



(10) **DE 10 2012 110 596 A1** 2014.05.08

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2012 110 596.0**

(22) Anmeldetag: **06.11.2012**

(43) Offenlegungstag: **08.05.2014**

(51) Int Cl.: **B01F 3/02 (2006.01)**

(71) Anmelder:  
**Klos, Holger, Dr., 81541, München, DE**

(72) Erfinder:  
**gleich Anmelder**

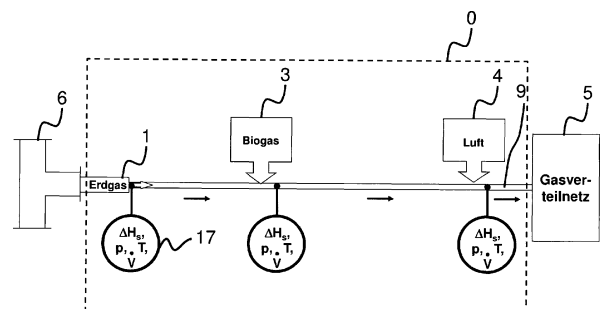
(74) Vertreter:  
**Keilitz & Söllner, Partnerschaft, 81675, München,  
DE**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Der Inhalt dieser Schrift weicht von den am Anmeldetag eingereichten Unterlagen ab.

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zum Bereitstellen eines Gasgemischs**

(57) Zusammenfassung: Kern der vorliegenden Erfindung ist ein Verfahren, dass mittels einer oder mehrerer Gasmischanlagen ein Gasgemisch aus z.B. Erdgas und wenigstens einem anderen Gas, vorzugsweise ein aus regenerativen Energiequellen stammendes Brenngas am Ausgang der gesamten Gasmischanlage vorliegt und der Wert oder der Wertebereich des Brennwertes sowie insbesondere der Wobbe-Index dieses Gasgemisches konstant gehalten wird. Bei Ausfall einer, mehrerer oder aller regenerativen Brenngasströme bleibt die Gasversorgung in dem zu versorgenden Gasversorgungsgebiet weiterhin gewährleistet. Darüber hinaus werden bevorzugte technische Ausführungsformen für Gasmischeinrichtungen beschrieben, die wenigstens zwei zu mischende Gasströme, z.B. einen Grundgasstrom wie Erdgas einem zweiten Gasstrom wie Biogas mischen. Die Gasmischung liegt nach der Gasmischeinrichtung als homogenes Gasgemisch vor.



**Beschreibung**

## Stand der Technik

**[0001]** Aus dem Stand der Technik ist bekannt, dass aufbereitetes Biogas, bekannt auch als Biomethan mit und ohne LPG (Liquefied Petroleum/Propane Gas) als Austauschgas, oder Zusatzgas (Definition gem. den technischen Arbeitsblättern G 260 und G262 des DVGW (Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches)) ins öffentliche Erdgasnetz eingespeist werden. Aufbereitetes Biogas als Austauschgas enthält gemäß Stand der Technik einen Methangehalt von  $\geq 95$  Mol.-%. Weitere Gase wie z.B. LNG (liquified natural gas) werden z.B. heute Schiffen nach Rotterdam geliefert und in Erdgasnetze eingespeist. Wasserstoff kann gemäß der geltenden technischen Richtlinien nur in geringen Mengen ins öffentliche Erdgasnetz eingespeist werden.

**[0002]** Diese Einspeisung wird heute unter anderem über gesetzliche Regelungen, wie der Gasnetzzugangsverordnung und den technischen Regeln des DVGW's geregelt. Regenerativ erzeugte Brenngase können nicht ohne weiteres in öffentliche Gasversorgungsnetze eingespeist werden.

