



(10) **DE 10 2012 003 246 A1** 2013.08.01

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2012 003 246.3**

(22) Anmeldetag: **20.02.2012**

(43) Offenlegungstag: **01.08.2013**

(51) Int Cl.: **C10J 3/66 (2012.01)**

C10J 3/14 (2012.01)

C10J 3/20 (2012.01)

C10J 3/56 (2012.01)

C10B 53/02 (2012.01)

(66) Innere Priorität:
10 2012 001 728.6 31.01.2012

(74) Vertreter:
Kahler, Käck & Mollekopf, 86899, Landsberg, DE

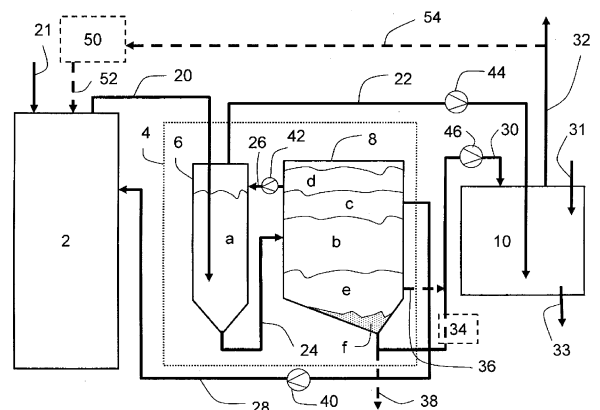
(71) Anmelder:
extech GmbH, 86971, Peiting, DE

(72) Erfinder:
**Gaugenrieder, Fritz, 86947, Weil, DE; Schiffner,
Eberhard, Dr., 98631, Grabfeld, DE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Kombi-Mischgasanlage mit Gasreinigung**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Kombi-Mischgasanlage zur Erzeugung von Wasserstoff- und/oder methanhaltigem Gas, die aufweist: eine Verschmelungseinrichtung (2), insbesondere einen Vergasungsreaktor, zur Erzeugung von Verschmelungsgasen; eine der Verschmelungseinrichtung (2) nachgeschaltete Gasreinigungseinrichtung (4) zur Reinigung der Verschmelungsgase; und eine der Gasreinigungseinrichtung (4) nachgeschaltete Fermentationseinrichtung (10) zur Umsetzung der gereinigten Verschmelungsgase in angereichertes Wasserstoff- und/oder methanhaltiges Gas. Erfindungsgemäß ist die Gasreinigungseinrichtung (4) dazu ausgelegt, Teerbestandteile (c) aus den Verschmelungsgasen zu entfernen; und zwischen der Gasreinigungseinrichtung (4) und der Verschmelungseinrichtung (2) verläuft eine Rückführleitung (28), mit der die Teerbestandteile (c) von der Gasreinigungseinrichtung (4) in die Verschmelungseinrichtung (2) zurückleitbar sind.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Kombi-Mischgasanlage mit einer Verschmelungseinheit zur Erzeugung von Verschmelungsgasen, einer Verschmelungsgasreinigungseinheit und einem Fermenter zur Umsetzung des gereinigten Verschmelungsgases in Mischgas (Biogas).

[0002] Aus der EP 1 118 671 A1 ist eine Kombi-Biogasanlage bekannt, bei der organische Stoffe zunächst einem Fermentationsreaktor zur aeroben Umsetzung zugeführt werden. Die Abgase und feste bzw. flüssige Rückstände aus dem Fermentationsreaktor werden einem Holzvergaser zugeführt, wo die Stoffe thermisch umgesetzt und zu Holzgas und Holzkohlenprodukte umgewandelt werden. Das Holzgas wird optional durch einen Gasreiniger geleitet und dann einer methanogenen Fermentation zugeführt. Bei der methanogenen Fermentation wird das Holzgas optional unter Zusetzung weiterer Gase in Biogas umgewandelt. Als Endprodukte aus der Umsetzung des organischen Stoffes stehen damit einerseits Biogas und andererseits Holzkohleprodukte zur Verfügung.

[0003] Es ist Aufgabe der Erfindung, eine Kombi-Mischgasanlage und ein Verfahren vorzusehen, bei dem ein kohlenstoffhaltiger Ausgangsstoff möglichst vollständig in brennbares Gas (Mischgas/Biogas) umgesetzt wird.

[0004] Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen des Anspruchs 1 bzw. 9 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind Gegenstand von Unteransprüchen.

[0005] Hinsichtlich der Herstellung von möglichst methanreichem Biogas ist es bei der o. g. EP 1 118 671 A1 unter praktischen Gesichtspunkten nachteilig, dass rein organische Stoffe als Ausgangsstoffe beim aeroben Fermentationsreaktor zur Verfügung stehen müssen. Andererseits ist es nachteilig, dass Holzkohleprodukte zur Verfügung gestellt werden, die wiederum einem separaten Verarbeitungs-, Vertriebs- und Verwendungskreislauf zugeführt werden müssen. Es ist auch zu erwarten, dass die Holzkohleprodukte aus der Verschmelung teerbelastet sind und somit die Holzkohleprodukte bei der Weiterverwertung hohen Umweltauflagen unterliegen.

[0006] Gemäß Anspruch 1 ist eine Kombi-Mischgasanlage zur Erzeugung von methanhaltigem Gas vorgesehen. Die Kombianlage umfasst eine Verschmelungseinrichtung (auch Pyrolyse- oder 'Holzvergaser'), in der durch thermische Prozesse Verschmelungsgase erzeugt werden. Als Ausgangsmaterial, das in der Verschmelungseinrichtung verschmolzen wird, wird kohlenstoffhaltiges Material verwendet, was sowohl organisches Material als auch

nicht-organisches Material einschließen kann. Sowohl das biologische Material wie auch das nicht-biologische Material können Abfälle und/oder Rohstoffe/-produkte sein. Die Verschmelungsgase von der Verschmelungseinrichtung werden einer nachgeschalteten Gasreinigungseinrichtung zugeführt, um die Verschmelungsgase in der Gasreinigungseinrichtung zu reinigen. Im Verschmelungsgasstrom von der Verschmelungseinrichtung zur Gasreinigungseinrichtung werden als gasförmige und/oder dampfförmige und/oder staub- bzw. feststoffförmige Verschmelungsprodukte ein oder mehrere der folgenden Verunreinigungen mitgeführt: Wasserdampf, Asche, Teer in Partikelform (als Kondensat) oder dampfförmig oder dergleichen. Die Asche oder Feststoffpartikel können organischer oder anorganischer Natur sein (beispielsweise mineralische oder kohlenstoffhaltige Asche oder Feststoffpartikel).

[0007] Mittels der Gasreinigungseinrichtung werden die Verunreinigungen vollständig oder weitgehend aus dem Verschmelungsgasstrom entfernt. Verschmelungsgas umfasst hier hauptsächlich H_2 , Methan, CO und CO_2 , kann aber auch andere Verschmelungsgase enthalten.

