssigkeitsstrahlpumpe unter Vakuum angesaugt und durch den gekühlten Flüssigkeitsstrahl abgekühlt und zu Flüssigbrennstoff und Brenngase kondensiert werden.
12. Verfahren nach dem Patentanspruch 11, wobei der Flüssigkeitsstrahl zum Antrieb der Vakuumpumpe aus den kondensierten Flüssigbrennstoffen besteht, welcher im Kreislauf über einen Kühler der Flüssigkeitsstrahlpumpe als Treibmittel zugeführt wird.
13. Verfahren nach den Patentansprüchen 11 und 12, wobei durch das erzeugte Vakuum die Entgasung im Reaktor und in der Materialschüttung beschleunigt und dadurch Sekundärreaktionen vermieden werden.
14. Verfahren nach dem Patentanspruch 6, wobei beim Eintragen von zähen öhlhaltigen Schlämmen, ein Teil der eigengerzeugten Leichtflüssigkeit als Kreislaufverdünner beigemischt wird.
15. Verfahren nach einem der vorgenannten Patentansprüche, wobei zur Erhöhung der Fließfähigkeit, das Eintragsgut über eine Wärmetauschervorrichtung erwärmt wird.
16. Verfahren nach den Patentansprüchen 14 und 15, dadurch gekennzeichnet, dass bei der thermischen Extraktion von Ölsand, keine Lösungsmittel auf der Basis von Wasser eingesetzt werden.
17. Verfahren nach dem Patentanspruch 2, wobei der Materialeintrag in den Reaktor diametral dem Crackgasaustrag und dem Feststoffaustrag gegenüberliegt.
18. Verfahren nach dem Patentanspruch 17, wobei der Reaktor in einer beliebigen Lage von liegend bis stehend ausgeführt ist, wobei der Materialeintrag immer am tiefsten Punkt stattfindet.
19. Verfahren nach den Patentansprüchen 1 bis 6, wobei die Länge des Reaktors in Materialflussrichtung in eine Eintragszone, einer Schmelzzone, einer Crackzone, sowie einer Trocknungszone für die festen Rückstände aufgeteilt ist und am Austragsende die Crackgase über einen Gasdom abgezogen und die festen Rückstände in Form von Schlacke über eine Schleuse ausgetragen werden.
20. Verfahren nach dem Patentanspruch 19, wobei mehrere Reaktoren parallel nebeneinanderliegend angeordnet sind und über einen gemeinsamen Eintrag und einen gegenüberliegenden Austrag und Entgasungsvorrichtung verfügen.
21. Verfahren nach den Patentansprüchen 18, 19 und 20, dadurch gekennzeichnet, dass bei kaskadenförmig hintereinander geschalteten Reaktoren jeder einzelne über eine gemeinsame Eintragsvorrichtung und gegenüberliegende Austrags- und Entgasungsvorrichtung verfügt.
22. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 17, 18 und 19, indem der Materialtransport im Reaktor durch eine Fördereinrichtung in Form einer Spirale erfolgt, welche über die gesamte Wirklänge des Reaktors reicht und über einen Getriebemotor angetrieben wird.
23. Verfahren nach den Patentansprüchen 19, 20 und 21, dadurch gekennzeichnet, dass bei kaskadenförmig hintereinander geschalteten Reaktoren jeder einzelne Reaktor über eine eigene Entgasungsvorrichtung verfügt.
24. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 22, indem durch taktweise Änderung der Drehrichtung der Transportspirale, wird die Aufenthaltszeit des Reaktorinhaltes im Reaktor verlängert und Scherkräfte eingebracht, welche die Durchmischung fördern und frisches Material den Schmelzflächen zuführt.
25. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 22 und 23, indem in der Trocknungszone die inerten Rückstände und nicht gecrackten Kohlenstoffrückstände durch die Heizwandung getrocknet und durch die Transportspirale als Schlacke und Koks in dem Austragsschacht gefördert, sowie die Heizwände von Ablagerungen und Anbackungen abreingt.

