

(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
1. September 2011 (01.09.2011)

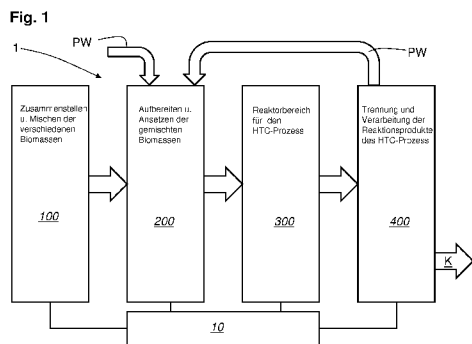
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2011/104259 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
B01J 19/18 (2006.01) *C10L 5/44* (2006.01)
C10B 53/02 (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2011/052652
- (22) Internationales Anmeldedatum:
23. Februar 2011 (23.02.2011)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2010 000 576.2
26. Februar 2010 (26.02.2010) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **G+R TECHNOLOGY GROUP AG** [DE/DE]; Bayernstraße 16, 93128 Regenstauf (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **STÖCKLINGER, Robert** [DE/DE]; Ölberggring 32b, 83620 Feldkirchen-Westerham (DE).
- (74) Anwalt: **REICHERT, Werner F.**; Reichert & Kollegen, Patentanwälte, Bismarckplatz 8, 93047 Regensburg (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,

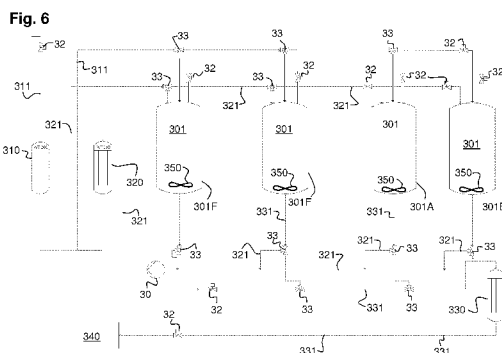
[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND SYSTEM FOR HYDROTHERMALLY CARBONIZING BIOMASS AND CARBON-CONTAINING PRODUCT FROM THE METHOD

(54) Bezeichnung: ANLAGE UND VERFAHREN ZUR HYDROTHERMALEN KARBONISIERUNG VON BIOMASSE UND KOHLENSTOFFHALTIGES PRODUKT AUS DEM VERFAHREN



(57) Abstract: The invention relates to a system (1) and method for producing carbon-containing products from biomass ($5_1, 5_2, \dots, 5_n$) by means of hydrothermal carbonizing. In a first region (100), at least one type of biomass ($5_1, 5_2, \dots, 5_n$) is provided. In a second region (200), the mixed biomass (5M) is treated and prepared. In a third region (300), the reaction process takes place in accordance with hydrothermal carbonizing. In a fourth region (400), the reaction products are further processed. At least three reactors (301) are provided in the third region (300), wherein at least one reactor (301) is always the active reactor (301A). The biomass undergoing the reaction process can be recirculated in a controlled and selective manner by means of a pump via a second heat exchanger (320). For assistance, a stirrer (350) is provided in each reactor (301).



(57) Zusammenfassung: Es ist eine Anlage (1) und ein Verfahren zur Herstellung von kohlenstoffhaltigen Produkten aus Biomasse ($5_1, 5_2, \dots, 5_n$) mittels hydrothormaler Karbonisierung offenbart. In einem ersten Bereich (100) erfolgt die Bereitstellung mindestens eines Typs an Biomasse ($5_1, 5_2, \dots, 5_n$). In einem zweiten Bereich (200) wird ein Aufbereiten und Ansetzen der gemischten Biomasse (5M) durchgeführt. In einem dritten Bereich (300) läuft der Reaktionsprozess

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

100 Compiling and mixing the different biomasses
200 Treating and preparing the mixed biomasses
300 Reactor region for the HTC process
400 Separating and processing the reaction products of the HTC process

WO 2011/104259 A1



RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG). **Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

gemäß der hydrothermalen Karbonisierung ab. In einem vierten Bereich (400) erfolgt die weitere Verarbeitung der Reaktionsprodukte. Im dritten Bereich (300) sind mindestens drei Reaktoren (301) vorgesehen, wobei mindestens ein Reaktor (301) immer der aktive Reaktor (301A) ist. Die im Reaktionsprozess befindliche Biomasse ist gesteuert und selektiv mittels einer Pumpe über einen zweiten Wärmetauscher (320) umwälzbar. Zur Unterstützung ist in jedem der Reaktoren (301) ein Rührer (350) vorgesehen.

**ANLAGE UND VERFAHREN ZUR HYDROTHERMALEN
KARBONISIERUNG VON BIOMASSE UND KOHLENSTOFFHALTIGES
PRODUKT AUS DEM VERFAHREN**

5

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Anlage zur Herstellung von kohlenstoffhaltigen Produkten aus Biomasse mittels hydrothormaler Karbonisierung.

Die Anlage zur Herstellung von kohlenstoffhaltigen Produkten aus Biomasse umfasst mit einem ersten Bereich, in dem die Bereitstellung, Zerkleinerung und Mischung mindestens eines Typs an Biomasse durchgeführt wird. In einem zweiten Bereich erfolgt das Ansetzen und Aufbereiten der gemischten Biomasse. In einem dritten Bereich wird der Reaktionsprozess gemäß der hydrothermalen Karbonisierung durchgeführt. In einem vierten Bereich erfolgt die weitere Verarbeitung der Reaktionsprodukte des Reaktionsprozesses.

15

Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung von kohlenstoffhaltigen Produkten aus Biomasse mittels des Reaktionsprozesses der hydrothermalen Karbonisierung.

In der Vergangenheit wurden viele Anstrengungen unternommen, die natürliche Umwandlung von Biomasse in Kohle nachzuahmen. Diese Umwandlung läuft auf einer Zeitskala von einigen Hundert bis zu einigen Hundertmillionen Jahren ab. Bei der Erzeugung von Holzkohle gibt es bereits den Prozess der hydrothermalen Karbonisierung (HTC). Die ersten Experimente hierzu wurden bereits 1913 durch Bergius ausgeführt, der die Umwandlung von Zellulose in kohleähnliches Material durch hydrothermale Umformung beschreibt. Erste systematischere Untersuchungen wurden später durch E. Behrl et al. durchgeführt (Ann. Chem.493 (1932), pp. 97- 123; Angew.

20
25

Chemie 45 (1932), pp. 517-519) und durch J.P. Schuhmacher et al. (Fuel, 39 (1960), pp. 223 - 234). In der jüngsten Vergangenheit gewann der Prozess der hydrothermalen Karbonisierung wieder mehr an Bedeutung und Aufmerksamkeit. Hierzu sind die Veröffentlichungen von Q. Wang et al.,
5 Carbon 39 (2001), pp. 2211-2214 und die Veröffentlichung von X. San und Y. Li, Angew. Chem. Int. Ed. 43 (2004), pp. 597-601) zu erwähnen.

Die internationale Patentanmeldung WO 2010/006881 A1 beschreibt ein Verfahren zur Herstellung von einem Hybridmaterial aus hydrothormaler
10 Karbonisierung von Biomasse. Hierzu wird zunächst eine Reaktionsmischung erhitzt. Die Reaktionsmischung umfasst Wasser, Biomasse und eine copolymerisierbare Substanz. Die copolymerisierbare Substanz wird bei der Herstellung der Reaktionsmischung zugeführt. Von einer Mischeinheit wird die Reaktionsmischung in einen Reaktor überführt. Die Reaktion läuft dabei bei
15 einer Temperatur von 190°C bis 270°C ab. Von dem Reaktor wird die Biomasse über einen Wärmetauscher in einen weiteren Reaktor übergeführt, in dem die Copolymerisationsreaktion stattfindet.

Die deutsche Offenlegungsschrift DE 10 2007 062 810 A1 betrifft eine Anlage zur Erzeugung von Energie aus Biomasse, mit mindestens einer Vorrichtung zur Behandlung der Biomasse. Die Vorrichtung zur Behandlung der Biomasse
20 umfasst mindestens einen Reaktor zur Aufnahme der Biomasse und/oder mindestens eine Einrichtung zur Bearbeitung der Biomasse und/oder zur Aufarbeitung der Reaktionsprodukte und/oder der Nebenprodukte. Die Anordnung zur Energieerzeugung umfasst vorzugsweise einen Pelletofen, eine Brennstoffzelle oder ein Kraftwerk mit Kohlenstaubfeuerung,
25 insbesondere mit einer druckaufgeladenen stationären Wirbelschichtfeuerung, besonders bevorzugt mit Druckkohlenstaubfeuerung.

Die deutsche Offenlegungsschrift DE 10 2008 026 991 A1 betrifft ein Verfahren zum Herstellen von Kohle, insbesondere von Kohleschlamm aus Biomasse, insbesondere aus Klärschlamm durch hydrothermale
30 Karbonisierung. Die Kohlenstoffstrukturen der Biomasse werden bei

mindestens 180°C bis 200°C unter Luftabschluss aufgebrochen. Vor der hydrothermalen Karbonisierung wird die Biomasse durch Entwässerung auf über 10% Trockensubstanzanteil aufkonzentriert. Vor der hydrothermalen Karbonisierung wird die Biomasse auf einen pH-Wert kleiner 4 gebracht. Die durch die hydrothermale Karbonisierung entstandene Prozess-Abwärme wird zum anschließenden Trocknen des entstandenen Produkts verwendet.

Die deutsche Offenlegungsschrift DE 10 2008 028 953 A1 offenbart ein Verfahren zur Erzeugung von Kohle aus Pflanzen und Pflanzenresten. Hierzu wird die Rohbiomasse (Holz, Pflanzenteile, z. B. Stroh, Pflanzenreste) zerkleinert. Dabei will man eine Partikelgröße von 5 bis 50 mm erzielen. Die meistens noch feuchte Biomasse wird in ein Wasserbad getaucht und in einen druckfesten Reaktionsbehälter gefüllt. Der Behälterinhalt wird von Umgebungstemperatur auf die gewünschte Reaktionstemperatur, z. B. 180°C, erwärmt. Ebenso wird der Behälterdruck auf ein Niveau angehoben, das über dem Wert liegt, der dem Verdampfungsdruck bei der eingestellten Prozesstemperatur entspricht. Im Verlauf des Reaktionsprozesses tritt der Reaktionsprozess in eine exotherme Phase ein, bei der ein Teil der in Biomasse chemisch gebundenen Energie in Wärme umgewandelt wird. Nach Ablauf des Karbonisierungsprozesses (z. B. 8 bis 12 Stunden, je nach eingesetzter Biomasse und Druck, bzw. Reaktionstemperatur) wird der Behälter so weit abgekühlt, dass eine gefahrlose Druckminderung auf Umgebungsdruckniveau möglich ist. Der Behälter wird anschließend geöffnet und entleert. Die Kohle wird aus dem Prozesswasser gefiltert, mechanisch entwässert und aufbereitet. Der Reaktionsbehälter wird intermittierend betrieben.

Die deutsche Patentanmeldung DE 10 2008 058 444 A1 beschreibt ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung von Werk- oder Brennstoffen. Die Werk- oder Brennstoffe werden aus einem Fest-/Flüssiggemisch aus Wasser und einer kohlenstoffhaltigen Komponente hergestellt. Das Fest-/Flüssiggemisch wird bei einer Temperatur von über 100°C und einem Druck

von über 5bar behandelt. Hierbei werden Ausgangsstoffe über einen Wärmetauscher kontinuierlich einem ersten Reaktor zugeführt und das Reaktionsgemisch chargenweise von einem zum folgenden Reaktor weitergeleitet und Reaktionsprodukte kontinuierlich aus dem letzten Reaktor
5 abgeführt. Der Reaktionsraum dient zur Aufnahme eines Fest-/Flüssiggemisches, beispielsweise Biomasse. Der Reaktor weist eine Brühvorrichtung auf, mit der das Fest-/Flüssiggemisch während der Behandlung und/oder Bearbeitung gemischt werden kann.