[0008] Die gereinigten Verschmelungsgase werden aus der Gasreinigungseinrichtung einer nachgeschalteten Fermentationseinrichtung zugeführt, um diese in ein methan- und/oder Wasserstoff-angereichertes Gas ('Biogas') umzuwandeln. Vorzugsweise wird die Fermentationseinrichtung neben dem gereinigten Verschmelungsgas mit kohlenstoffhaltigem Material beschickt (oder anderen üblichen Einsatzstoffen), das dort durch einen Fermentationsprozess unterstützt mit den gereinigten Verschmelungsgasen zu dem Methan-angereicherten Gas umgesetzt wird. Vorzugsweise ist das der Fermentationseinrichtung zugeführte Material ausschließlich organisches Material (biologische Abfälle wie land-/forstwirtschaftliche Erzeugnisse). Vorzugsweise wird die Zusammensetzung der Verschmelungsgase in der Fermentation durch die bakterielle Umsetzung so geändert, dass sich der Anteil von CH_4 zu Lasten des Anteils an H_2 und CO erhöht.

[0009] Erfindungsgemäß werden in der Gasreinigungseinrichtung Teerbestandteile (in der Dampfphase und/oder in der Feststoffphase (Teerpartikel)) aus den Verschmelungsgasen entfernt, so dass die gereinigten Verschmelungsgase frei oder weitgehend frei von Teerrückständen sind. Der Fermentationsprozess in der Fermentationseinrichtung reagiert empfindlich auf die Zufuhr von Teer, wobei der Fermentationsprozess bei zu hohem Teeranteil oder zu hoher Teerzufuhr entweder nicht optimal verläuft oder sogar die Bakterienflora an sich abgetötet wird. Daher ist es wichtig, den Teer bzw. die Teerbestandteile aus den Verschmelungsgasen zu entfernen. Weiterhin soll das Material, das aus der Ferment-

tationseinrichtung als Gärrest (eines der angestrebten Endprodukte) entfernt wird, teerfrei sein, so dass es ohne weitere Behandlung direkt weiter verwertet werden kann, beispielsweise als Dünger in der Landwirtschaft. Dies wird im ausreichenden Maße durch die Entfernung bzw. signifikante Reduzierung des Teeranteils bei der Reinigung in der Gasreinigungseinrichtung erreicht. Vorzugsweise werden die Teerbestandteile durch Umwandlung entfernt. Beispielsweise werden die Teerbestandteile in der Gasreinigungseinrichtung mit einem Lösungsmittel aufgelöst und in eine Lösungsphase überführt, bei der die Kohlenstoffketten des Teers zumindest teilweise zerlegt sind. Vorzugsweise erfolgt die Umwandlung durch Umesterung und/oder Veresterung.

[0010] Zusätzlich werden die in der Gasreinigungseinrichtung herausgefilterten bzw. zurückgehaltenen Teerbestandteile durch eine Rückfuhrleitung zwischen der Gasreinigungseinrichtung und der Verschmelzungseinrichtung in die Verschmelzungseinrichtung zurückgeführt. Die Teerbestandteile sind kohlenstoffhaltig und können daher ebenfalls als Ausgangsmaterial zur Erzeugung von Methan und CO₂ sowie anderen kohlenstoffhaltigen Gasen in der Verschmelzungseinrichtung umgesetzt werden. Es ist daher durch die Rückführung der Teerbestandteile in den Verschmelzungsprozess nicht notwendig, den Teer als Abfallmaterial einer Sondermüllbehandlung zuzuführen, sondern es wird so lange im Kreislauf zwischen Verschmelzungseinrichtung und Gasreinigungseinrichtung durchlaufen lassen, bis eine im Wesentlichen vollständige oder vollständige Umsetzung in zur Mischgaserzeugung verwertbare Verschmelzungsgaskomponenten stattgefunden hat.

[0011] Bei der erfindungsgemäßen Kombi-Mischgasanlage wird somit das ursprünglich der Verschmelzungseinrichtung zugeführte kohlenstoffhaltige Material betreffend den Kohlenstoffanteil möglichst weitgehend in Verschmelzungsgas umgesetzt, wobei die prozessbedingt Bestandteile (Störstoffe) entstehen, die in der Kombi-Mischgasanlage soweit behandelt werden, dass eine Weiterbehandlung oder Entsorgung in betriebsfremden Verwertungswegen unnötig wird. D. h. es müssen keine getrennten Verwertungswege für die Endprodukte der Verschmelzung und Gasreinigung z. B. hinsichtlich der Kohlenstoffprodukte (z. B. Holzkohle und Teer) vorgesehen werden.

[0012] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung ist die Gasreinigungseinrichtung weiterhin dazu ausgelegt, eine oder alle der folgenden Verunreinigungsbestandteile aus dem Verschmelzungsgasstrom zu entfernen oder herauszufiltern: Lösungsmittel-lösliche Stoffe (z. B. Teer wie oben beschrieben) ; Feststoffbestandteile (beispielsweise Asche), die im Verschmelzungsgasstrom von der Verschmelzungseinrichtung mitgeführt werden; wasserlösliche Stoffe,

die ebenfalls im Verschmelzungsgasstrom mitgeführt werden, wie beispielsweise wasserlösliche Gase, wasserlösliche Feststoffbestandteile oder Flüssigkeitströpfchen oder dampfförmige Phasen aus der Zersetzung in der Verschmelzungseinrichtung; Wasserdampf der vorzugsweise aufgrund der Abkühlung des Verschmelzungsgasstroms in der Gasreinigungseinrichtung auskondensiert.

[0013] Vorzugsweise ist die Gasreinigungseinrichtung dazu ausgelegt, die Temperatur des Verschmelzungsgasstromes herunter zu kühlen, so dass die kondensierbaren Gase oder die Dämpfe in der Gasreinigungseinrichtung kondensieren und so aus dem Verschmelzungsgasstrom entfernt werden. Vorzugsweise wird die aus der Abkühlung des Verschmelzungsgasstroms in der Gasreinigungseinrichtung freigesetzte Wärme als Prozesswärme genutzt und innerhalb der Kombi-Mischgasanlage weiterverwendet. Beispielsweise wird die in der Gasreinigungseinrichtung gewonnene Prozesswärme dazu verwendet, das kohlenstoffhaltige Ausgangsmaterial, das der Verschmelzungseinrichtung zugeführt wird oder ein biologisches Ausgangsmaterial, das der Fermentationseinrichtung zur Umsetzung in Mischgas zugeführt wird, vorzuwärmen und/oder zu trocknen.

[0014] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung werden in der Gasreinigungseinrichtung leicht kondensierbare Gase und/oder dampfförmige Stoffe durch Abkühlung kondensiert (siehe oben) und das Kondensat wird gleichzeitig als ausschließliches Reinigungsmedium in der Gasreinigungseinrichtung verwendet oder als Bestandteil eines Gemisches von Reinigungsmedien oder verschiedener Phasen von Reinigungsmedien in der Gasreinigungseinrichtung verwendet. Vorzugsweise ist die durch Abkühlung kondensierte Flüssigkeit ausschließlich Wasser oder überwiegend Wasser, welches dann zur Lösung von wasserlöslichen Bestandteilen aus dem Verschmelzungsgasstrom verwendet wird. Beispielsweise lassen sich Salze bzw. mineralische Bestandteile im Wasser lösen, so dass diese aus dem Verschmelzungsgasstrom in Lösung im Wasser übergehen.