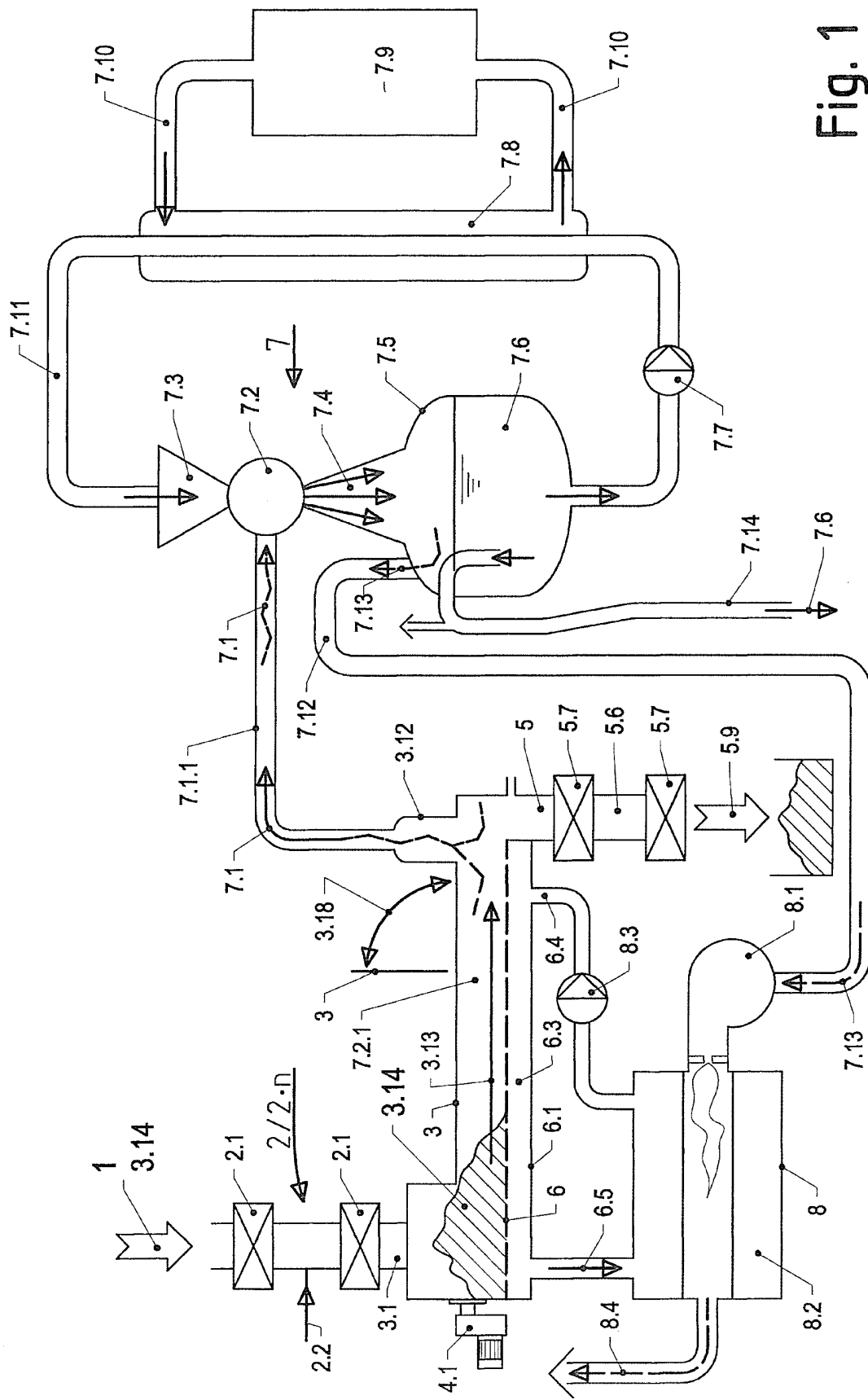


Fig. 1

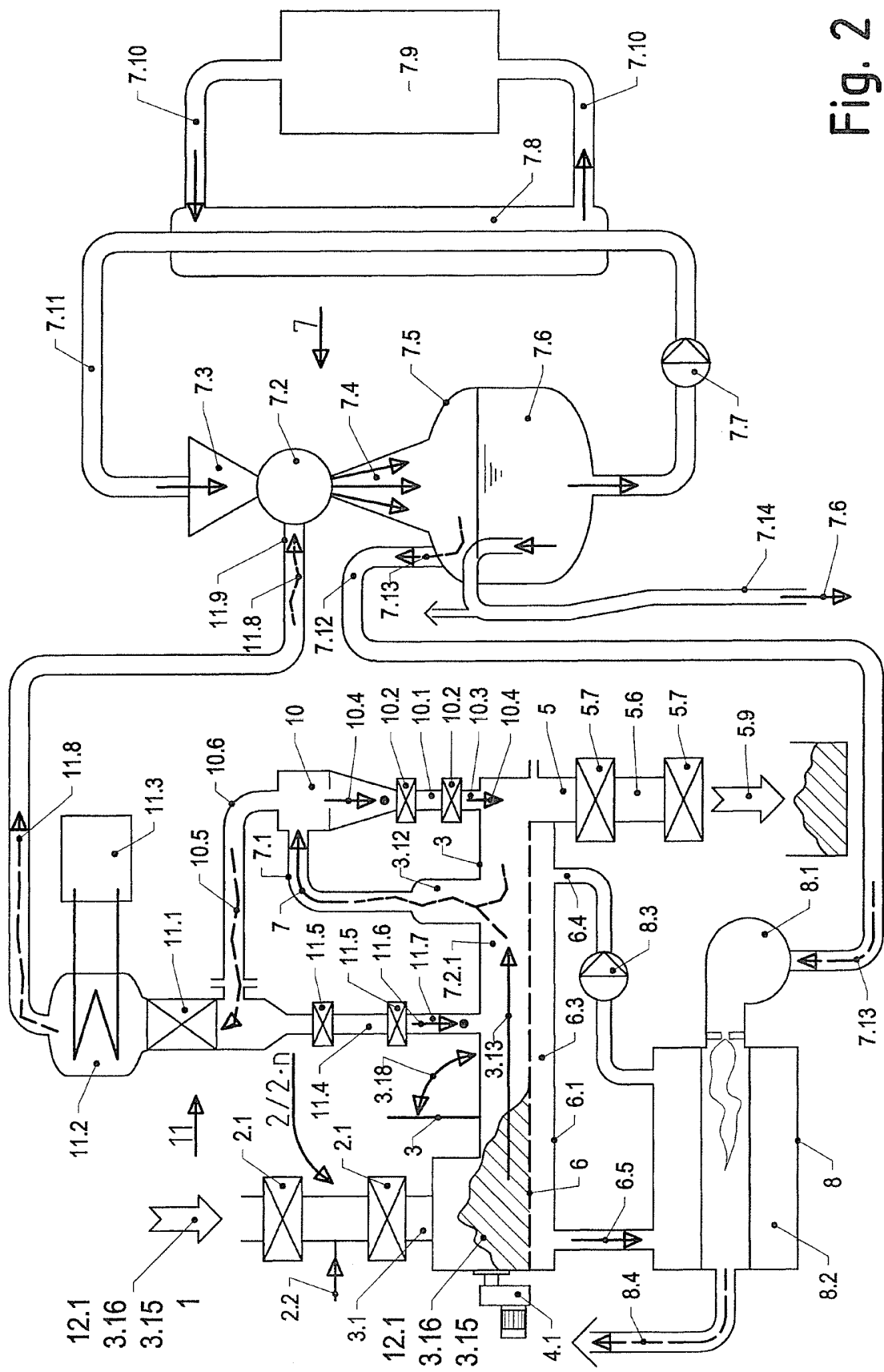