**[0003]** Erdgas z.B. aus Russland, oder den Anrainerstaaten der Ost- und Nordsee wird über Ferngastransportleitungen nach Deutschland transportiert und dann im deutschen Gastransportnetz von Gastransportunternehmen weiter transportiert. Aus diesem Gastransportnetz beziehen dann die regional und überregional arbeitenden Gasnetzbetreiber ihr Gas und verteilen es in Ortstransportnetzen und Verteilnetzen weiter. Der Haushaltskunde erhält dabei sein Gas aus Ortsverteilnetzen, insbesondere von Stadtwerken und regionalen Energieversorgern. Industriekunden und Industrie- / Gewerbegebiete sind oftmals auch an das Netz überregionaler Energieversorgern angeschlossen.

**[0004]** Schon heute bestehen lokale Brennwertbezirke in der öffentlichen Gasversorgung, in denen der Brennwert abweicht vom Referenzbrennwert des regional oder überregional tätigen Netzbetreibers.

**[0005]** In der Vergangenheit waren die Brennwerte der zu transportierenden Brenngase im Erdgasnetz verhältnismäßig stabil. In jüngerer Vergangenheit schwanken die Brennwerte der transportierten Brenngase immer häufiger {GWF12} und mit einer größeren Bandbreite. Dies führt unter anderem zu Problemen bei den Energieabrechnungen und zu ungewünschten Betriebszuständen bei Gasgeräten von Endkunden. Darüber hinaus ist bekannt, dass auch die Brennwerte von regenerativ erzeugten Gasen, wie z. B. Biogas, stark schwanken können. Unter Biogas wird u.a. Gas aus Biomasse, Klärgas, Deponiegas und Grubengas verstanden.

**[0006]** Für viele Gasendgeräte im privaten, gewerblichen und industriellen Bereich ist ein stabiler Gas-Brennwert beziehungsweise stabiler Wobbe-Index des Brenngases von Vorteil. Je besser ein Gas-Endgerät auf einen stabilen Wobbe-Index eingestellt, ist umso verbrauchsärmer können die Gas-Endgeräte betrieben werden. Gleiches gilt z.B. für die Generierung von umweltschädlichen  $\text{NO}_x$ -Verbindungen, deren Konzentration in der Abluft der Gas-Endgeräte umso größer ist, je ungünstiger die Einstellwerte, wie z.B. Wobbe-Index und Luftzahl aufeinander abgestimmt sind {GWF08}.

**[0007]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Vorrichtung zu schaffen, mit dem bzw. der ein Gasgemisch aus einem Brenngas und wenigstens einem anderen Gas, vorzugsweise einem regenerativ erzeugten Gas, mit einem stabilen Brennwert bereitzustellen.

**[0008]** Gelöst wird diese Aufgabe gemäß der Erfindung durch die im Patentanspruch 1 und 11 angegebenen Merkmale. Weitere Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand von Unteransprüchen.

**[0009]** Gemäß der Erfindung wird ein Verfahren zum Bereitstellen eines Gasgemischs aus Erdgas und wenigstens einem anderen Gas in einem Gasnetz mit folgenden Schritten vorgeschlagen:

- Mischen des Brenngases mit wenigstens einem zweiten Gas (**2–4, 7, 8**),
- Ermitteln des Brennwertes oder eines damit proportionalen Werts (Wobbe-Index) des Gasgemischs (**9**) und
- Regeln des Brennwertes oder des proportionalen Werts (Wobbe-Index) des Gasgemischs (**9**) auf einen vorgegebenen Wert oder Wertebereich durch Variation der Zugabemenge des Brenngases oder wenigstens eines zweiten Gases.

**[0010]** Durch das Mischen des Brenngases mit wenigstens einem zweiten Gas und das Regeln des Brennwertes des Gasgemischs auf einen vorgegebenen Wert oder Wertebereich kann ein Gasgemisch mit einem stabilen Brennwert bereitgestellt werden.

**[0011]** Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung ist das Brenngas vorzugsweise Erdgas. Weitere Gase wie z.B. LNG (liquefied natural gas) oder LPG können als Ersatz für den Grundgasstrom bestehend aus Erdgas ganz oder teilweise ersetzen.