[0015] Besonders vorteilhaft werden die aus dem Verschmelzungsgasstrom zurück gehaltenen oder herausgefilterten Bestandteile in verschiedene Phasen aufgetrennt (beispielsweise Lösungen wie wässrige Lösungen oder Lösungen in organischen oder anorganischen Lösungsmitteln) und/oder als Feststoffbestandteile beispielsweise mittels schwerkraftbedingter Absetzung und/oder Zyklonabscheidung oder dergleichen von den anderen Phasen getrennt. Besonders bevorzugt wird als gereinigtes Verschmelzungsgas aus der Gasreinigungseinrichtung nur noch die Gasphase derjenigen Bestandteile in die Fermentationseinrichtung überführt, die in der Gasreinigungseinrichtung weder umgesetzt, kondensiert und/oder als Feststoffe abgesetzt wurden.

[0016] Vorzugsweise weist die Reinigungseinrichtung einen Gaswäscher auf, in dem Mittels des oder eines Reinigungsmediums nicht-gasförmige Bestandteile aus dem Verschmelzungsgasstrom ausgeschieden und/oder umgesetzt werden. Vorzugsweise ist das Reinigungsmedium im Gaswäscher eine Flüssigkeit oder ein Flüssigkeitsgemisch oder der Gaswäscher arbeitet in mehreren Stufen mit jeweils unterschiedlichen Medien, vorzugsweise mit unterschiedlichen Flüssigkeiten. Ganz besonders vorteilhaft arbeitet der Gaswäscher mit Wasser als einem Lösungsmittel zum Auflösen von wasserlöslichen Bestandteilen aus dem Verschmelzungsgasstrom und/oder mit einem organischen und/oder anorganischen Lösungsmittel zum Auflösen von organischen bzw. anorganischen Bestandteilen. Wie erwähnt, kann der Gaswäscher mehrstufig sein, so dass der Verschmelzungsgasstrom zuerst in der einen Flüssigkeit (z. B. Wasser) und dann in der anderen Flüssigkeit (z. B. organisches/anorganisches Lösungsmittel) oder umgekehrt gereinigt wird. Vorzugsweise liegt das Reinigungsmedium aber als Gemisch vor, wobei dieses vorzugsweise mechanisch, hydraulisch und/oder durch die Strömung des Verschmelzungsgasstroms durchmischt wird, so dass der Verschmelzungsgasstrom mit den zumindest zwei Flüssigkeitsbestandteilen in Kontakt kommt.

[0017] Ganz besonders vorteilhaft muss bei Verwendung von Wasser als Reinigungsmedium (ausschließliches Medium oder in getrennten Stufen oder im Gemisch vorliegend) das Wasser nicht separat von Außen dem Reinigungsprozess zugeführt werden, sondern wird wie oben beschrieben durch Kondensation des im Verschmelzungsgasstrom mitgeführten Wasserdampfes gewonnen.

[0018] Gemäß einer Ausführungsform weist die Reinigungseinrichtung einen Gaswäscher (beispielsweise der Gaswäscher wie oben beschrieben) und eine getrennt vom Gaswäscher angeordnete Trenneinheit auf. Der Gaswäscher und die Trenneinheit sind über zumindest eine Fluidleitung miteinander verbunden und vorzugsweise ist das Medium zum Reinigen des Verschmelzungsgasstroms im Gaswäscher eine Flüssigkeit oder ein Flüssigkeitsgemisch (siehe oben). Diese Aufteilung hat den Vorteil, dass im Gaswäscher das Medium hydraulisch oder mechanisch betätigt mit dem Verschmelzungsgasstrom durchmischt werden kann, während das mit den vom Verschmelzungsgasstrom zu trennenden Bestandteilen angereicherte Medium in die Trenneinheit überführt wird, wo das Medium und die herausgefilterten bzw. umgesetzten Verunreinigungsbestandteile aus dem Verschmelzungsgasstrom in verschiedene Phasen bzw. Phasentypen aufgetrennt werden kann. Beispielsweise ist die Trenneinheit ein Mediumbehälter, in dem sich verschiedene Schichtungen der verschiedenen Phasen bzw. Phasentypen ausbilden.

[0019] Vorzugsweise wird in der Trenneinheit das Reinigungsmedium, das im Gaswäscher benötigt wird, oder ein Bestandteil des Reinigungsmediums, durch die Phasentrennung angereichert und zur Reinigung in den Gaswäscher zurückgeführt. Beispielsweise kann die Trenneinheit eine Auftrennung in eine flüssige Phase mit geringem Feststoffanteil und in eine flüssige Phase mit hohem Feststoffanteil herbeiführen, vorzugsweise durch schwerkraftbedingte Absetzung der Feststoffbestandteile. Weiterhin kann die flüssige Phase sich in verschiedene, nicht-mischbare Flüssigkeitsbestandteile separieren, wie beispielsweise eine oder mehrere der folgenden Flüssigkeiten: organisches Lösungsmittel, anorganisches Lösungsmittel, Öl und Wasser.

[0020] Besonders vorteilhaft ist die Trenneinheit mittels einer Zirkulationseinheit mit dem Gaswäscher so verbunden, dass zwischen diesen ein Medium-Fluidkreislauf herstellbar ist. Beispielsweise sind der Gaswäscher und die Trenneinheit mit zumindest zwei Fluidleitungen verbunden, wobei die Zuleitung in die Trenneinheit und die zumindest eine Rückleitung von der Trenneinheit in verschiedenen Höhen so ausgebildet sind, dass das vom Gaswäscher zugeführte Reinigungsmedium in eine Trennzone zugeleitet wird, während die zumindest eine Leitung von der Trenneinheit zum Gaswäscher in einer Höhe angeordnet ist, so dass angereichertes bzw. in der Trenneinheit abgetrenntes Reinigungsmedium oder ein Teil des Reinigungsmediums oder eine der Flüssigkeiten bei einem Gemisch eines Reinigungsmediums in den Gaswäscher zurückgeführt wird. Vorzugsweise ist zumindest eine Pumpe vorgesehen, mittels der das zurückgeführte und/oder das in die Trenneinheit zufließende Medium umgepumpt wird.