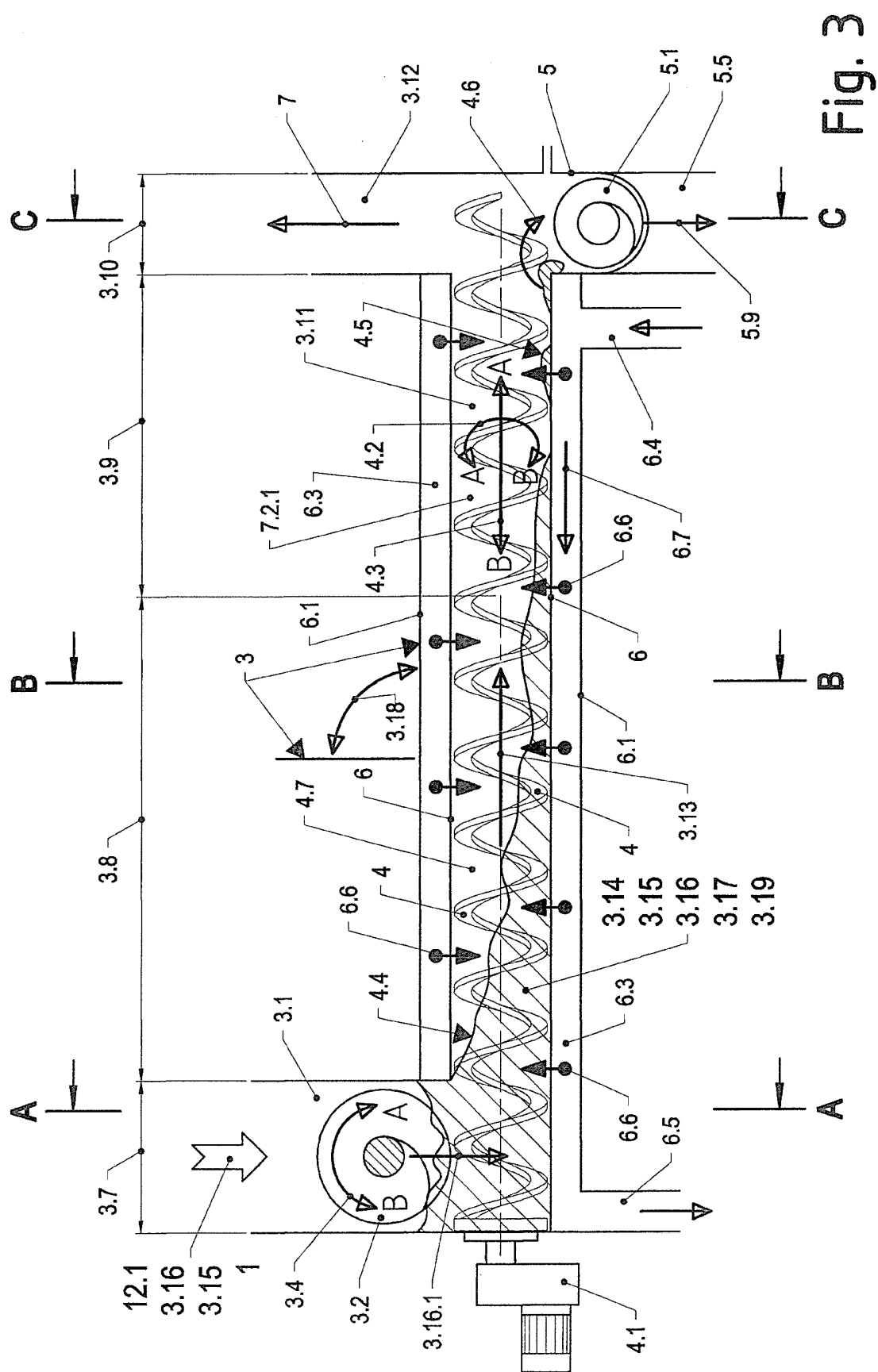
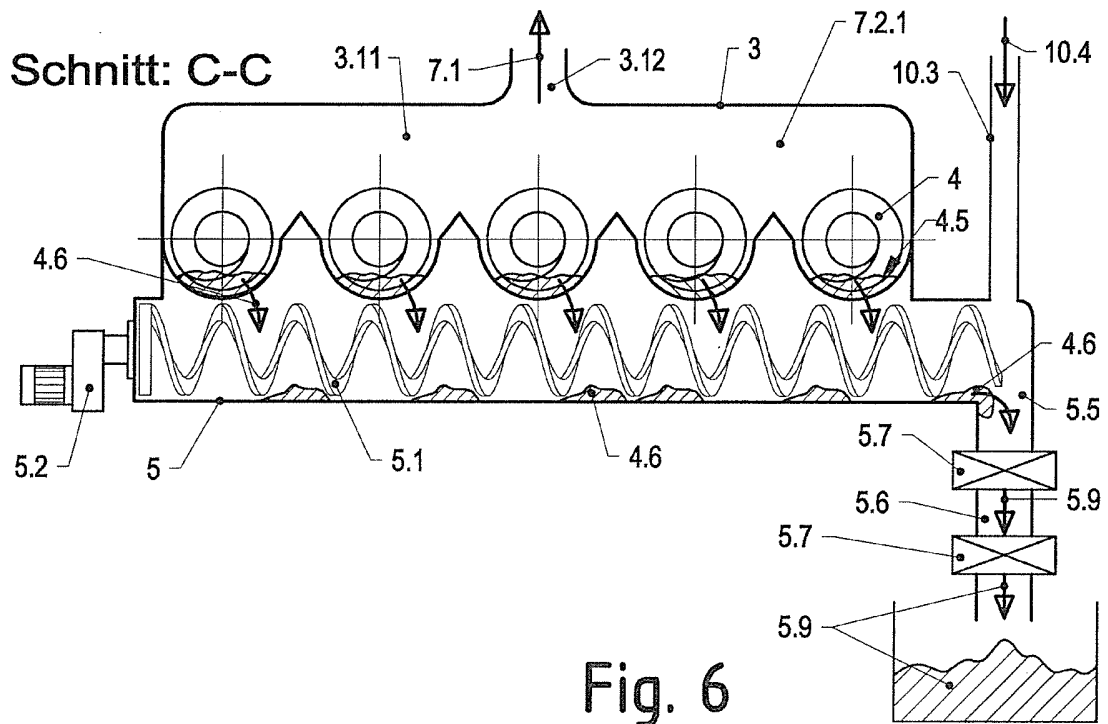