Die internationale Patentanmeldung WO 2008/081407 A2 offenbart einen aus
10 Biomasse hergestellten Werk- und/oder Brennstoff. Die Biomasse wird in mindestens einem Reaktor zur Aufnahme von Fest-/Flüssiggemischen behandelt. Nach der Behandlung der Biomasse erhält man aus der Biomasse den gewünschten Werk- und/oder Brennstoff.

Die europäische Patentanmeldung EP 1 970 431 A1 offenbart ebenfalls ein
15 Verfahren und eine Vorrichtung zur hydrothermalen Karbonisierung von Biomasse. Hierbei werden während eines laufenden Karbonisierungsprozesses die Ausgangsprodukte durch einen Einlass in einen Druckreaktor eingebracht. Mit einer Fördereinrichtung werden die Reaktionsprodukte innerhalb des Reaktors vom Einlass zum Auslass bewegt.
20 Am Auslass kann dann die zum großen Teil zu Endprodukten umgesetzte Biomasse entnommen werden.

Die internationale Patentanmeldung WO 2008/095589A1 offenbart die hydrothermale Karbonisierung von Biomasse. Es wird vorgeschlagen, dass einem im Wesentlichen als Rohrleitung mit wenigstens einer steuerbaren
25 Einlassöffnung und wenigstens einer steuerbaren Auslassöffnung ausgebildetem Druckbehälter über die wenigstens eine steuerbare Einlassöffnung Biomasse, Wasser und/oder wenigstens ein Katalysator zugeführt werden kann. Die Temperatur- und/oder Druckverhältnisse werden in dem Druckbehälter derart gesteuert, dass dem Druckbehälter zugeführtes
30 Füllgut aus Biomasse, Wasser und Katalysator in der Rohrleitung transportiert

wird, wobei Biomasse, Wasser und Katalysator miteinander reagieren und über die wenigstens eine steuerbare Auslassöffnung wenigstens ein Reaktionsprodukt des Füllguts entnommen wird.

Die internationale Patentanmeldung WO 2008/193309 offenbart ein Verfahren
5 zur Konvertierung von Biomasse in Feststoffe höherer Energiedichte, insbesondere in Kohle, Humus oder Torf. Bei dem Verfahren werden organische Stoffe aus der Biomasse unter Bildung einer Suspension in Wasser aufgeschlemmt und ein zu konvertierender Teil der Suspension auf
10 eine Reaktionstemperatur aufgeheizt und bei erhöhtem Druck durch hydrothermale Karbonisierung in die Feststoffe höherer Energiedichte konvertiert. Das Verfahren zeichnet sich dadurch aus, dass die Konvertierung in einem Reaktionsvolumen durchgeführt wird, dass sich unterhalb der Erdoberfläche befindet.

Die europäische Patentanmeldung EP 2 130 893 A2 offenbart ein Verfahren
15 zum Herstellen von Kohle, insbesondere von Kohleschlamm. Der Kohleschlamm wird aus feuchter Biomasse, insbesondere aus Klärschlämmen durch hydrothermale Karbonisierung, wobei die Kohlenstoffstruktur der Biomasse vorzugsweise bei mindestens 180°C bis 200°C unter Luftabschluss aufgebrochen wird. Das Verfahren läuft insbesondere im Batch-Betrieb ab,
20 wobei vor der hydrothermalen Karbonisierung die Biomasse durch Entwässerung auf Werte über 10% Trockensubstanzanteil aufkonzentriert wird. Vor der hydrothermalen Karbonisierung wird die Biomasse auf einen pH-Wert < 4 gebracht. Die bei der hydrothermalen Karbonisierung entstehende Prozess-Abwärme wird zum anschließenden Trocknen des entstandenen
25 Produkts verwendet. Über Dosiereinrichtung, Pumpen und Ventile werden parallel angeordnete Reaktoren beschickt. Die Reaktoren verfügen zur Verbesserung der Reaktion über ein Rührwerk. Alternativ können auch Rohrreaktoren verwendet werden, die eine gute Durchmischung des Klärschlammes sicherstellen.

Die Biomasse umfasst im Gegensatz zu fossilen Brennstoffen nachwachsende Rohstoffe, die als heimische Energieträger langfristig verfügbar sind, sowie alle flüssigen und festen organischen Stoffe und Produkte biologischer und biochemischer Vorgänge und deren Umwandlungsprodukte, die für dieses

5 Verfahren einen ausreichenden hohen Kohlenstoffanteil besitzen und auch sonst in ihrer Zusammensetzung und Beschaffenheit zu wirtschaftlich nutzbaren Reaktions-, Zwischen-, Neben-, und Endprodukten durch die hydrothermale Karbonisierung zu Brennstoffen verarbeitet werden können. Z. B. zählen zu den Ausgangsstoffen Kohlenhydrate, Zucker und Stärken, land- und forstwirtschaftliche Erzeugnisse, auch speziell angebaute Energiepflanzen (schnell wachsende Baumarten, Schilfgräser, Getreideganzpflanzen u. ä.), Soja, Zuckerrohr und Getreidestroh, sowie biogene Rest-, Abholzstoffe und Nebenprodukte, Pflanzen und Pflanzenreste anderer Herkunft

10 (Straßenbegleitgrün, Landschaftspflegegut u. ä.), landwirtschaftliche Abfälle einschließlich Stroh, Zuckerrohrblätter, Abputzgetreide, unverkäufliche Partien an Kartoffeln oder Zuckerrüben, verdorbene Silagepartien, sowie sonstige Futterreste, Rasenschnittgut, Getreidestroh, Rübenblatt, Zuckerrohrblätter, kohlenstoffhaltige Rest- und Abfallstoffe, einschließlich Biomüll, heizwertreiche Fraktionen von Haus- und Gewerbeabfällen (Restmüll), Klärschlamm,

15 verschiedene Holzarten und –klassen, einschließlich Waldholz, Bauholz, Paletten, Altmöbel, Sägemehl, Reste und Abfälle aus der Ernährungsindustrie, einschließlich Küchen- und Speiseabfälle, Abfallgemüse, Altfette, sowie Papier und Zellstoff, Textilien insbesondere aus Naturfasern und natürlichen Polymären und tierische Exkremete, einschließlich Gülle, Pferdemist und

20 Geflügelkot.

Aus der DE 197 23 510 C1 ist beispielsweise eine Vorrichtung zur Behandlung biogener Restmassen bekannt, die einen zylindrischen Reaktor umfasst, in dem Lebensmittelabfälle u. ä. einer Temperatur-Druck-Hydrolyse unterzogen werden. Der Reaktor ist als Schlaufenreaktor mit beheizbarer Mantelfläche

30 ausgebildet. Mittels einer Pumpe wird innerhalb des Reaktors eine Strömung erzeugt, die eine Durchmischung der Suspension gewährleistet.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Anlage zur Herstellung von kohlenstoffhaltigen Produkten aus Biomasse mittels hydrothermalen Karbonisierung zu schaffen, die einen im Wesentlichen kontinuierlichen Betrieb der Anlage gewährleistet, so dass eine kontinuierliche Zuführung von Biomasse in die Anlage möglich ist und dass ebenfalls eine kontinuierliche Abnahme von Endprodukten aus der Anlage möglich ist.

Die Aufgabe wird gelöst durch eine Anlage, die die Merkmale des Anspruchs 1 umfasst.

Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist, ein Verfahren zu schaffen, mit dem im Wesentlichen mittels eines kontinuierlichen Betriebs Produkte aus der hydrothermalen Karbonisierung von Biomasse erzeugt werden können.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren gelöst, das die Merkmale des Anspruchs 12 umfasst.

Die Anlage zur Herstellung von kohlenstoffhaltigen Produkten aus Biomasse mittels der hydrothermalen Karbonisierung umfasst einen ersten Bereich 100, in dem die Bereitstellung, Verkleinerung und Mischung der verschiedenen Typen an Biomasse durchgeführt wird. Wie bereits oben in der Beschreibung zum Stand der Technik erwähnt, kann bei der hydrothermalen Karbonisierung gemäß der gegenwärtigen Erfindung mögliche Biomasse verarbeitet werden, die einen gewissen Kohlenstoffanteil enthält. In einem zweiten Bereich der Anlage erfolgt das Aufbereiten und Ansetzen der gemischten Biomasse. Im zweiten Bereich wird der Biomasse Prozesswasser und ein Katalysator zugesetzt, um den für den anschließenden Reaktionsprozess erforderlichen Anteil an der Trockensubstanz am Reaktionsgemisch einzustellen. Dem zweiten Bereich ist ein dritter Bereich nachgeschaltet, in dem die Durchführung des Reaktionsprozesses gemäß der hydrothermalen Karbonisierung erfolgt. An dem dritten Bereich schließt sich ein vierter Bereich an, der zur weiteren Verarbeitung der Reaktionsprodukte dient.

Der dritte Bereich besteht aus mindestens drei Reaktoren. Die mindestens drei Reaktoren sind über ein erstes Leitungssystem, ein zweites Leitungssystem und ein drittes Leitungssystem untereinander verbunden. Das erste Leitungssystem ist dabei über einen ersten Wärmetauscher geführt, so dass
5 mindestens einer der mindestens drei Reaktoren gesteuert und selektiv mit Biomasse aus dem zweiten Bereich befüllt werden kann. Das zweite Leitungssystem ist ebenfalls über einen Wärmetauscher geführt. Ferner ist im zweiten Leitungssystem eine Pumpe vorgesehen, so dass im Reaktionsprozess befindliche Biomasse aus dem aktiven Reaktor der
10 mindestens drei Reaktoren gesteuert und selektiv während des Reaktionsprozesses umgewälzt werden kann. Im Reaktor ist mindestens ein Rührer vorgesehen, der zusätzlich für eine Durchmischung und Umwälzung der Biomasse dient. Durch die Pumpe erzielt man somit eine gute Durchmischung der Reaktionsprodukte im aktiven Reaktor der mindestens drei
15 Reaktoren. Ein drittes Leitungssystem ist ausgehend von den mindestens drei Reaktoren über einen Wärmetauscher geführt. Über das dritte Leitungssystem werden die Reaktionsprodukte des abgeschlossenen Reaktionsprozesses aus dem aktiven Reaktor abgezogen und über eine Entspannungsvorrichtung dem vierten Bereich zugeführt. Die Reaktionsprodukte werden erst dann aus dem
20 aktiven Reaktor abgezogen, wenn der Reaktionsprozess in dem aktiven Reaktor zum Stillstand gekommen ist.

Die mindestens drei Reaktoren des dritten Bereichs sind dabei derart betreibbar, dass mindestens ein Reaktor der aktive Reaktor ist. Mindestens ein anderer Reaktor ist der Reaktor, der gerade mit der angesetzten Biomasse
25 aus dem zweiten Bereich befüllt wird. Ein mindestens weiterer Reaktor ist der Reaktor, der gerade entleert wird. Dieser Reaktor war der vorangegangene aktive Reaktor, in dem der Reaktionsprozess zum Abschluss gekommen ist, so dass dessen Inhalt zur weiteren Aufbereitung der Reaktionsprodukte in den vierten Bereich übergeführt werden kann.

Zur Steuerung im dritten Bereich sind das erste Leitungssystem, das zweite Leitungssystem und das dritte Leitungssystem mit einer Vielzahl von steuerbaren Zwei-Wege-Ventilen und einer Vielzahl von steuerbaren Drei-Wege-Ventilen versehen. Die gesamte Anlage zur hydrothermalen
5 Karbonisierung ist mit einer Programmsteuerung verbunden, so dass die spezifische Befüllung, Umwälzung und Entleerung der mindestens drei Reaktoren im dritten Bereich geregelt, bzw. gesteuert werden kann.

Der erste Bereich zur Bereitstellung, Zerkleinerung und Mischung mindestens eines Typs von Biomasse umfasst eine Vielzahl von Annahme- und
10 Lagerstellung zur sortenreinen Bereitstellung der unterschiedlichen Typen an Biomasse. Im ersten Bereich sind mindestens eine Zerkleinerungseinheit und ein Mischer für die unterschiedlichen Biomassen vorgesehen. Die Zerkleinerungseinheit ist notwendig, um die Biomasse auf eine erforderliche Partikelgröße, bzw. einen Bereich der für den Prozess nutzbaren
15 Partikelgrößen der Biomassen zu erzeugen.