[0021] Die Kombi-Mischgasanlage weist vorzugsweise eine Fluidleitung, insbesondere eine Flüssigkeits-Leitung, zwischen der Trenneinheit und der Fermentationseinrichtung auf. Vorzugsweise wird mittels der Fluid- oder Flüssigkeitsleitung eine in der Trenneinheit ausgeschiedene, wässrige Lösung in die Fermentationseinrichtung überführt. Vorzugsweise wird die wässrige Lösung mittels einer Pumpe von der Reinigungseinheit zur Fermentationseinrichtung gefördert. Die wässrige Lösung kann darin gelöste, wasserlösliche Stoffe und/oder Feststoffbestandteile aufweisen, die bei der Reinigung des Verschmelzungsgasstroms in der Reinigungseinrichtung abgetrennt bzw. ausgefiltert wurden. Durch vorzugsweise vollständiges Überführen der wässrigen Lösung von der Reinigungseinrichtung in die Fermentationseinrichtung werden die gelösten, wasserlöslichen Stoffe und/oder Feststoffbestandteile 'entsorgt'. Zum Anderen wird aus der Reinigungseinrichtung mit der wässrigen Lösung vorzugsweise Wasser, das sich aufgrund der Kondensation aus dem Verschmelzungsgasstrom in der Reinigungseinrichtung anreichert, ebenfalls 'entsorgt' und dient gleichzeitig in der Fer-

mentationseinrichtung als einer der Stoffe zur Anreicherung bzw. Erzeugung des Mischgases in der Fermentationseinrichtung. Bei der vollständigen Überführung der wässrigen Lösung werden mineralische Stoffe in der Fermentationseinrichtung angereichert, so dass die aus der Fermentationseinrichtung nach der Fermentation entnommenen Abfallprodukte (organischer Dünger bzw. Gärreste) neben dem umgesetzten biologischen Dünger auch einen hohen mineralischen Anteil aufweisen. Alternativ oder zusätzlich kann die wässrige Lösung auch aus der Reinigungseinrichtung entnommen werden, so dass die wässrige Lösung als Dünger (mineralhaltiger Dünger) in der Landwirtschaft verwertbar ist.

[0022] Vorzugsweise ist das Lösungsmittel wasserunlöslich und eine 'Durchmischung' in einer Mischphase kommt – zumindest in einem Gaswäscher der Gasreinigungsvorrichtung – nur durch aktive Durchmischung zustande. Besonders vorteilhaft wird als Reinigungsmedium in der Gasreinigungseinrichtung, vorzugsweise im Gaswäscher, ein organisches Lösungsmittel eingesetzt. Wie oben bereits erwähnt, kann das Lösungsmittel – abgesehen von den aus dem Verschmelzungsgasstrom herausgefilterten Verunreinigungen – in reiner Form vorliegen, vorzugsweise arbeitet die Gasreinigungseinrichtung aber mit einem Gemisch verschiedener Medien, das das organische Lösungsmittel enthält. Das Gemisch ist vorzugsweise das organische Lösungsmittel gemischt mit dem Wasser, das vorzugsweise aus dem Verschmelzungsgasstrom kondensiert wurde. Vorzugsweise ist das organische Lösungsmittel organisches Öl, wie Methylester oder Rapsmethylester (RME).

[0023] Da das verwendete Fluid in der vorzugsweisen Ausgestaltung bei Trennung zwischen Gaswäscher und Trenneinheit in einem geschlossenen Kreislauf rezykliert wird, wird nach der Erstbefüllung der Reinigungseinrichtung nur eine geringe weitere Zufuhr von Lösungsmittel (organisches und/oder anorganisches) notwendig sein. Beim laufenden Betrieb, bei dem das Lösungsmittel hauptsächlich beim Umsetzen von in den Verschmelzungsgasen mitgeführten Teerbestandteilen aufgebraucht wird (bei dem aber auch ein Teil des organischen Lösungsmittels entweder durch die Rückführung in die Verschmelzungseinrichtung und/oder die Weiterleitung nach der Austrennung vom Gas in die Fermentationseinrichtung ausgetragen wird), ist der Nachfüllbedarf an Lösungsmittel gering. Es ist daher zu erwarten, dass außer den kohlenstoffhaltigen Ausgangsstoffen, die in die Verschmelzungseinrichtung zugeführt werden, und/oder den ggf. rein organischen Ausgangsmaterialien, die der Fermentationseinrichtung zugeführt werden, keine oder nicht nennenswerte, zusätzliche Betriebsstoffe erforderlich sind.

[0024] Bei dem Verfahren gemäß Anspruch 9 kommen die oben beschriebenen Elemente bzw. Pro-

zessschritte einzeln oder in beliebiger Kombination zum Einsatz, so dass die oben beschriebenen Merkmale entsprechend einzeln oder in beliebiger Kombination für das Verfahren zutreffen. Sowohl bei der Mischgasanlage als auch beim Verfahren können die unten beschriebenen Elemente bzw. Prozessschritte einzeln oder in beliebiger Kombination hinzugefügt werden.

[0025] Vorteilhaft werden beim Reinigungsschritt aus den Verschmelzungsgasen in der Reinigungseinrichtung sowohl die im Gasstrom mitgeführten Teerbestandteile in eine Lösungsmittelphase überführt und/oder die mineralischen und wasserlöslichen im Verschmelzungsgas mitgeführten Bestandteile in eine wässrige Phase überführt, wodurch der Gasstrom weitgehend gereinigt ist.

[0026] Vorzugsweise werden die aus den Verschmelzungsgasen entfernten wasserlöslichen Bestandteile und Feststoffe dem Fermenter zugeführt.

[0027] Ein Ausführungsbeispiel einer Kombi-Biogasanlage ist in [Fig. 1](#) zur Erläuterung der Erfindung schematisch dargestellt.

[0028] Die in [Fig. 1](#) dargestellte Kombi-Biogasanlage weist die Hauptkomponenten Pyrolyзатор bzw. Vergaser **2**, Gasreiniger **4** und Fermenter **10** auf. Im Pyrolyзатор **2** wird kohlenstoffhaltiges Ausgangsmaterial (hier zugeführt in Form einer Materialzufuhr **21**) thermisch zersetzt. Das kohlenstoffhaltige Ausgangsmaterial kann biologisches Material sein, oder nicht-biologisches, kohlenstoffhaltiges Material, wie Plastikabfälle oder sonstige Mineralöl-basierende Abfälle, sowie ein Gemisch hiervon. Dies hat den Vorteil, dass die Kombi-Biogasanlage sowohl landwirtschaftliche als auch nicht-landwirtschaftliche Abfälle thermisch verwerten kann.

[0029] Im Pyrolyзатор **2** entstehen Verschmelzungsgase, die prozessbedingt nicht nur die verwertbaren Gase wie H_2 , CO , CO_2 und CH_4 enthalten, sondern auch in dieser Form nicht-verwertbare Bestandteile wie Asche, Dämpfe (einschließlich Wasserdampf), Ruß und Teerpartikel. Das Verschmelzungsgas plus die Verunreinigungsbestandteile werden vom Pyrolyзатор **2** über eine Verschmelzungsgasleitung **20** in einen Gaswäscher **6** des Gasreinigers **4** zugeführt. In weiterer Ausgestaltung wird der ungefilterte Verschmelzungsgasstrom vor dem Einleiten in den Gasreiniger **4** zunächst einer Partikelabscheidung zugeführt, beispielsweise in einem Zyklonabscheider. Im Gaswäscher **6** werden das Verschmelzungsgas und die mitgeführten Verunreinigungsbestandteile in eine Waschlösung geleitet und vorzugsweise mit dieser durch hydraulische oder mechanische Betätigung durchmischt. Beispielsweise ist im Gaswäscher ein Rührwerk vorgesehen oder es sind nicht dargestellte Umwälzleitungen, die eine intensive Durchmischung

von Verschmelzungsgas und Waschlösung bewirken, vorgesehen.