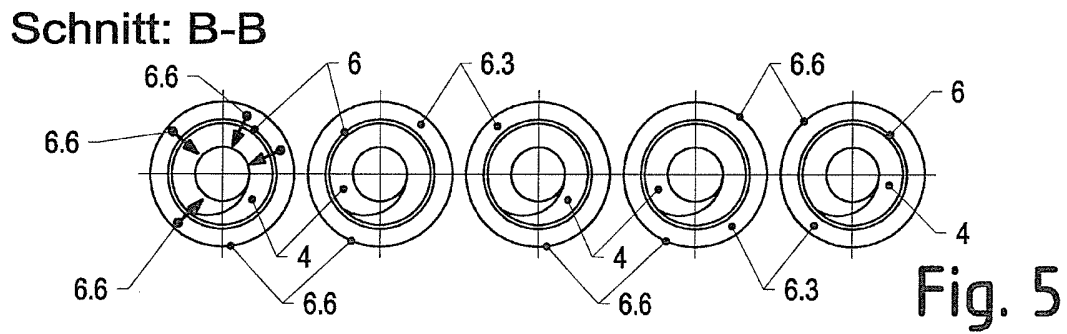
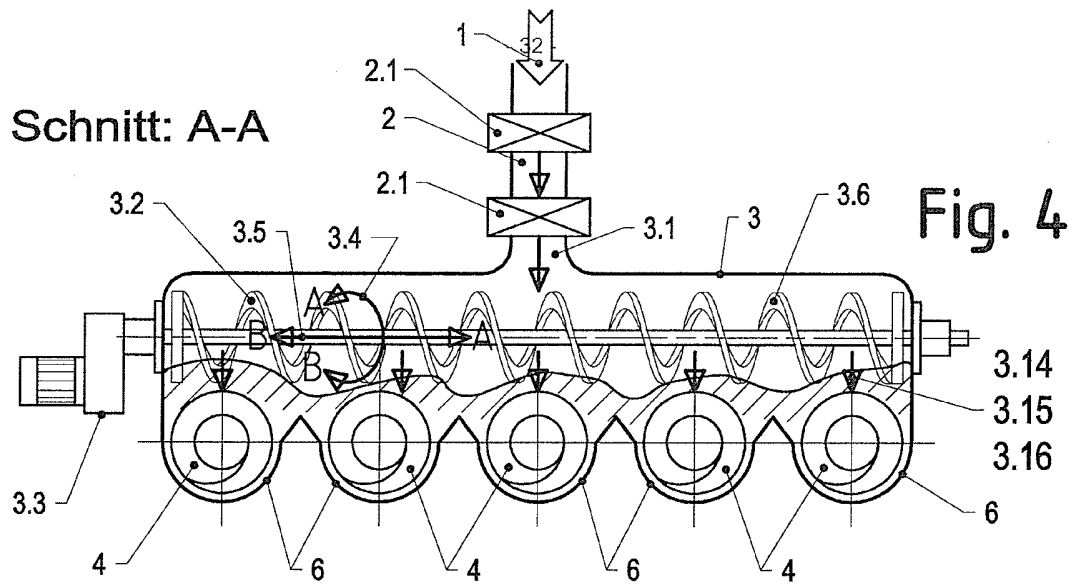