Der zweite Bereich besitzt einen Mischbehälter, in dem die zerkleinerte und gemischte Biomasse eingefüllt wird. In den Mischbehälter wird die zerkleinerte und gemischte Biomasse ferner über eine Leitung mit Prozesswasser versetzt. Über eine dritte Leitung, welche in der zweiten Leitung für das Prozesswasser
20 mündet, kann dem Prozesswasser ein für den Reaktionsprozess der hydrothermalen Karbonisierung erforderlicher Katalysator zugesetzt werden. Das Prozesswasser und der Katalysator werden zusammen über einen Mischer geführt. Im Mischbehälter ist ein über einen Motor betriebenes Rührwerk vorgesehen, um für eine gute Durchmischung der Biomasse mit
25 dem Prozesswasser und dem Katalysator zu sorgen. Hinzu kommt, dass man mittels des Rührwerks eine Absetzung der Biomasse am Boden des Mischbehälters vermeidet. Durch die zugegebene Menge an Prozesswasser zu der gemischten und zerkleinerten Biomasse kann man somit den Anteil der Trockensubstanz an dem Reaktionsprozess, welcher nachgeschaltet in
30 mindestens einem der Reaktoren abläuft, einstellen. In den Mischbehälter

stellt man einen Trockensubstanzanteil von 20% bis 60% ein. Wie groß der Anteil der Trockensubstanz ist, richtet sich im Wesentlichen nach dem in der zerkleinerten und gemischten Biomasse vorhandenen Anteil an den verschiedenen Typen und den somit sich ergebenden Reaktionsprozessen in den nachgeschalteten Reaktoren.

Vom zweiten Bereich gelangt die mit Prozesswasser und Katalysator versetzte Biomasse über eine dritte Leitung in den dritten Bereich, in dem der Reaktionsprozess durchgeführt wird. In der Leitung ist eine Pumpe vorgesehen, um somit die Befüllrate des mindestens einen Reaktors im dritten Bereich einstellen zu können. Im vierten Bereich ist zur weiteren Verarbeitung der Reaktionsprodukte ein Auffangbehälter zur Aufnahme der Reaktionsprodukte aus dem mindestens einen Reaktor vorgesehen, aus dem die Reaktionsprodukte entnommen werden. Die Reaktionsprodukte werden erst dann aus dem anfänglich aktiven Reaktor entnommen, nach dem in diesem Reaktor der Reaktionsprozess abgeschlossen ist. Der Auffangbehälter besitzt ebenfalls ein über einen Motor betriebenes Rührwerk. Über eine mit einer Pumpe versehene Leitung werden die Reaktionsprodukte einer Entwässerungseinrichtung und einem nachgeschalteten Trockner zugeführt.

Aus der Entwässerungseinrichtung führt eine Leitung zu einem Auffangbehälter für das in der Entwässerungseinrichtung gewonnene Prozesswasser. Das Prozesswasser wird über eine mit einer Pumpe versehene Leitung in den zweiten Bereich zurückgeführt. Somit kann das Prozesswasser wiederum in den Reaktionskreislauf eingeführt werden. Das Prozesswasser wird somit der gemischten und zerkleinerten Biomasse in den im zweiten Bereich vorgesehenen Mischbehälter zugeführt. Das Reaktionsprodukt wird nach dem Trocknungsprozess aus dem Trockner entnommen und einem Sammelbehälter zugeführt. Von dem Sammelbehälter aus kann eine Verpackung, bzw. ein Abtransport organisiert werden. Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung kann ein fünfter Bereich vorgesehen sein. Dem fünften Bereich kann zumindest ein Teil der

Reaktionsprodukte aus dem mindestens einen aktiven Reaktor direkt
zugeführt werden. Die Reaktionsprodukte werden, wie bereits oben erwähnt,
nur dann dem mindestens einen aktiven Reaktor entnommen, wenn in diesem
der Reaktionsprozess vollkommen abgeschlossen worden ist. Diese
5 Reaktionsprodukte, welche dem fünften Bereich zugeführt werden, haben
einen Trockensubstanzanteil von ca. 10%. In dem fünften Bereich wird den
Reaktionsprodukten Kohlendioxyd zugesetzt. Das Kohlendioxyd stammt z. B.
aus der Kohleverbrennung eines fossilen Kraftwerks. Jeder
Verbrennungsprozess, bei dem Kohlendioxyd entsteht, kann als
10 Kohlendioxydquelle verwendet werden. Kohlendioxyd kann somit dem fünften
Bereich der Anlage zugeführt werden und ist somit in die Herstellung von
Synthesegas eingebunden.

Die Anlage ist im ersten Bereich, im zweiten Bereich, im dritten Bereich, im
vierten Bereich und im fünften Bereich eine Vielzahl von steuerbaren Zwei-
15 Wege-Ventilen und Drei-Wege-Ventilen, wodurch ein Materialfluss innerhalb
der Anlage über eine zentrale Programmsteuerung geregelt, bzw. eingestellt
werden kann.

Die Anlage kann zur Herstellung von Kohle und/oder Synthesegas als
Reaktionsprodukt verwendet werden. Dabei ist es durch geeignete
20 Programmsteuerung möglich, das Reaktionsprodukt derart auf die Bedürfnisse
eines Abnehmers einzustellen, dass der Brennstoff bei der Verbrennung eine
optimale Leistung darstellt. Die Einstellung und zusätzlichen Elemente aus der
Kohle, welche im Brennstoff enthalten sind, lässt sich durch geeignete
Auswahl der Ausgangsprodukte der verschiedenen Biomassetypen am
25 Reaktionsprozess einstellen.

Das Verfahren zur Herstellung von kohlenstoffhaltigen Produkten aus
Biomasse mittels des Reaktionsprozesses der hydrothermalen Karbonisierung
zeichnet sich durch die folgenden Schritte aus: Zunächst wird die Biomasse
unterschiedlichen Typs in einem ersten Bereich bereitgestellt. Für die
30 Bereitstellung der Biomasse können verschieden Behälter, Silos oder

Ablageplätze zur Verfügung gestellt werden. In diesen Ablageplätzen, bzw. Silos wird die Biomasse nach Typen getrennt gelagert. In dem ersten Bereich wird nun die Biomasse entsprechend der gewünschten Zusammensetzung für den Reaktionsprozess aus den unterschiedlichen Lagerplätzen entnommen.

- 5 Die Biomasse wird einer Zerkleinerung und Mischung zugeführt, und letztlich in einem zweiten Bereich der Anlage überführt. Im zweiten Bereich wird die gemischte und zerkleinerte Biomasse mit Prozesswasser und einem Katalysator versetzt, so dass ein für den Reaktionsprozess erforderlicher Gehalt an Biomasse-Trockensubstanz eingestellt wird. In einem dritten Bereich
- 10 sind mindestens drei Reaktoren vorgesehen. Um einen kontinuierlichen Prozess für die Erzeugung von Brennstoff, bzw. kohlenstoffhaltigen Reaktionsprodukten zu erzeugen, ist das Verfahren derart gestaltet, dass mindestens ein Reaktor der im dritten Bereich vorgesehenen Reaktoren mit der Biomasse gefüllt wird, die mit Prozesswasser und Katalysator versetzt ist.
- 15 In mindestens einem weiteren Reaktor, welcher als aktiver Reaktor bezeichnet wird, läuft gerade der Reaktionsprozess ab, in dem die Biomasse in ein kohlenstoffhaltiges Reaktionsprodukt umgewandelt wird. Parallel zur Befüllung des mindestens einen Reaktors und zu dem gerade aktiven Reaktor, in dem der Reaktionsprozess abläuft, wird mindestens ein weiterer Reaktor entleert.
- 20 Dieser Reaktor, welcher entleert wird, ist derjenige Reaktor, der zuvor der aktive Reaktor war und in dem der Reaktionsprozess vollständig abgeschlossen ist. Die Reaktionsprodukte, welche dem mindestens einen Reaktor entnommen werden, werden einem vierten Bereich zugeführt. In dem vierten Bereich erfolgen die Entwässerung und die Trocknung der aus dem
- 25 mindestens einen Reaktor des dritten Bereichs entnommenen Reaktionsprodukte.

- Die dem Reaktor des dritten Bereichs entnommenen Reaktionsprodukte besitzen einen Anteil von Trockensubstanz von ca. 10%. Bei der nachgeschalteten Entwässerung im vierten Bereich wird ein
- 30 Trockensubstanzanteil von ca. 50% eingestellt. Bei der weiteren Trocknung

der Reaktionsprodukte wird letztendlich ein Trockensubstanzanteil von ca. 90% erzielt.

Um einen gut ablaufenden Reaktionsprozess in dem mindestens einen Reaktor des dritten Bereichs zu erzielen, wird die Biomasse ständig über einen Wärmetauscher umgepumpt. Nach Abschluss des Reaktionsprozesses in dem
5 mindestens einen aktiven Reaktor wird die Biomasse aus dem Reaktor entleert und dabei über einen dritten Wärmetauscher und eine Entspannungsvorrichtung dem vierten Bereich zugeführt.

Wie bereits oben erwähnt, kann in der Anlage ebenfalls ein fünfter Bereich
10 vorgesehen sein, in dem zumindest ein Teil der Reaktionsprodukte aus dem aktiven Reaktor nach Abschluss des Reaktionsprozesses zugeführt werden kann. Ebenso ist es möglich, dass sämtliche aus dem aktiven Reaktor abgezogenen Reaktionsprodukte dem fünften Bereich zugeführt werden. In dem fünften Bereich wird Synthesegas erzeugt. Über eine
15 Programmsteuerung wird der Materialfluss innerhalb der Anlage zur Durchführung des Verfahrens gesteuert.

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren kann ein Brennstoff hergestellt werden, der kohlenstoffhaltig ist. Der Brennstoff kann zum einen Kohle sein. Gemäß einer anderen Ausführungsform der Erfindung kann der Brennstoff
20 Synthesegas sein.

Im Folgenden sollen Ausführungsbeispiele die Erfindung und ihre Vorteile anhand der beigefügten Figuren näher erläutern.

Figur 1 zeigt eine schematische Darstellung der erfindungsgemäßen Anlage zur Durchführung der hydrothermalen Karbonisierung.

25 Figur 2 zeigt eine schematische Darstellung einer weiteren Ausführungsform zur Durchführung des Reaktionsprozesses der hydrothermalen Karbonisierung.

- Figur 3 zeigt eine weitere Ausführungsform der Anlage zur Durchführung des Reaktionsprozesses der hydrothermalen Karbonisierung.
- Figur 4 zeigt eine schematische Darstellung des ersten Bereichs der Anlage zur hydrothermalen Karbonisierung, in dem die für den Reaktionsprozess notwendigen unterschiedlichen Biomassen zerkleinert und gemischt werden können.
- Figur 5 zeigt eine schematische Darstellung des zweiten Bereichs der Anlage zur hydrothermalen Karbonisierung, bei der die zerkleinerten und gemischten Biomassen mit Prozesswasser und Katalysator versetzt werden, bevor diese dem Reaktionsprozess zugeführt werden.
- Figur 6 zeigt eine schematische Darstellung des dritten Bereichs, bei der mindestens drei Reaktoren vorgesehen sind, die über verschiedene Leitungen miteinander verbunden sind.
- Figur 7 zeigt eine schematische Darstellung der Elemente des vierten Bereichs der Anlage zur hydrothermalen Karbonisierung, in der letztendlich die Reaktionsprodukte für den weiteren Verbrauch bearbeitet werden.
- Figur 8 zeigt eine schematische Darstellung eines Reaktors in Verbindung mit einem zugeordneten Wärmetauscher.

Für gleiche oder gleich wirkende Elemente der Erfindung werden identische Bezugszeichen verwendet. Ferner werden der Übersicht halber nur Bezugszeichen in den einzelnen Figuren dargestellt, die für die Beschreibung der jeweiligen Figur oder für die Einordnung der Figur in den Kontext anderer Figuren erforderlich sind.