[0030] Im Gaswäscher **6** kommt es zu einer Abkühlung des Verschmelzungsgases durch den Kontakt mit der Waschlösung **a** und die dabei anfallende Prozesswärme kann der Waschlösung **a** wieder entzogen und beispielsweise zum Trocknen der kohlenstoffhaltigen Ausgangsmaterialien **21** für den Verschmelzungsprozess oder zum Trocknen der vorzugsweise biologischen Ausgangsstoffe **31** des Fermenters **10** oder für andere Prozesse verwendet werden. Vorzugsweise wird der Verschmelzungsgasstrom im Gasreiniger **4**, insbesondere im Gaswäscher, auf unter 100°C abgekühlt, so dass der Wasserdampf im Verschmelzungsgasstrom kondensiert. Die im Gaswäscher **6** gereinigten Verschmelzungsgase werden über eine Gasleitung **22** in den Fermenter **10** eingeleitet. Vorzugsweise ist eine Gaspumpe **44** vorgesehen, mit der am Gaswäscher **6** ein Unterdruck zum Absaugen der Gase erzeugt wird, wobei sich der Unterdruck über die Verschmelzungsgasleitung **20** vorzugsweise fortsetzt, so dass mittels der Gaspumpe **44** auch die Verschmelzungsgase aus dem Pyrolyikator **2** abgesaugt werden.

[0031] Über eine Ablaufleitung **24**, die vorzugsweise im unteren Bereich oder am untersten Bodenbereich des Gaswäschers **6** angeordnet ist und so auch schwerkraftbedingte Ausfällprodukte abführt, wird die mit Verunreinigungen angereicherte Waschlösung **a** in einen Trennbehälter **8** des Gasreinigers **4** überführt. Der Trennbehälter **8** ist vorzugsweise so dimensioniert und eingerichtet, dass die zugeführte, mit Verunreinigungsbestandteilen beladene Waschlösung **b** nur einer geringen Strömung bzw. Verwirbelung unterliegt, so dass sich aus der belasteten Waschlösung **b** schwerkraftbedingt verschiedene, untereinander nicht-lösliche Flüssig- bzw. Feststoffphasen ausbilden. Die belastete Waschlösung **b** ist so wie sie vom Gaswäscher **6** zugeführt wird, eine Mischung aus Feststoffen bzw. Feststoffpartikeln, Wasser, einer wässrigen Lösung mit wasserlöslichen, herausgefilterten Bestandteilen, Lösungsmittel und einer flüssigen Lösungsphase mit im Lösungsmittel gelösten Bestandteilen. Diese trennen sich innerhalb des Trennbehälters **8** auf. Die Feststoffe sinken schwerkraftbedingt nach unten ab und setzen sich am Boden ab bzw. sie scheiden sich dort als eine Schichtung von Wasser mit sehr hohem Feststoffanteil aus, wodurch sich eine Feststoffangereicherte Phase **f** bildet. Darüber ist die wässrige Lösungsphase **e** bzw. Wasser, welches sich im Gaswäscher **6** durch Kondensation von im Verschmelzungsgasstrom mitgeführten Wasserdampf gebildet hat. Oberhalb der belasteten Waschlösung **b** bildet sich eine Lösungsphase **c** des organischen Lösungsmittels, in dem die teerhaltigen Verunreinigungsbestandteile aufgelöst sind. Über der teerhaltigen Lö-

sungsphase **c** bildet sich das angereicherte organische Lösungsmittel **d** mit vermindertem Teeranteil.

[0032] Wenn hier von Trennung und 'Schichtung' gesprochen wird, so bedeutet dies nicht, dass sich innerhalb des Trennbehälters **8** scharfe Phasengrenzen bilden müssen, sondern es sind in der Regel fließende Übergänge zwischen den Schichtungen, zwischen denen sich die Dichte bzw. Konzentration graduell ändert. Vor allem in Hinsicht darauf, dass im Trennbehälter keine statische, dauerhafte Trennung möglich ist, sondern aufgrund der Umwälzung zwischen Wäscher **6** und Trennbehälter **8** stets eine dynamische Grenze verläuft. Die Schichtung ist auch von daher dynamisch, da beispielsweise durch Verunreinigungen bei Veränderung des Ausgangsmaterials im Pyrolyikator **2**, durch Temperaturänderungen oder durch diskontinuierliches Entnehmen oder Zuführen von Flüssigkeit eine Verschiebung der Höhenlage der Schichtung erfolgt. Es ist darauf hinzuweisen, dass auch für eine Anpassung der Kombi-Biogasanlage an unterschiedliche Größen, Prozessgeschwindigkeiten und/oder Ausgangsmaterialien die Zone bzw. die Höhe im Behälter **8**, in der Flüssigkeiten zugeführt oder entnommen werden, in Abhängigkeit der Gegebenheiten angepasst werden müssen. Die Höhe der Zu- oder Ableitung kann beispielsweise prozessbedingt verändert werden oder sie kann so dimensioniert werden, dass nach der individuellen Anpassung auf die Standardprozessbedingungen die Entnahme der gewünschten Phase in der entsprechenden Höhe aus dem Behälter **8** im Wesentlichen oder die meiste Betriebsdauer über gewährleistet ist.

[0033] Aus dem Trennbehälter **8** wird die Phase, in der sich das organische Lösungsmittel **d** anreichert über eine Lösungsmittelleitung **26** entnommen und dem Gaswäscher **6** zugeführt. Vorzugsweise wird die Zirkulation aus Waschlösung **a** und organisches Lösungsmittel **d** durch eine Umwälzpumpe **42** unterstützt, die vorzugsweise in der Lösungsmittelleitung **26** angeordnet oder dieser zugeordnet ist, so dass aus dem Behälter **8** das organische Lösungsmittel **d** entnommen und dem Wäscher zugeführt wird.

[0034] Die wässrige Phasen **b**, **e** und **f** bestehen aus mineralischen Aschepartikeln, organischen Fettsäuren, Aldehyden, Ketonen, Phenolen und Stickstoff- und Schwefelhaltigen Verbindungen, die in dieser Zusammensetzung weder als organischer Dünger zugelassen ist, noch als Abwasser einer kommunalen Kläranlage zugeführt werden kann. Diese wässrigen (Kondensat)Phasen würden bei herkömmlichen Biogasanlagen aufwändig aufgearbeitet werden müssen. In der erfindungsgemäßen Kombi-Biogasanlage werden die Phasen **e** und **f** (zu einem vorzugsweise geringen Anteil auch die Phase **b**) über die Leitung **30** dem Biogasfermenter **10** zugeführt. Die Anaerobflora des Fermenters ist bei den Fermentertemperaturen um 40°C in kurzer Zeit in der Lage, die

Inhaltsstoffe nicht nur abzubauen, sondern darüber hinaus aus diesen Stoffen noch Methan (CH₄) zu produzieren.