Fig. 2



3. 2. 1.



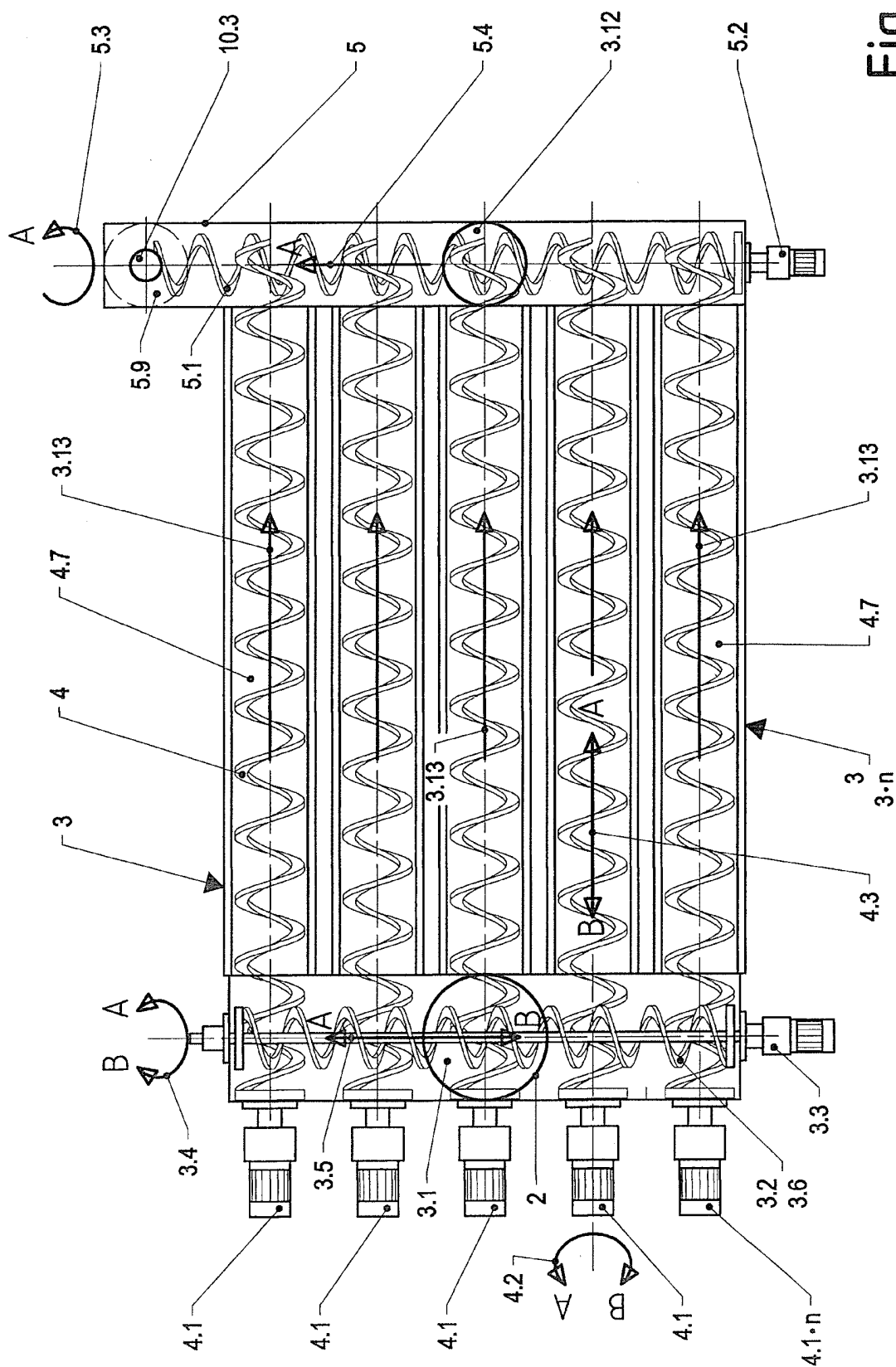


Fig. 7