**[0012]** Das zugemischte bzw. eines der zugemischten Gase kann z. B. reinen Wasserstoff oder Biogas oder Gasgemische dieser Gase enthalten. Werden z.B. Brenngase wie Erdgas, Wasserstoff und gereinigtes Biogas mit den Brennwerten (Erdgas z.B. 11, 2 kWh/Nm<sup>3</sup>; Wasserstoff 3,3 kWh/Nm<sup>3</sup>/h; gereinigtes Biogas z.B. 5,75 kWh/Nm<sup>3</sup>) gemischt, können stabile Brennwerte des Mischgases gezeugt werden. Dies

gilt insbesondere dann, wenn kleinere Brenngasmen- gen aus erneuerbaren Energiequellen mit größeren Erdgasmen- gen gemischt bzw. dem Erdgas zuge- mischt werden. Nutzt man Biogas oder gereinigtes Biogas für eine Zumischung in einen Grundgasstrom anstelle von aufbereitetem Biogas (Biomethan), kann man sich gegebenenfalls auch Energie, technische Komponenten, Baugruppen, Einrichtungen und damit Kosten sparen, um Biogas auf z.B. größer 95 Vol.-% Methangehalt aufzukonzentrieren und dann ins Erd- gasnetz direkt einzuspeisen.

**[0013]** Das zweite Gas kann auch Luft, Stickstoff oder Kohlendioxid enthalten oder eine beliebige Kombination dieser Gase. Die Konzentration der ge- nannten Gase kann auch 100 % betragen.

**[0014]** Das zweite Gas kann alternativ oder zusätz- lich auch Erdgas, flüssiges Erdgas (engl. LNG) oder Flüssiggas (engl. LPG) enthalten, oder eine beliebige Kombination dieser Gase.

**[0015]** Das zweite Gas kann grundsätzlich ebenfalls ein Brenngas oder ein brenntechnisch inertes Gas sein, wie z.B. Luft, Stickstoff oder Kohlendioxid. Un- ter gastechnisch inerten Gasen wird dabei verstan- den, dass diese Gase unter konventionellen Verbren- nungsprozessen, in der Regel mit Oxidationsmitteln wie Sauerstoff keiner oder nur einer geringfügigen Oxidationsreaktion unterliegen.

**[0016]** Gemäß einer speziellen Ausführungsform der Erfindung wird das Brenngas mit mehreren weite- ren Gasen gemischt, wobei die Zugabemenge eines oder mehrerer der zugegebenen Gase und/oder die Brenngasmenge geregelt werden kann. Es können auch einzelne Gasströme ungeregelt in die Anlage einströmen, wobei aber dann die weiteren Gasströme in Bezug auf den ungeregelten Gasstrom, oder die ungeregelten Gasströme geregelt werden müssen.

**[0017]** Wird die Gasmischanlage, die auch Teil einer Gasdruck, -Regel- und Messstation, oder einer Bio- gas-Einspeiseanlage sein kann, z.B. zwischen einem vorgelagerten Gasversorgungsnetz und einem ge- schlossenen Gasverteilnetz errichtet, wird das nach- folgende Gasnetz mit einem Brenngasgemisch aus z.B. Erdgas und Brenngasen aus regenerativen En- ergiequellen versorgt, das einen stabilen Wobbe-Index aufweist. So können auch kleinere Gasmengen regenerativ erzeugter Brenngase regional erzeugt und genutzt werden.