[0035] In vorteilhaften Ausgestaltungen wird die Zufuhr der Phasen e und/oder f wie folgt vorgenommen: Vorzugsweise am unteren Ende des Behälters **8** ist eine Absetzleitung **30** angesetzt, mittels der die wässrige Lösungsphase angereichert mit den Feststoffen f aus dem Trennbehälter **8** entnommen und dem Fermenter **10** zugeführt wird. Mit der Feststoff-angereicherten Phase f wird einerseits das für den Fermentationsprozess benötigte Wasser dem Fermenter **10** zugeführt und andererseits werden die Feststoffe, die in der Regel mineralische Stoffe sind, aus dem Trennbehälter **8** 'entsorgt'. Durch die Zufuhr der Feststoff-angereicherten Phase f in den Fermenter **10** werden dort die Abfallprodukte um mineralische Substanzen angereichert, so dass dem Fermenter **10** als ein Endprodukt eine mineralisch/organisch-angereicherte Lösung entnommen werden kann. Alternativ oder im Mischbetrieb – je nach Anforderung – kann die Feststoff-angereicherte Phase f auch über eine Feststoffleitung **38** entnommen werden, wobei die Feststoff-angereicherte Phase f nach weiterer Aufbereitung beispielsweise als (mineralhaltiger) Dünger verwendet werden kann. In diesem Fall wird dann über die optionale Leitung **36** für wässrige Lösung die wässrige Lösungsphase e aus dem Trennbehälter **8** entnommen und weiter über die Absetzleitung **30** dem Fermenter **10** zugeführt. In der wässrigen Lösungsphase e sind neben dem Wasser wasserlösliche Bestandteile, die aus dem Schwelungsgasstrom vom Pyrolysatoren **2** ausgefiltert wurden, enthalten.

[0036] Als weitere Alternative können die Feststoffe, die sich in der Feststoff-angereicherten Phase f angereichert haben, mittels eines optionalen Feststofffilters **34** ausgefiltert werden, so dass über die Absetzleitung **30** wiederum nur oder im Wesentlichen nur die wässrige Lösungsphase e dem Fermenter **10** zugeführt wird. Vorzugsweise wird das Entnehmen der Feststoff-angereicherten Phase f und/oder der wässrigen Lösungsphase e durch eine Pumpe **46** für wässrige Lösung unterstützt.

[0037] Mittels einer Teerlösungsleitung **28** wird aus dem Trennbehälter **8** die teerhaltige Lösungsphase c in der Höhe entnommen, in der sich diese durch den Absetzprozess anreichert, und wird dem Pyrolysatoren **2** zugeführt. Vorzugsweise wird die Entnahme der teerhaltigen Lösungsphase c durch eine Teerlösungspumpe **40** unterstützt. Durch das Rückführen der teerhaltigen Lösungsphase c in den Pyrolysatoren **2** ergibt sich für die Teer- bzw. teerhaltigen Produkte ein Kreislauf zwischen Pyrolysatoren **2** und Gasreiniger **4** mit dem Ergebnis, dass der im Teer gebundene Kohlenstoff nicht in den Fermenter **10** überführt wird und stattdessen durch die wiederholte Behandlung im Pyrolysatoren **2** umgesetzt (beispielsweise ge-

crackt) wird, bis der Kohlenstoff in gasförmiger Form (z. B. CH₄, CO₂, CO) vorliegt. Dies erhöht einerseits die Ausbeute an kohlenstoffhaltigem Gas und vermindert auf der anderen Seite die Menge der Teerprodukte, die als Sondermüll entsorgt werden müssen oder die möglicherweise den Fermentationsprozess im Fermenter **10** ungünstig beeinflussen bzw. abtöten. Vorzugsweise hat die teerhaltige Lösungsphase c ihren Sättigungspunkt erreicht. Vorzugsweise wird die dem Pyrolysatoren **2** zugeführte teerhaltige Lösungsphase c mittels eines Einspritzmechanismus eingespritzt oder mit dem Ausgangsmaterial des Pyrolysatoren vermischt und der Vergasungsreaktion zugeführt. In der Oxidationszone des Pyrolysatoren werden die höheren molekularen C-Verbindungen (Teere) thermisch ge-crackt.

[0038] In der Kombi-Biogasanlage werden dem Fermenter **10** die wässrige Lösungsphase e und/oder die Feststoffangereicherte Phase f über die Leitung **30** zugeführt, das gereinigte Schwelungsgas über die Leitung **22**. Vorzugsweise wird dem Fermenter über eine Biomassezuführung **31** Biomasse zugeführt. Alternativ kann der Fermenter auch eine methanogene Fermentation durchführen, wie sie beispielsweise für den Fermenter in der EP 1 118 671 A1 beschrieben ist. Das durch den Fermentationsprozess im Behälter **10** entstandene Methangas (Biogas) vermischt sich im Kopfraum des Fermenters mit dem über die Leitung **22** eingetragenen und nicht zu Methan metabolisierten Schwelgas (Produktgas) zu einem Mischgas, das über eine Leitung **32** entnommen wird. Das durch den Fermentationsprozess mit brennbaren Gasen angereicherte Mischgas (Biogas) wird über eine Biogasleitung **32** entnommen. Beispielsweise wird das Mischgas oder ein Teil des Mischgases einem Blockheizkraftwerk **50** oder einer anderen gasbetriebenen Einrichtung über eine Leitung **54** zugeführt.

[0039] Vorzugsweise werden die Abgase des Blockheizkraftwerkes **50** bzw. der gasgetriebenen Anlage über eine Abgasleitung **52** zumindest teilweise in den Pyrolysatoren **2** zugeführt, so dass der Sauerstoffanteil während des thermischen Prozesses im Pyrolysatoren reduziert und somit auch im Pyrolysatoren **2** bereits eine Verschiebung des Gleichgewichts in Richtung höherem Methananteil zu Lasten des CO im CO₂-Anteils verschoben wird.

[0040] Als Endprodukt wird dem Fermenter **10** über einen Austrag **33** Gärrest entnommen, der als organischer Flüssigdünger der Düngemittelverordnung entspricht und somit landwirtschaftlich verwertet werden kann. Falls die Feststoff-angereicherte Phase f und/oder die Phase e ebenfalls in den Fermenter **10** zugeführt wird (s. o.) ist der Gärrest noch mit mineralischen Endprodukten angereichert.