Figur 1 zeigt den schematischen Aufbau der Anlage 1 zur hydrothermalen Karbonisierung. Bei der in Figur 1 gezeigten Ausführungsform ist die Anlage 1

zur hydrothermalen Karbonisierung aus einem ersten Bereich 100, einem zweiten Bereich 200, einem dritten Bereich 300 und einem vierten Bereich 400 ausgebildet. Der erste Bereich 100, der zweite Bereich 200, der dritte Bereich 300 und der vierte Bereich 400 sind mittels einer gemeinsamen
5 Programmsteuerung 10 verbunden. Im ersten Bereich 100 erfolgt das Zusammenstellen und Mischen der verschiedenen Biomassen. Vom ersten Bereich 100 gelangen die so gemischten und zerkleinerten Biomassen in den zweiten Bereich 200, in dem ein Aufbereiten und Ansetzen der gemischten Biomassen durchgeführt wird. Den zerkleinerten und gemischten Biomassen
10 wird Prozesswasser PW zugesetzt. Von dem zweiten Bereich 200 gelangen so die mit Prozesswasser PW versetzten Biomassen in den Reaktorbereich, welcher als dritter Bereich bezeichnet wird. Im dritten Bereich läuft der Reaktionsprozess der hydrothermalen Karbonisierung ab. Nachdem der Reaktionsprozess abgeschlossen ist, wird das fertige Reaktionsprodukt dem
15 vierten Bereich zugeführt, in dem eine Verarbeitung der Reaktionsprodukte des Prozesses der hydrothermalen Karbonisierung durchgeführt wird. In dem vierten Bereich wird Prozesswasser PW gewonnen, welches letztendlich wieder in den zweiten Bereich zur erneuten Verwendung zurückgeführt wird.

Figur 2 zeigt eine weitere Ausführungsform der Anlage 1 zur hydrothermalen
20 Karbonisierung von Biomasse. Hier ist der vierte Bereich gegen einen fünften Bereich 500 ausgetauscht. Die Reaktionsprodukte aus dem dritten Bereich, welche demjenigen Reaktor entnommen werden, der zuvor der aktive Reaktor war und in dem nun der Reaktionsprozess vollständig abgeschlossen ist, werden direkt diesem fünften Bereich zugeführt. Diese Reaktionsprodukte
25 besitzen einen Trockensubstanzanteil von ca. 10%. In dem fünften Bereich 500 wird ein Reaktionsprozess durchgeführt, in dem Synthesegas erzeugt wird. Zur Erzeugung von dem Synthesegas wird im fünften Bereich Kohlendioxyd CO_2 zugeführt. Das zugeführte Kohlendioxyd kann z. B. aus einer Kohlendioxydquelle 15 stammen. Eine Kohlendioxydquelle 15 ist z. B.
30 ein fossiles Kraftwert, o. ä. Somit kann direkt das von dem fossilen Kraftwerk entstandene und gebildete Kohlendioxyd dem Prozess zur

Synthesegasgewinnung im fünften Bereich 500 der Anlage 1 zugeführt werden.

Figur 3 zeigt eine weitere Ausführungsform der Erfindung. Hier ist zusätzlich zum vierten Bereich 400 der fünfte Bereich 500 vorgesehen. Ein Teil der fertigen Reaktionsprodukte wird somit aus dem dritten Bereich dem vierten Bereich 400 zugeführt. Im vierten Bereich erfolgt somit die bereits in der Beschreibung zu Figur 1 erwähnte Entwässerung und Trocknung der Reaktionsprodukte. Das somit gewonnene Prozesswasser wird vom vierten Bereich 400 wieder dem zweiten Bereich 200 zugeführt. Ein anderer Teil der Reaktionsprodukte aus dem dritten Bereich 300 kann dem fünften Bereich 500 zugeführt werden, in dem letztendlich unter Hinzufügung von Kohlendioxid aus einer Kohlendioxidquelle 15 Synthesegas erzeugt wird.

Analog zur Beschreibung der Figur 1 ist ebenfalls den Ausführungsformen der in den Figuren 2 und 3 erwähnten Anlagen eine Programmsteuerung 10 zugeordnet, über die der Materialfluss in den verschiedensten Ausführungsformen der Anlage 1 gesteuert und geregelt werden kann.

Figur 4 zeigt eine schematische Darstellung des ersten Bereichs 100 der Anlage 1 zur hydrothermalen Karbonisierung von Biomassen. Der erste Bereich umfasst eine Vielzahl von Annahme- und Lagerstellen $12_1, 12_2, \dots, 12_n$ für die unterschiedlichen Typen von Biomasse $5_1, 5_2, \dots, 5_n$. Die in Figur 4 dargestellte Ausführungsform des Bereichs 100 stellt lediglich eine mögliche Form der Ausgestaltung dar und soll nicht als eine Beschränkung aufgefasst werden. Es ist für einen Fachmann selbstverständlich, dass je nach Kundenanforderung der erste Bereich 100 gestaltet werden kann. Die Anzahl der Annahme- und Lagerstellen $12_1, 12_2, \dots, 12_n$, richtet sich nach den unterschiedlichen Typen von Biomasse, die in der Anlage 1 verarbeitet werden sollen. Ebenso sind die Anzahl der Zerkleinerungseinheiten 13 vom Typ der Biomasse abhängig, die mit der Anlage 1 verarbeitet werden soll. Nach der entsprechenden Zerkleinerung der Biomassen werden diese einem Mischer 14

zugeführt, in dem die gemischte Biomasse 5N für den weiteren Reaktionsprozess zur Verfügung gestellt wird.

Bei der in Figur 4 gezeigten Ausführungsform des ersten Bereichs 100 ist eine erste Zerkleinerungseinheit 13₁ und eine zweite Zerkleinerungseinheit 13₂ vorgesehen. Die erste Zerkleinerungseinheit 13₁ ist als Brecher ausgebildet. Die zweite Zerkleinerungseinheit 13₂ ist als Hammermühle ausgebildet. Der ersten Zerkleinerungseinheit 13₁ werden folglich große Stücke an Biomasse zugeführt, welche noch einer starken Zerkleinerung bedürfen, bevor diese dem Mischer zugeführt werden. Die zweite Zerkleinerungseinheit 13₂ ist als Hammermühle ausgebildet und kann somit bereits zerkleinerte Teile von Biomasse, wie z. B. Strohabfälle, Grasschnitt, Rindenabfälle, Holzschnitzel, etc. weiter zerkleinern und diese direkt dem Mischer 14 zuführen. Ebenso ist in der Ausführungsform der Figur 4 eine Annahme- und Lagerstelle 12₃ für bereits flüssige Biomasse vorhanden. Diese flüssige Biomasse kann z. B. Klärschlamm sein. Die mit der ersten Zerkleinerungseinheit 13₁ zerkleinerte Biomasse wird somit einer Zuführleitung der flüssigen Biomasse aus der Annahme- und Lagerstelle 12₃ zugeführt. Somit wird die aus der ersten Zerkleinerungseinheit 13₁ kommende Biomasse bereits mit einer flüssigen Biomasse versetzt, bevor diese in den Mischer 14 gelangt. Von dem Mischer 14 gelangt die Biomasse über eine Leitung 111 in den zweiten Bereich 200. Der zweite Bereich 200 der Anlage 1 umfasst einen Mischbehälter 21. Im Mischbehälter 21 ist ein über einen Motor 221 angetriebener Rührer 220 vorgesehen. In den Mischbehälter 21 gelangt über die Leitung 111 die gemischte Biomasse 5N. Parallel dazu wird dem Mischbehälter 21 über eine Leitung 211 Prozesswasser PW zugeführt. In der Leitung 211 für das Prozesswasser PW ist ein Mischer 214 eingefügt. Bevor das Prozesswasser PW über die Leitung 211 in den Mischer gelangt, mündet in die Leitung 211 eine Leitung 212, die in das Prozesswasser einen Katalysator aus einem Tank 213 zuführt. Der Katalysator kann z. B. Ameisensäure, Zitronensäure oder Schwefelsäure sein. Nachdem im Mischbehälter 21 die gemischte Biomasse 5N und das Prozesswasser PW ausreichend vermischt sind, wird die so

erzielte Mischung, welche einen Trockensubstanzanteil von 20% bis 60% aufweist, über eine Leitung 222, welche mit einer Pumpe 30 versehen ist, dem dritten Bereich 300 zugeführt.

In den in **Figur 5** gezeigten Leitungen ist eine Vielzahl von Zwei-Wege-Ventilen 32 vorgesehen. Diese Zwei-Wege-Ventile 32 sind mit der Programmsteuerung 10 verbunden. Somit ist es möglich, durch gezielte Steuerung der Zwei-Wege-Ventile den Materialfluss gezielt zu steuern und somit z. B. den Trockensubstanzanteil im Mischbehälter 21 gezielt einzustellen. Die Größe des Trockensubstanzanteils richtet sich im Wesentlichen nach den nachgeschalteten Prozessbedingungen im dritten Bereich.

Der Aufbau des dritten Bereichs 300 ist in **Figur 6** schematisch dargestellt. Der dritte Bereich 300 umfasst mindestens drei Reaktoren 301. Jeder der Reaktoren ist mit einer Überdruckleitung 302 versehen, die in einem steuerbaren Zwei-Wege-Ventil 32 endet. Über dieses steuerbare Zwei-Wege-Ventil 32 kann somit der Druck im Inneren des Reaktors auf ein vordefiniertes Niveau eingestellt werden. Ebenso ist es möglich, den Druck abzulassen, falls im Innern des mindestens einen Reaktors 301 der Druck über ein vordefiniertes Niveau ansteigt.

Im dritten Bereich 300 der Anlage 1 müssen mindestens drei Reaktoren 301 vorhanden sein, damit eine kontinuierliche Produktion der Reaktionsprodukte des Prozesses der hydrothermalen Karbonisierung gewährleistet ist. Mindestens ein Reaktor 301 der Reaktoren ist dabei ein aktiver Reaktor 301A. Die Bezeichnung „aktiver Reaktor“ bedeutet, dass in diesem Reaktor 301, der Prozess der hydrothermalen Karbonisierung abläuft und noch nicht abgeschlossen ist.

Bei mindestens einem anderen Reaktor 301 der mindestens drei Reaktoren wird Biomasse über eine Leitung 311 in den Reaktor 301 eingefüllt. Dieser Reaktor 301 wird als füllbarer Reaktor 301F bezeichnet. Bei der in Figur 6

gezeigten schematischen Darstellung des dritten Bereichs 300 der Anlage 1 sind zwei füllbare Reaktoren 301F vorgesehen. Die füllbaren Reaktoren 301F werden über die Leitung 311 mit der mit Prozesswasser und Katalysator versetzten Biomasse befüllt. In der Leitung 311 ist ein erster Wärmetauscher 5 310 eingebracht. Ferner verbindet die Leitung 311 alle Reaktoren 301 des dritten Bereichs 300. Über ein steuerbares Drei-Wege-Ventil 33 kann somit die Leitung 311 in Richtung des mindestens einen füllbaren Reaktors 300F freigeschaltet werden, damit der Reaktor 301F mit Biomasse, Prozesswasser und Katalysator befüllt werden kann.

10 Ferner ist ein zweites Leitungssystem 321 vorgesehen, dass ebenfalls jeden Reaktor 301 des dritten Bereichs 300 miteinander verbindet. Die zweite Leitung 321 ist als Ringleitung ausgebildet und ist ebenfalls über einen zweiten Wärmetauscher 320 geführt. Ferner ist in der Leitung 321 eine Pumpe 30 vorgesehen, mit der die Biomasse aus dem mindestens einen aktiven Reaktor 15 301A ständig über den zweiten Wärmetauscher 320 umgepumpt wird. Durch dieses Umpumpen erreicht man eine ständige Durchmischung der Biomasse im aktiven Reaktor 301A. In Innern eines jeden Reaktors 301 ist mindestens ein Rührer 350 vorgesehen, der zusätzlich für eine Durchmischung und Umwälzung der Biomasse $5_1, 5_2, \dots, 5_n$ dient. Der Rührer 350 ist dabei 20 bevorzugt im unteren Bereich des Reaktors 301 angeordnet. In der als Ringleitung ausgebildeten zweiten Leitung 321 sind mehrere Drei-Wege-Ventile 33 und Zwei-Wege-Ventile 32 vorgesehen, um somit den Materialfluss der gerade im aktiven Reaktor 301A reagierenden Biomasse über die Ringleitung 321 und dem Wärmetauscher umzupumpen. Die Zwei-Wege- 25 Ventile 32 und die Drei-Wege-Ventile 33 werden derart gesteuert, dass die zweite Leitung 321 mit dem mindestens einen aktiven Reaktor 301A einen offenen Ring bildet, so dass das Umpumpen der Biomasse während des Reaktionsprozesses im aktiven Reaktor 301A möglich ist.