**[0018]** Sofern das z.B. Erdgas mit mehreren weite- ren Gasen gemischt wird, die dem Gasstrom nach- einander zugegeben werden, wird vorzugsweise als erstes Gas dasjenige Gas mit dem höchsten Brenn- wert, gefolgt von einem oder mehreren weiteren Ga- sen mit jeweils niedrigerem Brennwert im Vergleich zum zuvor zugemischten Gas oder im Vergleich zum

vorherigen Brennwert des Grundgasstromes zuge- geben. Beispielsweise kann ein Biogasstrom aus vorzugsweise gereinigtem Biogas mit einem Brenn- wert von 5,75 kWh/Nm<sup>3</sup>, einem Erdgasstrom mit ein- em Brennwert von 11,2 kWh/m<sup>3</sup> zugemischt. Ggfs. wird nachfolgend noch ein Luftstrom zugemischt. Die Menge des Biogas-Volumenstroms und des Luftvo- lumenstroms, aber auch des Grundgasstroms (z.B. Erdgas) wird so geregelt, dass ein relativ konstan- ter Brennwert bzw. ein dem Brennwert proportionaler Wert, wie z. B. der Wobbe-Index, am Ende der Gas- mischanlage vorliegt.

**[0019]** Gemäß einer speziellen Ausführungsform der Erfindung wird das Brenngas mit einem wasser- stoffhaltigen Gas oder Biogas sowie mit Luft oder ein- em stickstoffhaltigen Gas gemischt, und der Brenn- wert oder ein dazu proportionaler Wert (Wobbe-Index) des Gasgemischs durch Variation der Zugabe- menge eines oder mehrerer der genannten zugege- benen Gase geregelt. So kann z. B. Erdgas mit Holz- gas sowie mit Luft gemischt werden. Unter Holzgas wird dabei ein Synthesegas aus der thermischen Ver- gasung von Biomasse, wie z. B. Holz oder organi- schen Materialien, wie Kunststoffen, verstanden.

**[0020]** Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren bzw. der Vorrichtung wird der Brennwert vorzugsweise auf einen Wert zwischen 5 kWh/Nm<sup>3</sup> und 12 kWh/ Nm<sup>3</sup>, vorzugsweise auf Werte zwischen 9,8 kWh/Nm<sup>3</sup> und 11,2 kWh/Nm<sup>3</sup> und insbesondere auf etwa 10, 6 kWh/Nm<sup>3</sup> geregelt. Es ist z. B. vorstellbar, dass ei- ne Brenngasmischung hergestellt wird aus 50 Vol.-% Erdgas, 45 Vol.-% Biogas (Methangehalt 52 Vol.-%, Kohlendioxidgehalt: ~48 Vol.-%) und 5 Vol.-% Was- serstoff. Es ergibt sich dann rechnerisch für eine sol- che Gasmischung ein Brennwert von ca. 8,3 kWh/m<sup>3</sup>.

**[0021]** Gemäß der Erfindung wird auch eine Vor- richtung zum Bereitstellen eines Gasgemischs (im Folgenden Gasmischvorrichtung) aus einem in ei- ner Hauptleitung strömenden Brenngas und wenig- tens einem in einer Zuführleitung strömenden ande- ren Gas vorgeschlagen, bei der die Zuführleitung in die Hauptleitung hinein ragt und einen Endabschnitt aufweist, der in Strömungsrichtung des Brenngases oder eines Gasgemisches orientiert ist, wobei der Endabschnitt der Zuführleitung ferner eine Verwirbelungseinrichtung aufweist. Durch die spezielle Anord- nung der Zuführleitung und die am Ende der Zuführ- leitung vorgesehene Verwirbelungseinrichtung kann ein besonders homogenes Gasgemisch erzeugt wer- den.

**[0022]** Die Verwirbelungseinrichtung besteht vor- zugsweise aus mindestens einem Gasverwirbelungs- körper, z.B. einem Prallblech, aus einer Halterungs- einrichtung für diesen Gasverwirbelungskörper so- wie ggfs. aus einem zweiten, nachfolgenden weiteren Gasverwirbelungskörper. Die Verwirbelungseinrich-

tung ist so ausgestaltet, dass eine Gasvermischung möglichst schnell und in einem möglichst kleinen Volumen erfolgt.