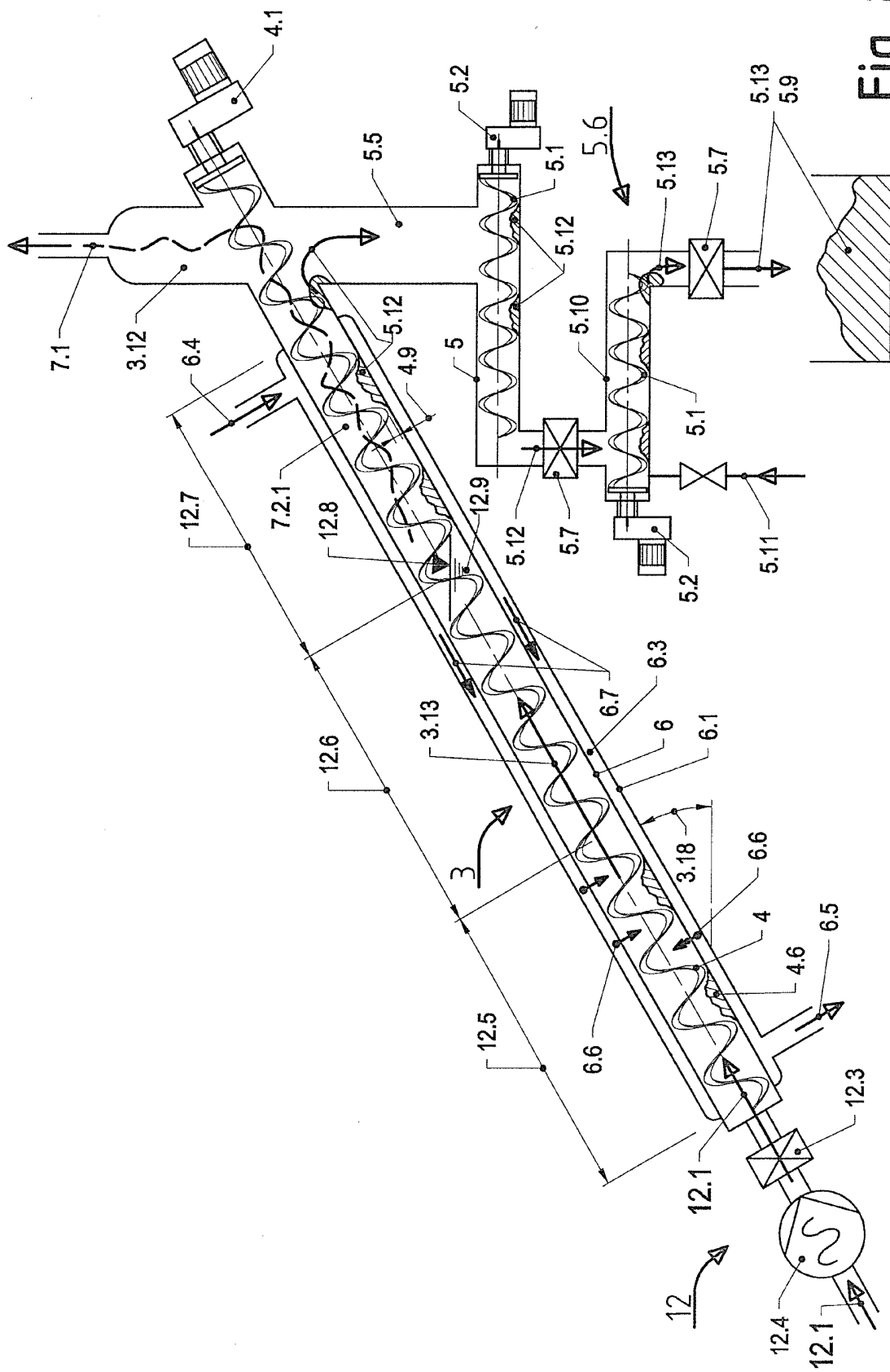


Fig. 8

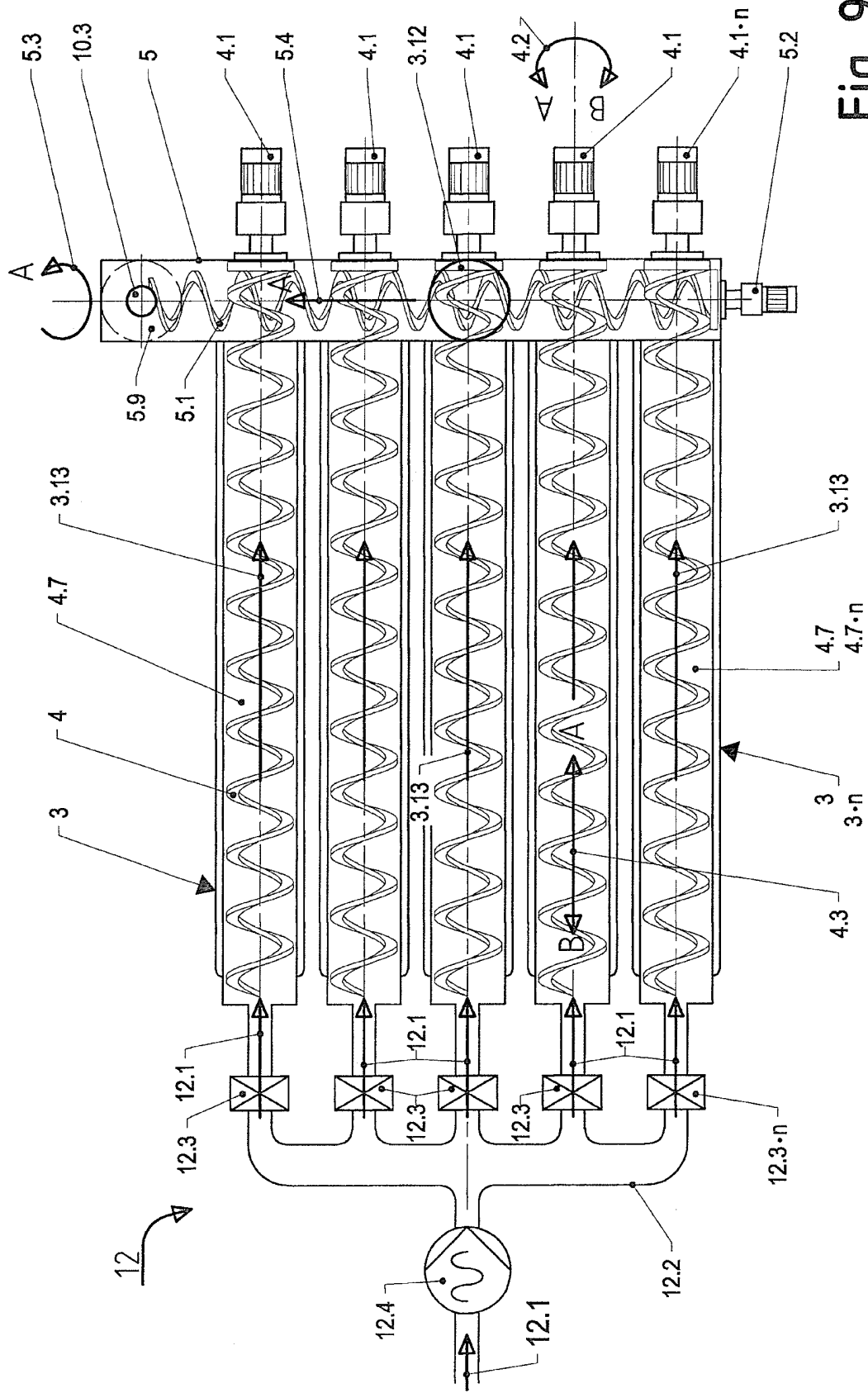