Mindestens ein weiterer Reaktor 301 der Reaktoren im dritten Bereich 300 ist 30 ein gerade leerbarer Reaktor 301L. Dieser gerade leerbare Reaktor 301L war

zuvor der aktive Reaktor 301A. nachdem der Reaktionsprozess im aktiven Reaktor 301A abgeschlossen ist, können die Reaktionsprodukte aus dem Reaktor entnommen werden. Der aktive Reaktor 301A wird dann zum leerbaren Reaktor 301L. Jeder der Reaktoren 301 ist mit einer dritten Leitung 321 verbunden, die über einen dritten Wärmetauscher 320 geführt ist. In der dritten Leitung 331 sind ebenfalls eine Vielzahl von Zwei-Wege-Ventilen 32 und Drei-Wege-Ventilen 33 vorgesehen, um somit gesteuert den leerbaren Reaktor 301L mit der dritten Leitung 331 zu verbinden. Das aus dem leerbaren Reaktor 301L abgezogene Reaktionsprodukt wird mittels der dritten Leitung 331 über eine Entspannungseinrichtung 340 geführt, so dass die Reaktionsprodukte im Wesentlichen auf ein Umgebungsdruckniveau gebracht werden. Von der Entspannungseinrichtung 340 gelangen die Reaktionsprodukte in den vierten Bereich 400 und/oder in den fünften Bereich 500, in dem, wie bereits erwähnt, Synthesegas hergestellt werden kann.

Für die weitere Beschreibung der Erfindung wird auf den fünften Bereich 500 verzichtet, in dem Synthesegas aus den Reaktionsprodukten in Verbindung mit Kohlendioxyd hergestellt werden kann. Bei der Beschreibung der gegenwärtigen Erfindung gelangt nun, wie in **Figur 7** gezeigt, das Reaktionsprodukt über die Leitung 331 in den vierten Bereich und wird dort in einen Auffangbehälter 41 verbracht. Im Auffangbehälter 41 ist ein Rührwerk 420, das mit einem Motor 421 angetrieben wird, angeordnet. Über eine Leitung 411, in der eine Pumpe und mindestens ein steuerbares Zwei-Wege-Ventil 32 vorgesehen sind, wird das Reaktionsprodukt in eine Entwässerungseinrichtung verbracht. Die über die Leitung 331 zugeführten Reaktionsprodukte haben einen Trockensubstanzanteil von ca. 10%. In der Entwässerungseinrichtung 430 wird der Trockensubstanzanteil auf ca. 50% erhöht. Das aus den Reaktionsprodukten gewonnene Prozesswasser PW gelangt in einen Auffangbehälter 436. Sollte das Niveau im Auffangbehälter 436 zu hoch werden, wird das überschüssige Prozesswasser PW über einen Überlauf 437 an die Umgebung abgegeben. Über die Leitung 311, welche mit einer Pumpe 30 und einem Zwei-Wege-Ventil 32 versehen ist, wird das

Prozesswasser PW in den zweiten Bereich 200 der Anlage 1 zurückgeführt. Von der Entwässerungseinrichtung 430 gelangt das Reaktionsprodukt in einen Trockner 432. Der Trockner wird über einen Motor 433 angetrieben. Im Trockner 432 wird der Trockensubstanzanteil der Reaktionsprodukte auf ca. 5 90% erhöht. Von dem Trockner 432 gelangt das getrocknete Reaktionsprodukt in einen Sammelbehälter 434. Vom Sammelbehälter 434 aus kann letztendlich die Verteilung zu den Verbrauchern der mit der Anlage 1 hergestellten Reaktionsprodukte erfolgen.

Figur 8 zeigt eine vereinfachte schematische Darstellung des aktiven Reaktors 10 301A in Verbindung mit der Ringleitung 321 und dem zweiten Wärmetauscher 320. Während des im aktiven Reaktor 301A ablaufenden Reaktionsprozesses, wird die gerade reagierende Biomasse mittels einer Pumpe 30 und der Ringleitung 321 ständig über den zweiten Wärmetauscher 320 umgepumpt. Somit erreicht man eine ständige Umwälzung der im aktiven Reaktor 301A 15 reagierenden Biomasse. Um im aktiven Reaktor 301A den Reaktionsprozess in Gang zu setzen, wird die eingefüllte Biomasse auf eine bestimmte Temperatur und einen bestimmten Druck gebracht. Während des Umpumpens der gerade reagierenden Biomasse über die Leitung 321 wird im Wesentlichen die Temperatur und der im aktiven Reaktor 301A herrschende Druck aufrecht 20 erhalten. Durch das Umpumpen der gerade reagierenden Biomasse erspart man sich mechanische Bauteile, die mit einer Durchführung in den aktiven Reaktor 301A bzw. den anderen Reaktoren 301 eingebracht werden müssen. Durch das Umpumpen der reagierenden Biomasse im aktiven Reaktor 301A ist somit eine mögliche Leckage über die Durchführung in den aktiven Reaktor 25 301A vermieden. Dadurch ergibt sich eine wesentlich höhere Produktionssicherheit mit der erfindungsgemäßen Anlage 1.

Bei der in Figur 6 gezeigten Ausführungsform sind vier Reaktoren 301 dargestellt. Diese Reaktoren 301 können je nach Ablauf des Produktionsprozesses unterschiedliche Funktionen annehmen. So kann 30 mindestens ein Reaktor 301 der aktive Reaktor 301A sein. Ist der

Reaktionsprozess abgeschlossen, wird der vorher mindestens eine aktive Reaktor 301A der entleerbare Reaktor 301L. Ist der mindestens eine entleerbare Reaktor 301L vollständig entleert, wird der Reaktor 301 zum befüllbaren Reaktor 301F. Wieviele Reaktoren 301 aktive Reaktoren 301A
5 oder entleerbare Reaktoren 301L oder befüllbare Reaktoren 301F sind, richtet sich nach den Prozessbedingungen, um einen kontinuierlichen Ausstoß an Reaktionsprodukten zu gewährleisten.

Die Erfindung wurde unter Bezugnahme auf bevorzugte Ausführungsformen beschrieben. Es ist für einen Fachmann selbstverständlich, dass Änderungen
10 und Abwandlungen gemacht werden können, ohne dabei den Schutzbereich der nachstehenden Ansprüche zu verlassen.

Ansprüche

1. Anlage (1) zur Herstellung von kohlenstoffhaltigen Produkten aus Biomasse ($5_1, 5_2, \dots, 5_n$) mittels Hydrothormaler Karbonisierung, mit einem ersten Bereich (100) zur Bereitstellung, Zerkleinerung und Mischung mindestens eines Typs an Biomasse ($5_1, 5_2, \dots, 5_n$), einem zweiten Bereich (200) zum Aufbereiten und Ansetzen der gemischten Biomasse (5M), einem dritten Bereich (300) zur Durchführung eines Reaktionsprozesses gemäß hydrothormaler Karbonisierung und mindestens einem vierten Bereich (400) zur weiteren Verarbeitung der Reaktionsprodukte des Reaktionsprozesses, **dadurch gekennzeichnet, dass** der dritte Bereich (300) mindestens drei Reaktoren (301) umfasst, dass ein erstes Leitungssystem (311) über mindestens einen ersten Wärmetauscher (310) geführt ist, so dass mindestens ein Reaktor (301) der mindestens drei Reaktoren (301) ein gerade füllbarer Reaktor (301F) ist und gesteuert und selektiv mit gemischter Biomasse (5M) aus dem zweiten Bereich (200) befüllbar ist, dass ein zweites Leitungssystem (321), in das eine Pumpe (30) eingesetzt ist, über mindestens einen zweiten Wärmetauscher (320) geführt ist, so dass im Reaktionsprozess befindliche Biomasse aus einem der mindestens einen aktiven Reaktors (301A) der mindestens drei Reaktoren (301) gesteuert und selektiv umwälzbar ist; mittels der die Reaktionsprodukte im aktiven Reaktor (301A) während des Reaktionsprozesses umpumpbar sind und wobei im Reaktor (301) mindestens ein Rührer (350) vorgesehen ist, der zusätzlich für eine Durchmischung und Umwälzung der Biomasse ($5_1, 5_2, \dots, 5_n$) dient, dass ein drittes Leitungssystem (331) ausgehend von den mindestens drei Reaktoren (301) über mindestens einen dritten Wärmetauscher (330) geführt ist, über das nach einem abgeschlossenen Reaktionsprozess die Reaktionsprodukte aus einem gerade leerbaren Reaktor (301L), in dem der Reaktionsprozess der hydrothormalen Karbonisierung abgeschlossen ist, der mindestens drei Reaktoren (301) abziehbar und über eine Entspannungsvorrichtung (340) dem vierten Bereich (400) zuführbar sind.

2. Anlage nach Anspruch 1, wobei das erste Leitungssystem (311), das zweite Leitungssystem (321) und das dritte Leitungssystem (331) mit einer Vielzahl von steuerbaren Zwei-Wege-Ventilen (32) und einer Vielzahl von steuerbaren Drei-Wege-Ventilen (33) versehen sind, die mit einer Programmsteuerung (10) der Anlage (1) verbunden sind, so dass die spezifische Befüllung, Umwälzung und Entleerung der mindestens drei Reaktoren (301) regelbar ist.
3. Anlage nach den Ansprüchen 1 bis 2 wobei der erste Bereich (100) zur Bereitstellung, Zerkleinerung und Mischung mindestens eines Typs an Biomasse ($5_1, 5_2, \dots, 5_n$) eine Vielzahl von Annahme- und Lagerstellen ($12_1, 12_2, \dots, 12_n$) zur sortenreinen Bereitstellung der unterschiedlichen Typen an Biomasse ($5_1, 5_2, \dots, 5_n$), mindestens eine Zerkleinerungseinheit (13) und einen Mischer (14) für die unterschiedlichen Biomassen ($5_1, 5_2, \dots, 5_n$) umfasst.
4. Anlage nach den Ansprüchen 1 bis 2 wobei der zweite Bereich (200) einen Mischbehälter (21) umfasst, in den eine erste Leitung (111) mit gemischter Biomasse (5M) aus dem ersten Bereich (100) und eine zweite Leitung (211) für Prozesswasser (PW), in die eine dritte Leitung (212) mit einem aus einem Tank (213) entnommenen Katalysator führt, mündet, wobei das Prozesswasser (PW) und der Katalysator mittels eines Mixers (214) mischbar sind und wobei im Mischbehälter (21) ein mit einem Motor (221) betriebenes Rührwerk (220) angeordnet ist.
5. Anlage (1) nach Anspruch 4, wobei eine dritte Leitung (222) mit einer Pumpe (30) versehen ist, mittels der die mit Prozesswasser und Katalysator versehene und gemischte Biomasse (5M) dem dritten Bereich (300) zur Durchführung des Reaktionsprozesses zuführbar ist.
6. Anlage (1) nach den Ansprüchen 1 bis 2 wobei der vierte Bereich (400) zur weiteren Verarbeitung der Reaktionsprodukte einen Auffangbehälter (41) zur Aufnahme der Reaktionsprodukte aus dem mindestens einen aktiven Reaktor (301A) umfasst, in dem der Reaktionsprozess abgeschlossen ist, wobei der Auffangbehälter (41) ein mit einem Motor (421) betriebenes Rührwerk (420) besitzt, das über eine erste mit einer Pumpe (30) versehene Leitung (411) mit einer Entwässerungseinrichtung (430) und einem nachgeschalteten Trockner (432) verbunden ist.