**[0023]** Gemäß einer alternativen Ausführungsform kann die Verwirbelungseinrichtung einen Verwirbelungskegel und eine Halterungseinrichtung für den Verwirbelungskegel umfassen. Die Halterungseinrichtung besteht z.B. aus zwei Rundstäben, die den Verwirbelungskegel mit dem Gaszuführrohr stabil und vibrationsarm verbindet. Der Verwirbelungskegel besteht vorzugsweise aus vollem Metall und besitzt auf seiner Oberfläche Gasführungslinien. Die Gasführungslinien verlaufen vorzugsweise drallförmig mit zunehmendem Abstand der Drallkanten von der Kegelspitze zur Kegelkante des Kegelmantels, ähnlich dem Aufbau des Presskegels einer Zitronenpresse.

**[0024]** Gemäß einer speziellen Ausführungsform der Erfindung umfasst die Gasmischvorrichtung wenigstens zwei Verwirbelungseinrichtungen, die gleicher oder unterschiedlicher Bauart sein können. Eine erste Verwirbelungseinrichtung kann z. B. wie vorstehend beschrieben ausgeführt sein. Eine zweite Verwirbelungseinrichtung kann z.B. als Lochblech, Blech mit Löchern oder als Geflecht bzw. Netz ausgebildet sein.

**[0025]** Gemäß der Erfindung kann der Flussquerschnitt im Bereich der Gasmischvorrichtung oder danach der Rohrdurchmesser des Gasrohres größer sein als vor der Gasmischvorrichtung, um zum einen das zusätzliche Gasvolumen des zweiten Gasstromes aufzunehmen, ohne dass sich der Gasdruck im System wesentlich erhöht und zum anderen die Homogenisierung des Gasgemisches zu unterstützen.

**[0026]** Die Gasmischvorrichtung kann auch einen Sensor zum Messen des Brennwertes oder eines damit proportionalen Werts (Wobbe-Index) des Gasgemischs (9) aufweisen. Geeignete Sensoren sind aus dem Stand der Technik hinlänglich bekannt.

**[0027]** Darüber hinaus kann die Gasmischvorrichtung einen Regler zum Regeln des Brennwertes oder des proportionalen Werts (Wobbe-Index) des Gasgemischs (9) auf einen vorgegebenen Wert oder Wertebereich aufweisen. Das Stellglied der Regelung kann beispielsweise ein Ventil sein, mit dem der Volumenstrom eines zugeführten Gases geregelt wird.

**[0028]** Die erfindungsgemäße Gasmischvorrichtung ist vorzugsweise ein Bestandteil einer übergeordneten Gasmischanlage, in der Brenngase und weitere Gase gemischt werden. Die Gasmischanlage kann z. B. Druckregeleinrichtungen, Messeinrichtungen für die eichamtliche Messung von Brenngasen und sonstige Bauelemente und Baugruppen aufweisen. Eine Gasmischanlage umfasst vorzugsweise eine oder mehrere Gasmischstrecken. Eine Gasmischstrecke

besteht mindestens aus einer Gasmischvorrichtung und ggfs. aus einer oder mehreren Gasmesseinrichtungen. Die Gasmischanlage kann dabei als seriell oder parallel Mischanlage oder als Kombination aus seriell und parallel aufgebauten sein.

**[0029]** Die Erfindung wird nachstehend anhand der beigefügten Zeichnungen beispielhaft näher erläutert. Es zeigen:

**[0030]** Fig. 1 eine schematische Seitenansicht einer Gasmischanlage gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung, bei der ein Erdgas zuerst mit Biogas und nachfolgend mit Luft gemischt wird;

**[0031]** Fig. 2 eine schematische Seitenansicht einer Gasmischanlage gemäß einer zweiten Ausführungsform der Erfindung, bei der Erdgas zuerst mit Biogas, nachfolgend mit Wasserstoff und dann danach folgend mit Luft gemischt wird;

**[0032]** Fig. 3 eine schematische Seitenansicht einer Gasmischanlage gemäß einer dritten Ausführungsform der Erfindung, bei der Erdgas zuerst mit Biomethan, danach mit Biogas, danach mit Holzgas, danach mit Wasserstoff und dann danach folgend mit Luft gemischt wird;