Fig. 9

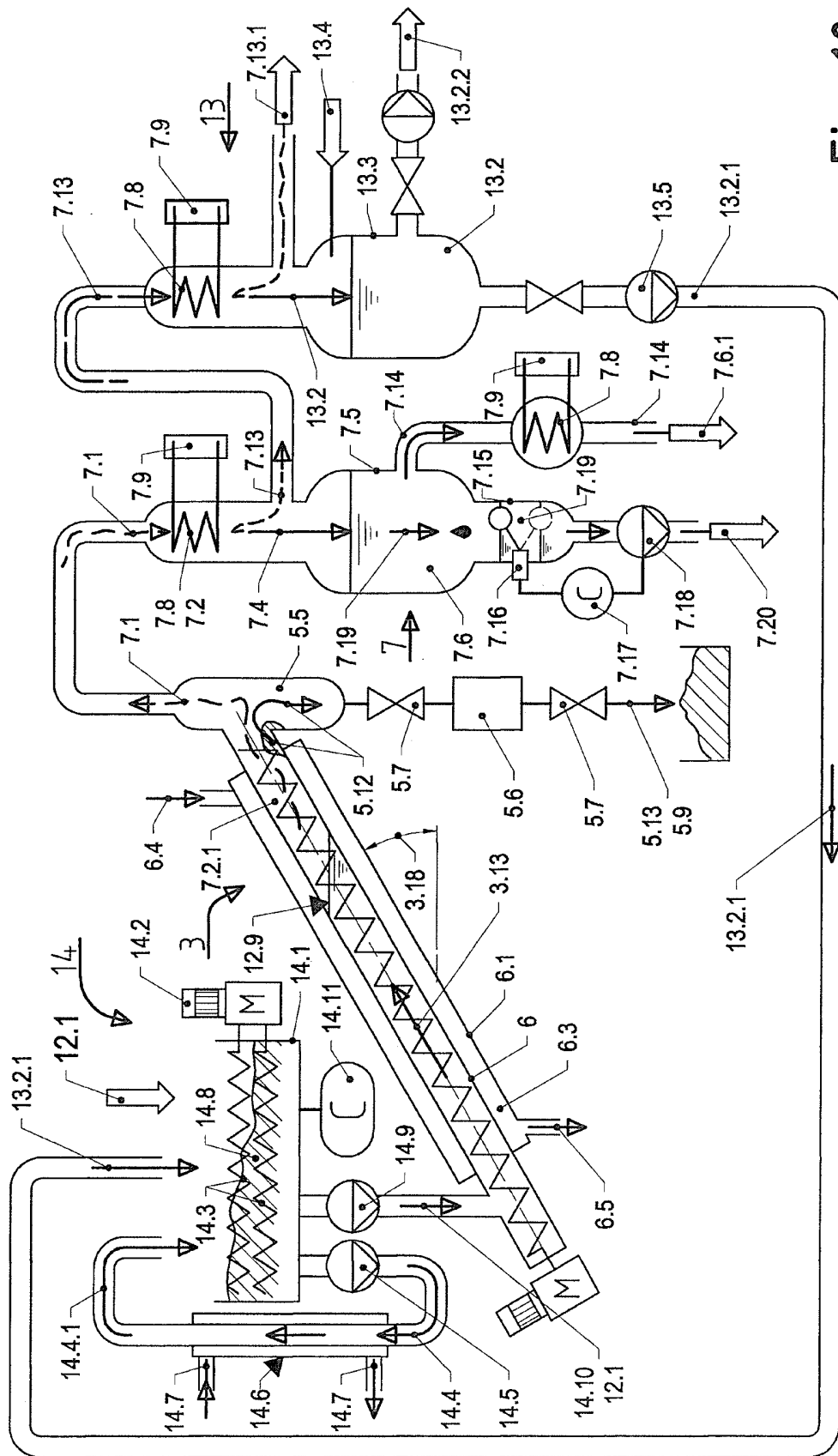


Fig. 10