7. Anlage nach Anspruch 6, wobei eine zweite Leitung (421) die Entwässerungseinrichtung (430) mit einem Auffangbehälter (436) für Prozesswasser (PW) ist, wobei das Prozesswasser (PW) über die mit einer Pumpe (30) versehene Leitung (211) dem zweiten Bereich (200) zuführbar ist und wobei das Reaktionsprodukt aus dem Trockner (432) einem Sammelbehälter (434) für den Abtransport zuführbar ist.
8. Anlage nach den Ansprüchen 1 bis 7, wobei ein fünfter Bereich (500) vorgesehen ist, dem zumindest ein Teil der Reaktionsprodukte aus dem mindestens einen aktiven Reaktor (301A) zuführbar ist und im fünften Bereich (500) in ein Synthesegas umwandelbar ist.
9. Anlage nach Anspruch 8, wobei der fünfte Bereich (500) zur Herstellung des Synthesegases mit einer Kohlendioxidquelle (15) verbunden ist.
10. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei im ersten Bereich (100), im zweiten Bereich (200), im dritten Bereich (300), im vierten Bereich (400) und im im fünften Bereich (500) eine Vielzahl von steuerbaren Zwei-Wege-Ventilen (32) und Drei-Wege-Ventilen (33) vorgesehen sind, wodurch ein Materialfluss innerhalb der Anlage über eine Programmsteuerung (10) regelbar ist.
11. Verwendung der Anlage nach den Ansprüchen 1 bis 10, zur Herstellung von Kohle (K) und/oder Synthesegas (SG) als Reaktionsprodukt.
12. Verfahren zur Herstellung von kohlenstoffhaltigen Produkten aus Biomasse mittels des Reaktionsprozesses der hydrothermalen Karbonisierung gekennzeichnet durch die folgenden Schritte:
 - dass Biomasse ($5_1, 5_2, \dots, 5_n$) unterschiedlichen Typs in einem ersten Bereich (100) bereitgestellt wird;
 - dass die im ersten Bereich (100) zerkleinerte und gemischte Biomasse (5M) aus unterschiedlichen Typen der Biomasse ($5_1, 5_2, \dots, 5_n$) in einem zweiten Bereich (200) mit Prozesswasser (PW) und einem Katalysator versetzt wird, so dass ein für den Reaktionsprozess erforderlicher Gehalt an Biomasse-Trockensubstanz eingestellt wird,

- dass in einem dritten Bereich (300) mindestens drei Reaktoren (301) vorgesehen sind, wobei mindestens ein Reaktor (301F) mit der mit Prozesswasser (PW) und Katalysator versetzten Biomasse aus dem zweiten Bereich (200) über einen ersten Wärmetauscher (310) befüllt wird, dass mindestens ein Reaktor (301) ein aktiver Reaktor (301A) ist, in dem die Biomasse während des Reaktionsprozesses in Reaktionsprodukte umgewandelt wird und dass mindestens ein Reaktor (301L) entleert wird, in dem der Reaktionsprozess abgeschlossen ist;
- dass während des Reaktionsprozesses in dem mindestens einen aktiven Reaktor (301A) die Biomasse über einen zweiten Wärmetauscher (320) mit einer Pumpe (30) umgepumpt wird und wobei im Reaktor (301) mindestens ein Rührer (350) vorgesehen ist, mittel dem zusätzlich eine Durchmischung und Umwälzung der Biomasse ($5_1, 5_2, \dots, 5_n$) durchgeführt wird; und
- dass einem vierten Bereich (400) nach Abschluss des Reaktionsprozesses die Reaktionsprodukte aus dem mindestens einen Reaktor (301L) des dritten Bereichs (300), der entleert wird, über einen dritten Wärmetauscher (330) und einer Entspannungseinrichtung (340) im vierten Bereich (400) einer Entwässerungseinrichtung (430) und einem Trockner (432) zugeführt werden.

13. Verfahren nach Anspruch 12, wobei ein fünfter Bereich (500) vorgesehen ist, in dem zumindest ein Teil der Reaktionsprodukte aus dem mindestens einen aktiven Reaktor (301A) nach Abschluss des Reaktionsprozesses zugeführt wird, wobei die Reaktionsprodukte im fünften Bereich (500) in ein Synthesegas (SG) umgewandelt werden.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 13, wobei eine Programmsteuerung (10) vorgesehen ist, durch die im ersten Bereich (100), im zweiten Bereich (200), im dritten Bereich (300), im vierten Bereich (400) und im fünften Bereich (500) eine Vielzahl von Zwei-Wege-Ventilen (32), Drei-Wege-Ventilen (33) und Pumpen (30) gesteuert wird, wodurch ein Materialfluss innerhalb der Anlage (1) über die Programmsteuerung (10) geregelt wird.

15. Kohlenstoffhaltiges Reaktionsprodukt hergestellt gemäß dem Verfahren der Ansprüche 12 bis 14.
16. Kohlenstoffhaltiges Reaktionsprodukt nach Anspruch 15, wobei das kohlenstoffhaltige Reaktionsprodukt Kohle (K) ist.
17. Kohlenstoffhaltiges Reaktionsprodukt nach Anspruch 15, wobei das kohlenstoffhaltige Reaktionsprodukt Synthesegas (SG) ist.