**[0033]** Fig. 4 eine schematische Seitenansicht einer speziellen vierten Ausführungsform einer Gasmischanlage gemäß der Erfindung, bei der Erdgas sequentiell mit mehreren regenerativ erzeugten Brenngasen und am Ende mit Luft gemischt wird;

**[0034]** Fig. 5 drei Tabellen mit jeweils einer speziellen Gasmischung, die bezüglich ihrer chemischen Gaszusammensetzungen unterschiedlich sind, aber bezüglich ihres errechneten Brennwertes alle drei gleich sind;

**[0035]** Fig. 6 eine schematische Seitenansicht einer ersten Gasmischeinrichtung in der zwei zu mischende Gasströme; ein Grundgasstrom aus Erdgas und ein Biogasstrom mit Hilfe einer Gasverwirbelungseinrichtung gemischt werden;

**[0036]** Fig. 7 eine spezielle Ausführungsform einer zweiten Gasmischeinrichtung in der zwei zu mischende Gasströme; ein Grundgasstrom aus Erdgas und ein Biogasstrom mit Hilfe einer Gasverwirbelungseinrichtung gemischt werden. Die Gasverwirbelungseinrichtung besteht aus einer ersten Einheit in der ein Verwirbelungskegel eingebaut ist und einer zweiten Einheit, die als Lochblech ausgestaltet ist.

**[0037]** Die schwarzen Pfeile in Fig. 1–Fig. 4 und in Fig. 6–Fig. 7 zeigen die Strömungsrichtung des Gases oder der Gase bzw. der Gasmischung an.

**[0038]** In Fig. 1–Fig. 4 ist nachfolgender Grundsachverhalt gleich, weshalb den Figurenbeschreibungen Fig. 1–Fig. 4 die folgende Beschreibung vorangestellt wird:

Erdgas **1** wird aus Erdgasnetz **6** entnommen und in die Gasmischanlage eingespeist. Am Anfang der Gasmischanlage und nach jeder Gaszumischung wird der Gasdruck, die Gastemperatur, der Volumenstrom und der Brennwert des Erdgas-Gasstromes bzw. der jeweils erzeugten Gasmischung gemessen **17**. Am Ende der Gasmischanlage weist das homogene Gasgemisch **9** einen definierten Brennwert oder Brennwert mit einem bestimmten Wertebereich auf. Das Gasgemisch **9** wird in ein Gasverteilnetz **5**, oder allgemeiner Gasnetz eingespeist.

**[0039]** Fig. 1 zeigt eine schematische Seitenansicht einer Gasmischanlage **0** gemäß einer Ausführungsform der Erfindung, bei der ein Erdgasstrom **1** zuerst mit Biogas **3** und dann nachfolgend mit Luft **4** gemischt wird.

**[0040]** Erfindungsgemäß wird der Brennwert konstant gehalten. Hierzu werden alle Gasströme hinsichtlich ihrer jeweiligen Art und Menge untereinander und zueinander in der Gasmischanlage geregelt.

**[0041]** Fig. 2 zeigt eine schematische Seitenansicht einer Gasmischanlage gemäß einer Ausführungsform der Erfindung, bei der ein Erdgasstrom **1** zuerst mit Biogas **3**, nachfolgend mit Wasserstoff **2** und dann danach folgend mit Luft **4** gemischt wird.

**[0042]** Fig. 3 zeigt eine schematische Seitenansicht einer Gasmischanlage gemäß einer Ausführungsform der Erfindung, bei der ein Erdgasstrom **1** zuerst mit Biomethan **7**, danach mit Biogas **3**, danach mit Holzgas **8**, danach mit Wasserstoff **2** und dann danach folgend mit Luft **4** gemischt wird. Der Brennwert bzw. der Wobbe-Index des Holzgases liegt in diesem Fall zwischen dem höheren Brennwert des Biogases und dem niedrigeren Brennwert des Wasserstoffs.