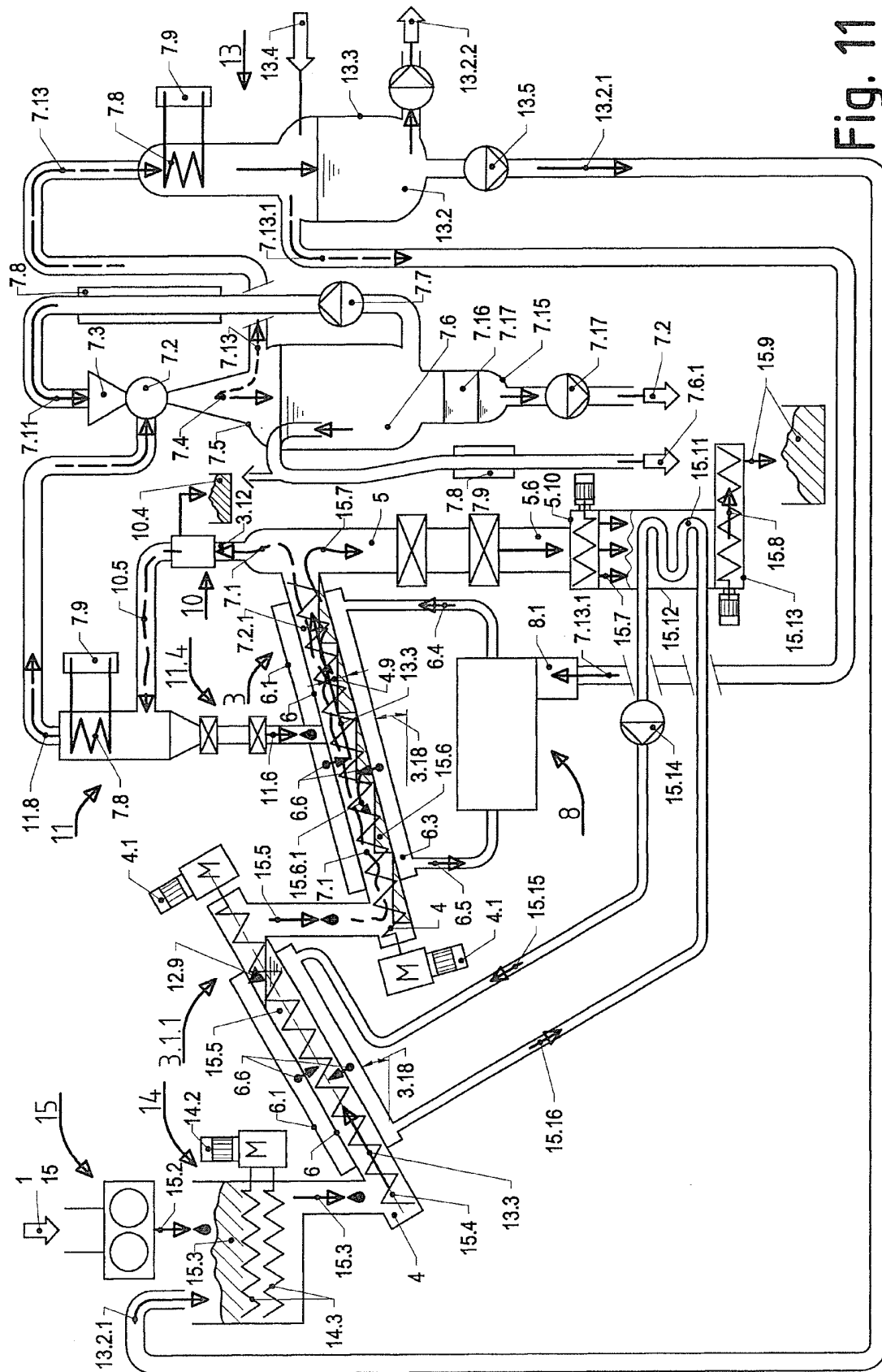


Fig. 11

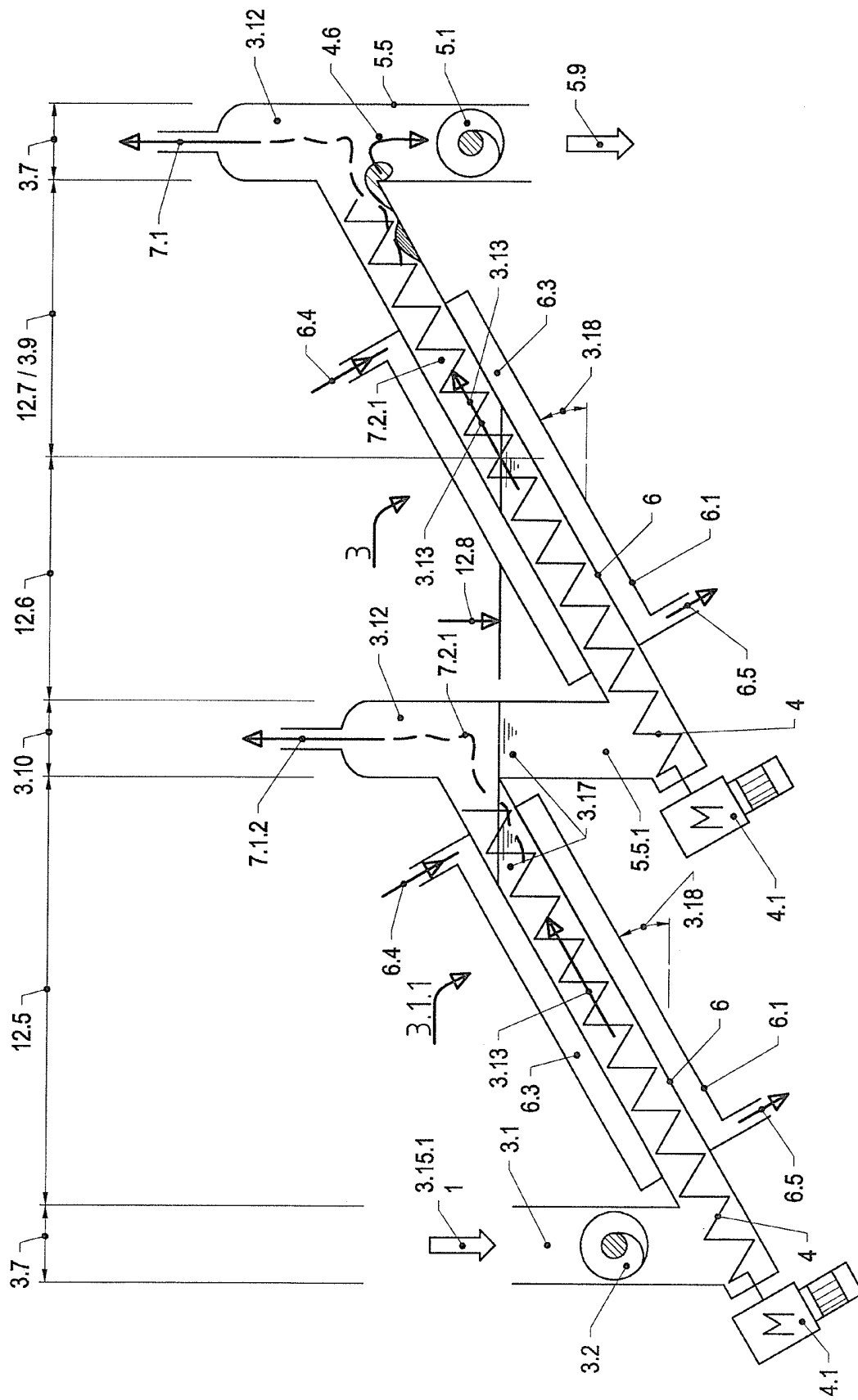


Fig. 12