1/8

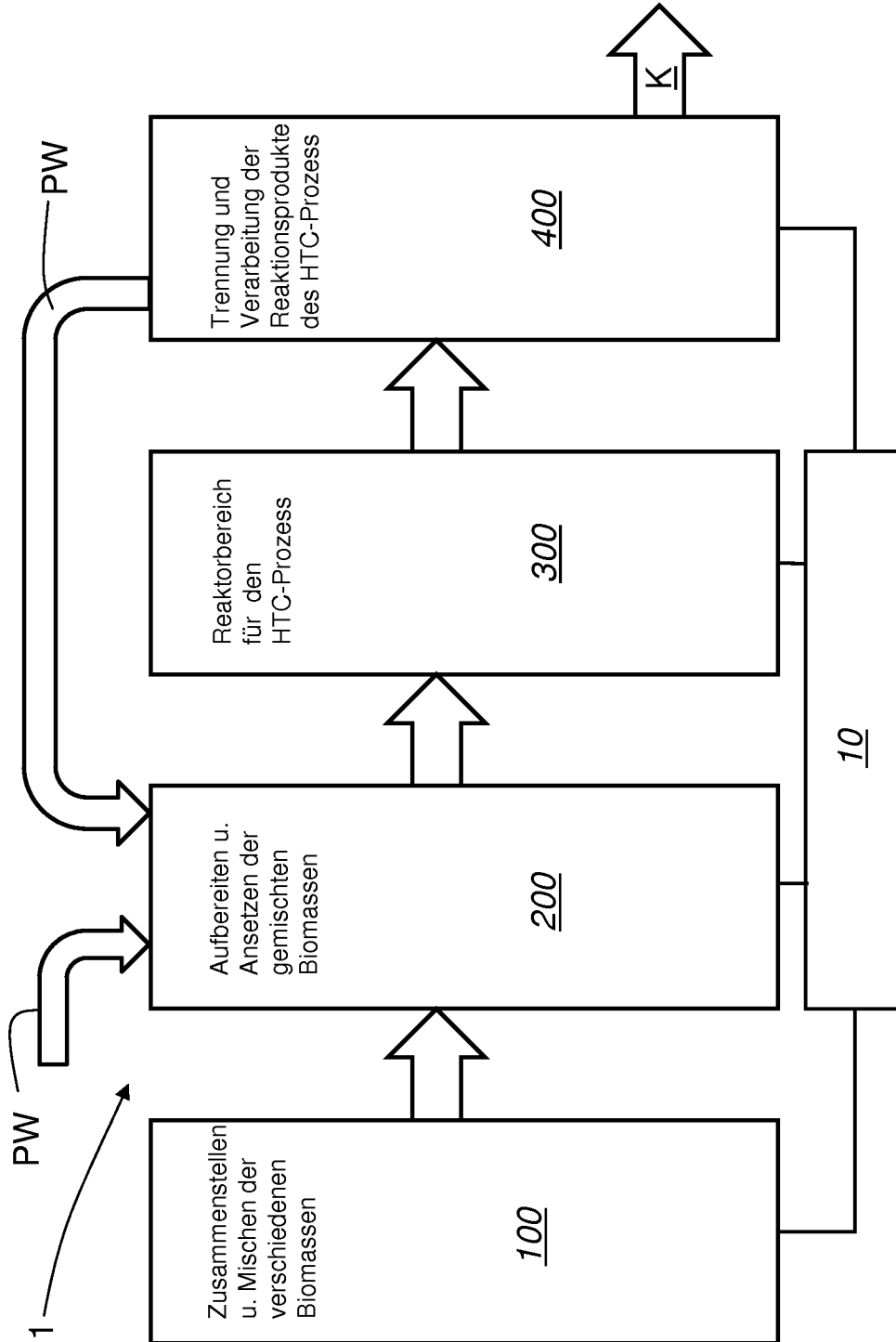


Fig. 1

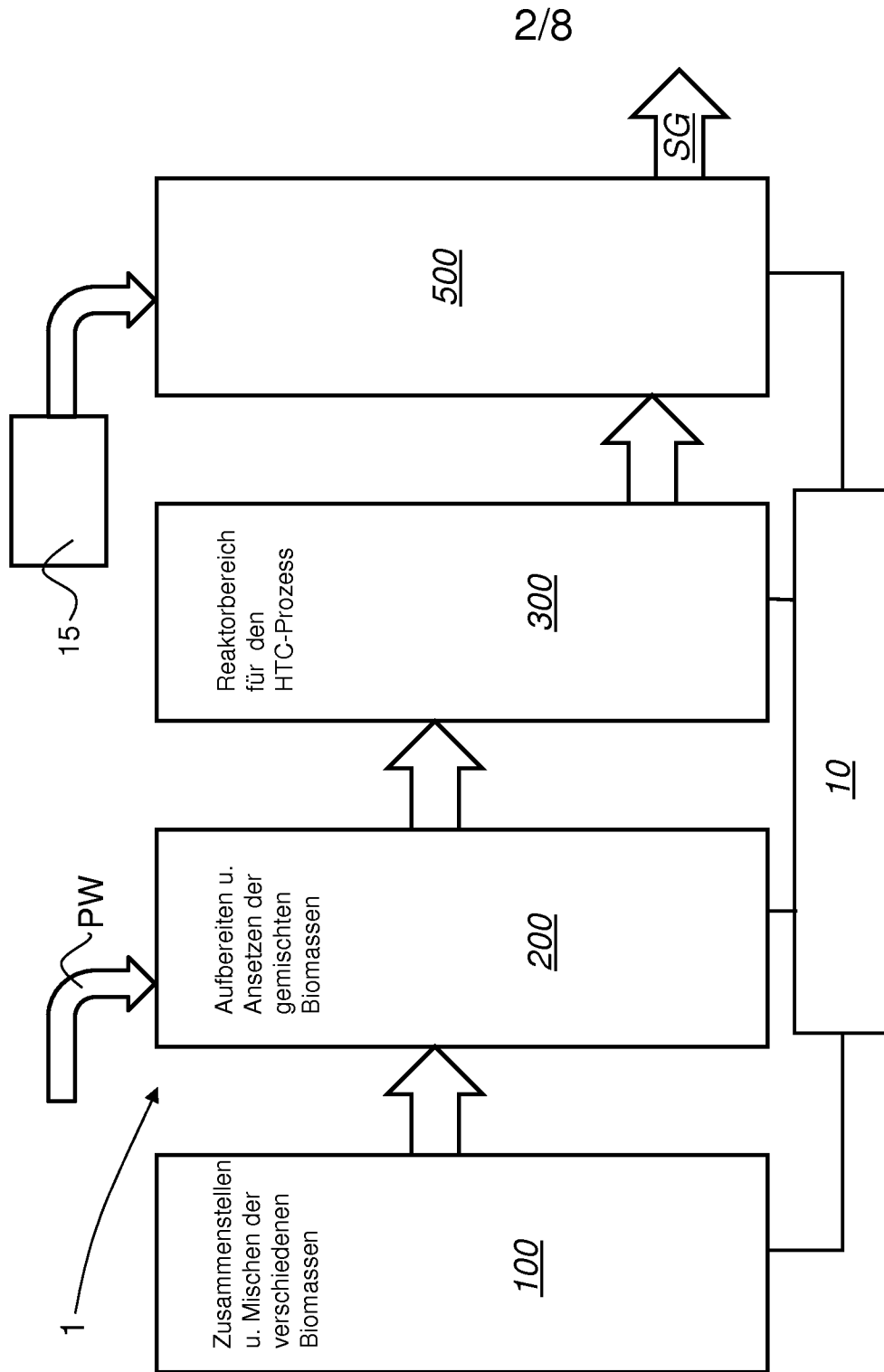


Fig. 2

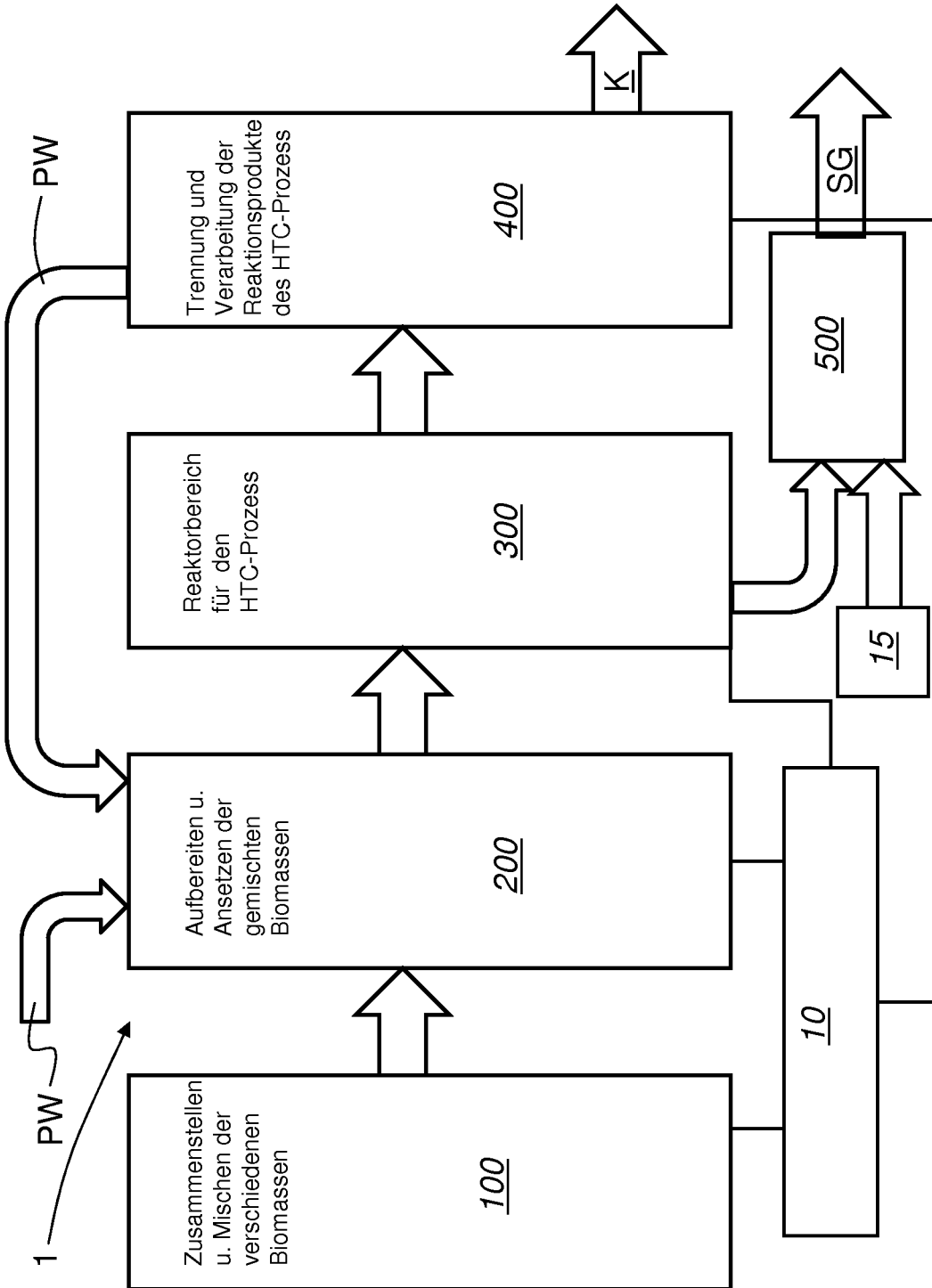


Fig. 3

4/8

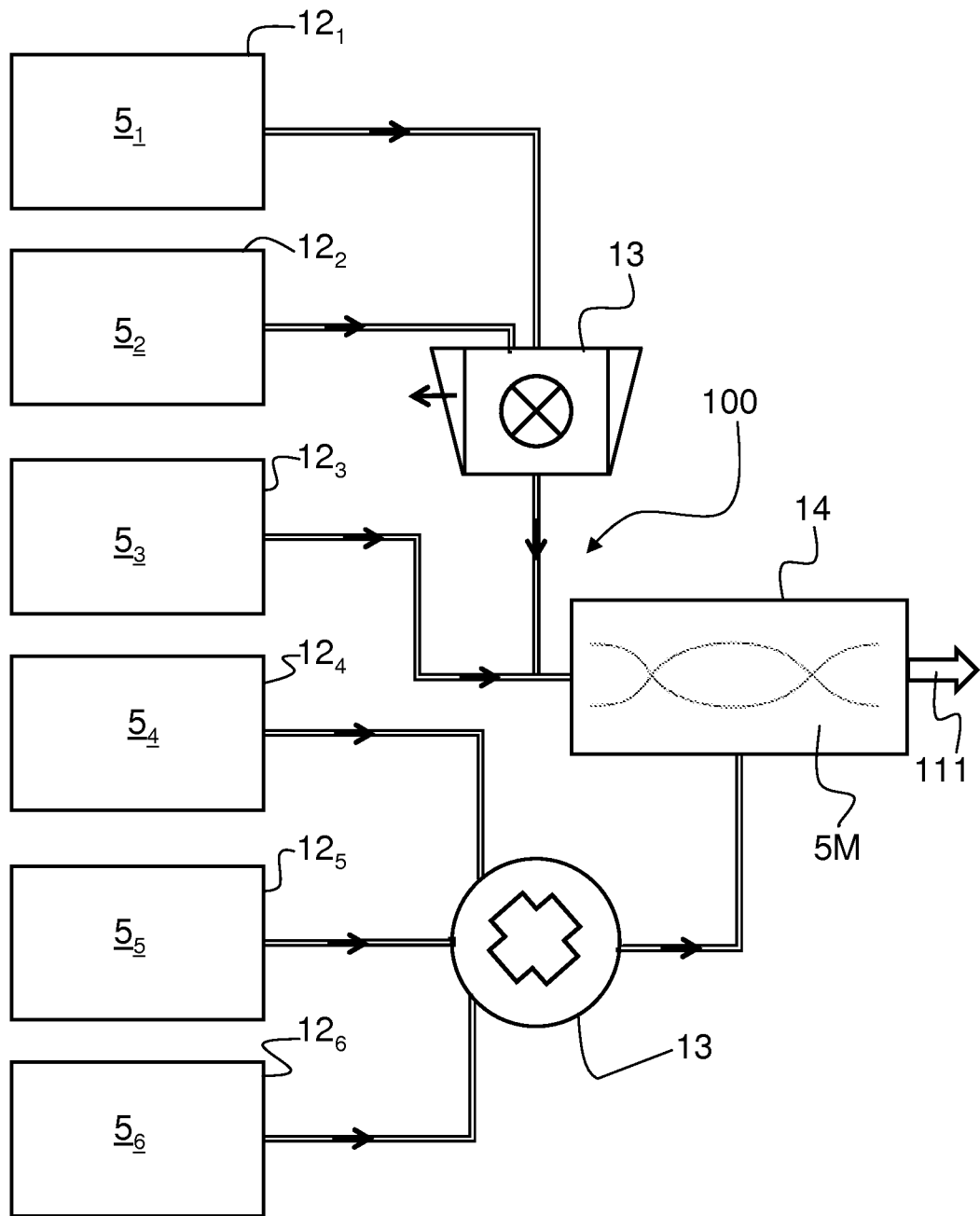


Fig. 4

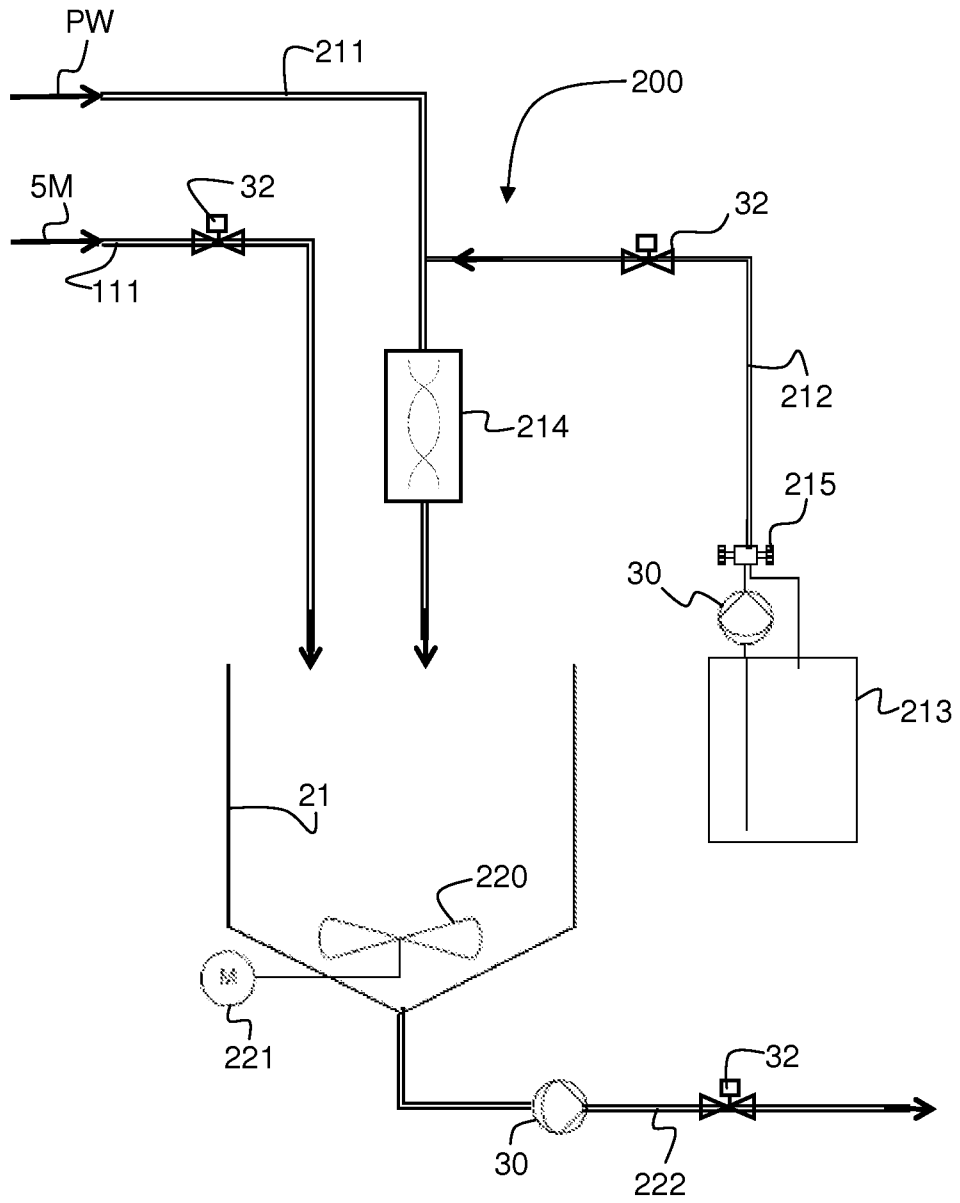


Fig. 5

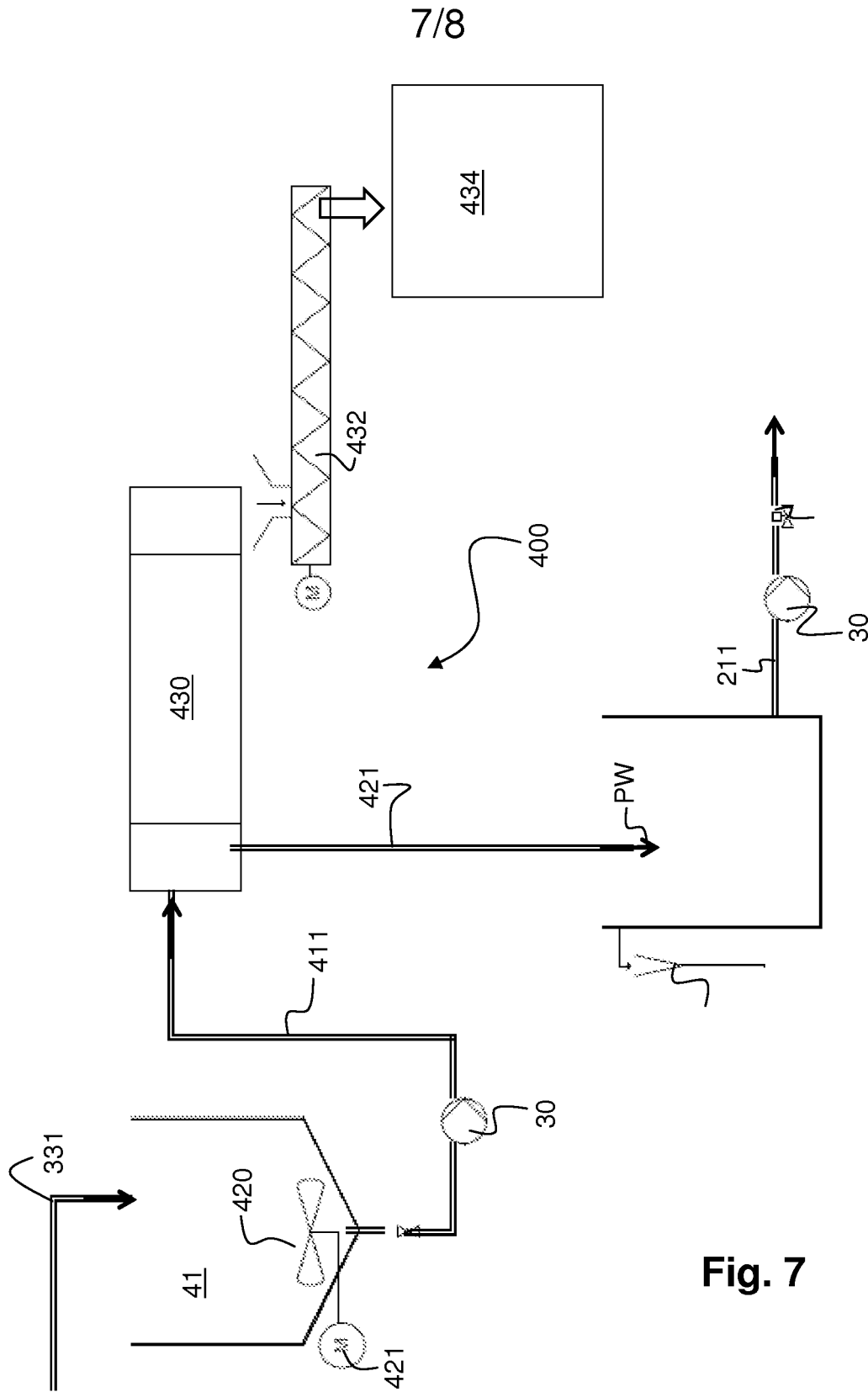


Fig. 7

8/8

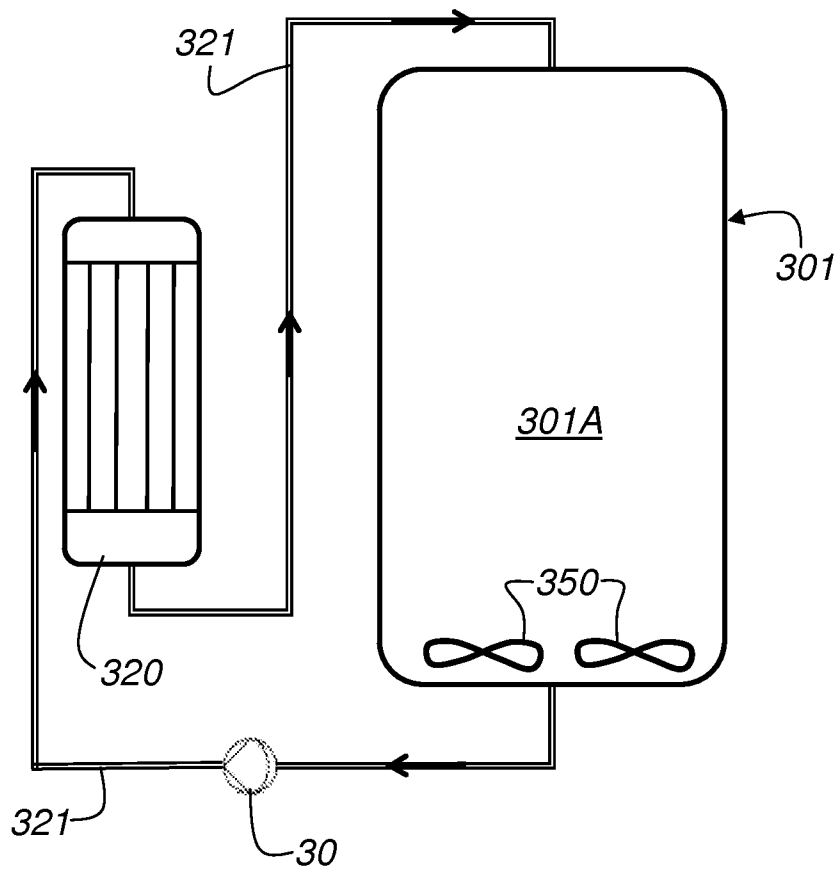


Fig. 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2011/052652

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. B01J19/18 C10B53/02 C10L5/44
 ADD.
 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED
 Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
 B01J C10B C10L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)
 EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|--|-----------------------|
| X | DE 10 2008 026991 A1 (BUTTMANN MARC [DE]) 10 December 2009 (2009-12-10) | 15,16 |
| Y | paragraphs [0001], [0002], [0004], [0005], [0007], [0011] - paragraph [0019]; claims 1,4,10,11; figure 1 ----- | 1-14 |
| X | DE 10 2007 062808 A1 (PEUS DOMINIK [DE]) 17 July 2008 (2008-07-17) | 15,16 |
| Y | paragraphs [0001], [0002], [0030], [0031], [0032], [0033], [0050], [0067], [0073], [0074], [0099]; claims 1,5,17,18,23; figure 1 ----- | 1-14 |
| Y | US 6 090 978 A (MCCOY LAWRENCE W [US] ET AL) 18 July 2000 (2000-07-18) sentence 65, paragraph 1 - sentence 23, paragraph 2; figure 1 ----- | 1-14 |
| | -/-- | |

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

| | |
|---|---|
| "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed | "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. "&" document member of the same patent family |
|---|---|

| | |
|--|---|
| Date of the actual completion of the international search 3 May 2011 | Date of mailing of the international search report 12/05/2011 |
|--|---|

| | |
|--|--|
| Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016 | Authorized officer Pöllmann, Klaus |
|--|--|

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2011/052652

| C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT | | |
|--|---|-----------------------|
| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
| X | EP 1 970 431 A1 (LORITUS GMBH [DE]) 17 September 2008 (2008-09-17) cited in the application | 15-17 |
| Y | paragraphs [0009], [0 17]; figure 3 ----- | 8,9,13 |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2011/052652

| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|--|------------------|-------------------------|------------------|
| DE 102008026991 A1 | 10-12-2009 | NONE | |
| | | | |
| DE 102007062808 A1 | 17-07-2008 | AU 2007340905 A1 | 10-07-2008 |
| | | CA 2710719 A1 | 10-07-2008 |
| | | CN 101679893 A | 24-03-2010 |
| | | DE 102007056170 A1 | 06-11-2008 |
| | | DE 102007062809 A1 | 17-07-2008 |
| | | DE 102007062810 A1 | 17-07-2008 |
| | | DE 102007062811 A1 | 17-07-2008 |
| | | EA 200900892 A1 | 26-02-2010 |