**[0043]** Gemäß Fig. 3. und Fig. 4 kann z.B. auch Biomethan (auf Erdgasqualität aufbereitetes Biogas; mit oder ohne LPG) oder aus Synthesegas aus z.B. der Holzvergasung, hier Holzgas genannt, zugemischt werden, um einen definierten Brennwert oder -Wertebereich im Gasgemisch zu erzeugen.

**[0044]** Fig. 4 zeigt eine schematische Seitenansicht einer speziellen Ausführungsform einer Gasmischanlage der Erfindung, bei der ein Erdgasstrom **1** zuerst mit Biomethan **7** gemischt wird. Danach wird das Biomethan-Erdgas-Gasgemisch mit einer Gasmischung aus Biogas **3** und Wasserstoff **2** gemischt. Anschließend wird dann dieses neue Gasgemisch mit Holzgas **8** und dann danach folgend mit Luft **4** gemischt.

**[0045]** Fig. 5 zeigt beispielhaft drei Tabellen, die jeweils eine spezielle Gasmischung betreffen, wobei die Gasmischungen bezüglich ihrer chemischen Gaszusammensetzungen unterschiedlich, aber bezüglich ihres errechneten Brennwertes alle drei gleich sind. Die einzelnen Gaskomponenten einer Gasmischung sind in Volumenprozent als Einheit angegeben. Die Brennwerte in den drei Tabellen sind in Kilowattstunden pro Normkubikmeter als Einheit angegeben.

**[0046]** Gemäß Fig. 5, Tabelle 1 wird eine Brenngasmischung aus 89,9 Vol.-% Erdgas, 10 Vol.-% gereinigtem Biogas (Methangehalt ~52 Vol.-%, Kohlendioxidgehalt: ~48 Vol.-%) und 0,1 Vol.-% Wasserstoff gemischt. Eine solche Gasmischung hat rechnerisch einen Brennwert von ca. 10,65 kWh/Nm<sup>3</sup>. Erdgas aus Russland hat heute einen Brennwert von ca. 11,2 kWh/m<sup>3</sup> {GWF12}, wohingegen der Brennwert von Wasserstoff bei 3,3 kWh/m<sup>3</sup> liegt. Setzt man an, dass der Methangehalt im gereinigten Biogas 52 Vol.-% bzw. 52 Mol.-% beträgt, ergibt sich rechnerisch ein Brennwert von 5,75 kWh/Nm<sup>3</sup>; unter der Maßgabe, dass der Brennwert von 100 Vol.-% methanhaltigem Gas 11,061 kWh/Nm<sup>3</sup> beträgt und die verbleibenden 48 Vol.-% aus z.B. Kohlendioxid bestehen.

**[0047]** Tabelle 2 in Fig. 5 zeigt ein Brenngasgemisch, das aus ca. 95,1 Vol.-% Erdgas, 4,8 Vol.-% Luft und 0,1 Vol.-% Wasserstoff besteht und einen Brennwert von 10,65 kWh/Nm<sup>3</sup> aufweist.

**[0048]** Ein höherer Erdgasanteil im Gasgemisch, wie in Fig. 5, Tabelle 3 von ca. 95,1 Vol.-% gewährleistet eine sichere Gasversorgung im Gasversorgungsgebiet auch bei Ausfall eines regenerativen Brenngases, z.B. beim Ausfall eines Biogasstromes, kann so ein Brenngemisch aus 95,1 Vol.-% Erdgas und 4,9 Vol.-% Luft mit einem Brennwert von ca. 10,65 kWh/Nm<sup>3</sup> ins Gasversorgungsgebiet eingespeist werden. Bei der Inbetriebnahme oder bei Störungen in der Bereitstellung von einem oder mehrerer Gasvolumenströmen, die aus den regenerativen Energiequellen, wird ebenfalls die vorbeschriebene Gasmischung erzeugt.