[0041] Der Inhalt des Gaswäschers **6** umfasst bei dem beschriebenen Ausführungsbeispiel ein Gemisch als Waschlösung **a** aus dem organischen Lösungsmittel **d** und Wasser, das durch die Abkühlung des Verbrennungsgasstroms und durch die Kondensation des Wasserdampfes gewonnen wurde. Im organischen Lösungsmittel und Wasser lösen sich durch den Kontakt mit dem ungereinigten Verschmelzungsgasstrom die wasserlöslichen und mittels des organischen Lösungsmittels löslichen Verunreinigungsbestandteile im Flüssigkeitsgemisch der Waschlösung **a** auf. Weiterhin werden die Schwebstoffe wie Asche, Teerpartikel und dergleichen in der Waschlösung **a** zurückgehalten. Die belastete Waschlösung **b** wird in den Trennbehälter **8** überführt und dort schwerkraftbedingt in verschiedene Höhenzonen aufgetrennt. Alternativ kann anstelle der Schwerkraft auch eine Phasentrennung mittels mechanisch wirkender Schwerkraftdekanter zum Einsatz kommen, beispielsweise durch Vorsehen eines Zyklons oder einer Schleuder.

[0042] Das nach der Trennung wiederum angereicherte (also gereinigte) organische Lösungsmittel **d** wird zurückgeführt, während das Wasser vorzugsweise dem Fermenter **10** zugeführt wird. Alternativ oder zusätzlich kann das Wasser bzw. die wässrige Lösungsphase **e** auch dem Pyrolysator **2** gesteuert zugeführt werden, wobei das gesteuert zugeführte Wasser bzw. die wässrige Lösung **e** zum Abkühlen des Verbrennungsprozesses und damit zur Temperaturregelung im Pyrolysator **2** verwendet werden kann.

[0043] Vorzugsweise umfassen die biologischen Ausgangsstoffe für den Pyrolysator **2** und/oder für den Fermenter **10** nachwachsende Rohstoffe und/oder organische Abfälle. Vorzugsweise werden dem Pyrolysator **2** solche organischen Rohstoffe zugeführt, die für eine Vergärung in einer Biogasanlage ungeeignet sind.

36	opt. Leitung wässrige Lösung
38	Feststoffleitung
40	Teerlösungspumpe
42	Umwälzpumpe
44	Gaspumpe
46	Pumpe für wässrige Lösung
50	Blockheizkraftwerk
52	Abgasleitung
54	Verbraucherleitung
a	Waschlösung
b	belastete Waschlösung
c	teerhaltige Lösungsphase
d	organisches Lösungsmittel
e	wässrige Lösungsphase
f	Feststoff-angereicherte Phase

Bezugszeichenliste

2	Pyrolysator
4	Gasreiniger
6	Gaswäscher
8	Trennbehälter
10	Fermenter
20	Verschmelzungsgasleitung
21	Materialzufuhr
22	Gasleitung
24	Ablaufleitung
26	Lösungsmittelleitung
28	Teerlösungsleitung
30	Absetzleitung
31	Biomassezufuhr
32	Biogasleitung
33	Düngeratragleitung
34	opt. Feststofffilter

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- EP 1118671 A1 [[0002](#), [0005](#), [0038](#)]

Patentansprüche

1. Kombi-Mischgasanlage zur Erzeugung von Wasserstoff- und/oder methanhaltigem Gas, die aufweist:

eine Verschmelungseinrichtung (2), insbesondere einen Vergasungsreaktor, zur Erzeugung von Verschmelungsgasen,

eine der Verschmelungseinrichtung (2) nachgeschaltete Gasreinigungseinrichtung (4) zur Reinigung der Verschmelungsgase, und

eine der Gasreinigungseinrichtung (4) nachgeschaltete Fermentationseinrichtung (10) zur Umsetzung der gereinigten Verschmelungsgase in angereichertes Wasserstoff- und/oder methanhaltiges Gas,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Gasreinigungseinrichtung (4) dazu ausgelegt ist, Teerbestandteile (c) aus den Verschmelungsgasen zu entfernen, und

dass zwischen der Gasreinigungseinrichtung (4) und der Verschmelungseinrichtung (2) eine Rückführleitung (28) verläuft, mit der die Teerbestandteile (c) von der Gasreinigungseinrichtung (4) in die Verschmelungseinrichtung (2) zurückleitbar sind.

2. Kombi-Mischgasanlage nach Anspruch 1, wobei die Gasreinigungseinrichtung (4) weiterhin dazu ausgelegt ist, Feststoffbestandteile (f) und/oder wasserlösliche Stoffe (e) und/oder Wasserdampf aus den Verschmelungsgasen zu entfernen, insbesondere mittels einer Phasentrennung die Feststoffbestandteile (f) und/oder die wasserlöslichen Stoffe (e) und/oder den Wasserdampf aus den Verschmelungsgasen auszusondern.

3. Kombi-Mischgasanlage nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Reinigungseinrichtung (4) einen Gaswäscher (6) mit einem Medium (a) zum Aussondern der nicht-gasförmigen Bestandteile aus dem Verschmelungsgasstrom aufweist, insbesondere zum Lösen der Teerbestandteile (c) und/oder zum Lösen der wasserlöslichen Stoffe (e) und/oder zum Ausfällen der Feststoffbestandteile (f) und/oder zum Kondensieren von Wasserdampf aus den Verschmelungsgasen aufweist.

4. Kombi-Mischgasanlage nach Anspruch 1, 2 oder 3, wobei die Reinigungseinrichtung (4) eine vorzugsweise separat vom Gaswäscher (6) angeordnete Trenneinheit (8) aufweist, in der sich die aus dem Verschmelungsgasstrom ausgesonderten, nicht-gasförmigen Bestandteile in verschiedene Phasen trennen, wobei sich insbesondere eine teerhaltige Lösungsmittelphase (c) vom Medium (a) des Gaswäschers (6) trennt und/oder in der sich die ausgefällten Feststoffbestandteile (f) absetzen oder ausfällen und/oder sich kondensiertes Wasser vom Medium trennt und/oder sich eine wässrige Lösung (e) von wasserlöslichen nicht-gasförmigen Bestandteilen vom Medium trennt.

5. Kombi-Mischgasanlage nach Anspruch 3 oder 4, wobei der Gaswäscher (6) und die oder eine Trenneinheit (8) so fluid miteinander kommunizieren, insbesondere über Leitungen (24, 26) so miteinander verbunden sind, dass ein Medium-Fluidkreislauf zwischen Gaswäscher und Trenneinheit hergestellt ist, wobei insbesondere das durch die Gaswäsche unreinigte Medium (a) dem Gaswäscher (6) entnommen und der Trenneinheit (8) zugeführt wird und gereinigtes Medium (d) der Trenneinheit (8) entnommen und dem Gaswäscher zugeführt wird.

6. Kombi-Mischgasanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei zwischen der Reinigungseinrichtung (4), insbesondere zwischen der Trenneinheit (8), und der Fermentationseinrichtung (10) eine Leitung (30) zum Zuführen einer wässrigen Lösung mit darin gelösten, wasserlöslichen Stoffen (e) und/oder Feststoffbestandteilen (f) aus der Reinigungseinrichtung (8) in die Fermentationseinrichtung (10) verläuft.

7. Kombi-Mischgasanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Gasreinigungseinrichtung (4), insbesondere der Gaswäscher (6), zumindest teilweise mit einem vorzugsweise organischen Lösungsmittel (d) gefüllt ist, insbesondere mit einem organischen Öl, mit Methylester oder mit Rapsmethylester (RME).