| | | EP 2106435 A2 | 07-10-2009 |
| | | JP 2010514881 T | 06-05-2010 |
| | | US 2010162619 A1 | 01-07-2010 |
| | | | |
| US 6090978 A | 18-07-2000 | US 6248922 B1 | 19-06-2001 |
| | | | |
| EP 1970431 A1 | 17-09-2008 | DE 102007012112 B3 | 29-05-2008 |
| | | | |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2011/052652

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. B01J19/18 C10B53/02 C10L5/44
 ADD.
 Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE
 Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 B01J C10B C10L
 Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
 EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|--|--------------------|
| X | DE 10 2008 026991 A1 (BUTTMANN MARC [DE]) 10. Dezember 2009 (2009-12-10) | 15,16 |
| Y | Absätze [0001], [0002], [0004], [0005], [0007], [0011] - Absatz [0019]; Ansprüche 1,4,10,11; Abbildung 1 | 1-14 |
| X | DE 10 2007 062808 A1 (PEUS DOMINIK [DE]) 17. Juli 2008 (2008-07-17) | 15,16 |
| Y | Absätze [0001], [0002], [0030], [0031], [0032], [0033], [0050], [0067], [0073], [0074], [0099]; Ansprüche 1,5,17,18,23; Abbildung 1 | 1-14 |
| Y | US 6 090 978 A (MCCOY LAWRENCE W [US] ET AL) 18. Juli 2000 (2000-07-18) Satz 65, Absatz 1 - Satz 23, Absatz 2; Abbildung 1 | 1-14 |
| | ----- -/-- | |

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

| | |
|---|--|
| Datum des Abschlusses der internationalen Recherche | Absenddatum des internationalen Recherchenberichts |
| 3. Mai 2011 | 12/05/2011 |

| | |
|--|--|
| Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016 | Bevollmächtigter Bediensteter Pöllmann, Klaus |
|--|--|

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2011/052652

| C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN | | |
|---|--|--------------------|
| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
| X | EP 1 970 431 A1 (LORITUS GMBH [DE]) 17. September 2008 (2008-09-17) in der Anmeldung erwähnt | 15-17 |
| Y | Absätze [0009], [0 17]; Abbildung 3 ----- | 8,9,13 |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2011/052652

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | Datum der Veröffentlichung |
|--|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| DE 102008026991 A1 | 10-12-2009 | KEINE | |
| ----- | | | |
| DE 102007062808 A1 | 17-07-2008 | AU 2007340905 A1 | 10-07-2008 |
| | | CA 2710719 A1 | 10-07-2008 |
| | | CN 101679893 A | 24-03-2010 |
| | | DE 102007056170 A1 | 06-11-2008 |
| | | DE 102007062809 A1 | 17-07-2008 |
| | | DE 102007062810 A1 | 17-07-2008 |
| | | DE 102007062811 A1 | 17-07-2008 |
| | | EA 200900892 A1 | 26-02-2010 |
| | | EP 2106435 A2 | 07-10-2009 |
| | | JP 2010514881 T | 06-05-2010 |
| | | US 2010162619 A1 | 01-07-2010 |
| ----- | | | |
| US 6090978 | A | 18-07-2000 | US 6248922 B1 |
| | | | 19-06-2001 |
| ----- | | | |
| EP 1970431 | A1 | 17-09-2008 | DE 102007012112 B3 |
| | | | 29-05-2008 |
| ----- | | | |