8. Kombi-Mischgasanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Fermentationseinrichtung (10) dazu ausgelegt ist, Biomasse aufzunehmen, um daraus zusammen mit dem gereinigten Verschmelungsgas und/oder den Feststoffbestandteilen (f) und/oder der wässrigen Lösung mit darin gelösten, wasserlöslichen Stoffen (e) das Wasserstoff- und/oder methanhaltige Gas zu erzeugen.

9. Verfahren zur Erzeugung von Wasserstoff- und/oder methanhaltigem Gas in einer Kombi-Mischgasanlage, insbesondere in einer Kombi-Mischgasanlage nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Kombi-Bioanlage aufweist:

eine Verschmelungseinrichtung (2), insbesondere einen Vergasungsreaktor,

eine der Verschmelungseinrichtung (2) nachgeschaltete Gasreinigungseinrichtung (4), und

eine der Gasreinigungseinrichtung (4) nachgeschaltete Fermentationseinrichtung (10);

und wobei das Verfahren die Schritte aufweist:

thermische Behandlung von kohlenstoffhaltigem Material in der Verschmelungseinrichtung (2) zur Erzeugung von Verschmelungsgasen,

Einleitung der Verschmelungsgase von der Verschmelungseinrichtung (2) in die Reinigungseinrichtung (4),

Reinigung der Verschmelungsgase in der Reinigungseinrichtung (4), wobei die Reinigungseinrichtung zumindest die im Verschmelungsgasstrom von

der Verschmelungseinrichtung mitgeführten Teerbestandteile (c) aus dem Verschmelungsgasstrom entfernt,

Zuführen der gereinigten Verschmelungsgase in die Fermentierungseinrichtung (10) zur Umsetzung der gereinigten Verschmelungsgase in angereichertes Wasserstoff- und/oder methanhaltiges Gas, und Rückführung der aus den Verschmelungsgasen entfernten Teerbestandteile (c) zur Verschmelungseinrichtung (2).

10. Verfahren nach Anspruch 9, wobei in der Reinigungseinrichtung (4) ein vorzugsweise organisches Lösungsmittel (d) als Reinigungsmedium zum Überführen der Teerbestandteile in eine teerhaltige Lösungsmittelphase (c) eingesetzt wird, wobei insbesondere die teerhaltige Lösungsmittelphase (c) der Verschmelungseinrichtung (2) zugeführt wird.

11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, wobei das Reinigen der Verschmelungsgase weiterhin das Kondensieren des im Verschmelungsgasstrom mitgeführten Wasserdampfes, das Überführen von im Verschmelungsgasstrom mitgeführten wasserlöslichen Bestandteilen in eine wässrige Lösung (e), und/oder das Abscheiden von im Verschmelungsgasstrom mitgeführten Feststoffen (f) umfasst.

12. Verfahren nach Anspruch 9, 10 oder 11, wobei die wässrige Lösung (e) mit den wasserlöslichen Bestandteilen der Fermentierungseinrichtung (10) zugeführt wird, und/oder die abgeschiedenen Feststoffe (f) ausgefiltert und/oder der Fermentierungseinrichtung (10) zugeführt werden.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

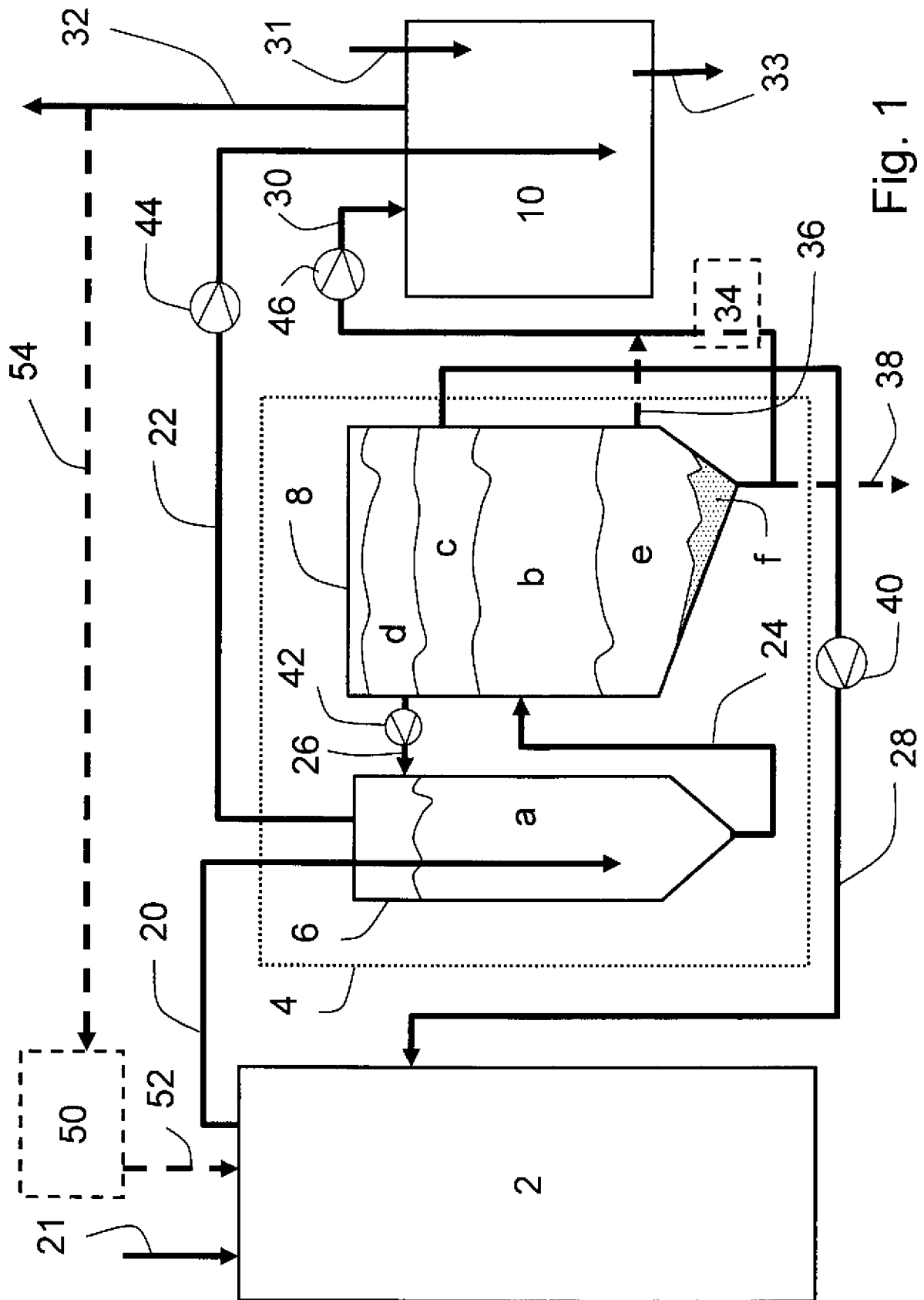


Fig. 1