**[0049]** Fig. 6 zeigt eine schematische Seitenansicht einer Gasmischeinrichtung, bestehend aus einem Rohr **10**, in dem Erdgas **1** als Grundgasstrom geführt wird und aus einem Gaszuführrohr **11**, in dem ein Biogasstrom **3** dem Grundgasstrom zugeführt wird und bestehend aus einer Gasverwirbelungseinrichtung **12** und **13**.

**[0050]** Die Gasverwirbelungseinrichtung **20** umfasst ein Prallblech **12** und eine Halterungseinrichtung **13** für das Prallblech. Die Halterungseinrichtung umfasst zwei Befestigungsstäbe **13**, die das Prallblech **12** mit dem Gaszuführrohr **11** verbinden. Die Halterungseinrichtung verbindet die Gasverwirbelungseinrichtung

fest und vibrationsarm mit dem Gaszuführrohr. Nach der Gasmischeinrichtung liegt eine homogene Gas-mischung **16** vor. Die Gasmesseinrichtung **17** misst die relevanten brenntechnischen, physikalisch-chemischen Parameter. Die Messeinrichtungen in der **Fig. 6** und **Fig. 7** messen z.B. den Gasdruck, die Gas-temperatur, den Volumenstrom und den Brennwert des Gasgemisches.

**[0051]** Die Gasmesseinrichtungen können aber auch an einem anderen Einbauort der Gasmischanlage eingebaut werden, z.B. nach dem Eingangs- oder vor dem Ausgangsflansch der Gasmischanlage.

**[0052]** **Fig. 7** zeigt eine spezielle Ausführungsform einer Gasmischeinrichtung, bestehend aus einem Rohr **10** in dem Erdgas **1** als Grundgasstrom geführt wird und aus einem Gaszuführrohr **11** in dem ein Biogasstrom **3** dem Grundgasstrom zugeführt wird und bestehend aus einer Gasverwirbelungseinrichtung **20a** und **20b**.

**[0053]** Die Gasverwirbelungseinrichtung **20a** umfasst einen Verwirbelungskegel **14** und eine Halterungseinrichtung **13** für den Verwirbelungskegel. Die Halterungseinrichtung umfasst zwei Befestigungsstäbe **13**, die den Verwirbelungskegel **14** mit dem Gaszuführrohr **11** stabil verbinden. Der Verwirbelungskegel ist einstückig ausgebildet und hat auf seiner Oberfläche Gasführungslinien. Die Gasführungslinien laufen drallförmig, mit zunehmendem Abstand der Drallkanten von der Kegelspitze zur Kegelkante des Kegelmantels. Zu der vorliegenden speziellen Ausführungsform gehört ebenfalls eine Gasverwirbelungseinrichtung **20b** mit einem Lochblech **15**. Das Lochblech **15** ist mit dem Rohr **10** und **10a** gasdicht verbunden. Der Rohrdurchmesser **10a** nach dem Lochblech ist größer als der Rohrdurchmesser **10** und vergrößert somit den Volumenraum des Gasgemisches nach der Gaszumischung. Nach der Gasmischeinrichtung und nach dem Lochblech liegt eine homogene Gas-mischung **16** vor. Die Gasmesseinrichtung **17** misst die relevanten brenntechnischen, physikalisch-chemischen Parameter.

**[0054]** Alle eingesetzten Materialien gemäß dieser Erfindung weisen korrosionsarme Eigenschaften auf bzw. sind korrosionsbeständig. Insbesondere der Verwirbelungskegel und die Halteeinrichtung der Gasverwirbelungseinrichtung bestehen aus Metall oder aus Kunststoff.

#### Veröffentlichungen / Literatur:

{GWF12}  
P. Nitschke-Kowsky, J. Schenk, P. Schley, K. Altfeld; Gasbeschaffenheit in Deutschland: Was zum Wobbe-Index gesagt werden muss; gwf-Gas/Erdgas, Juni 2012, Fachberichte, S. 2–7  
{GWF08}

P. Nitschke-Kowsky, H. Radtke, W. Weßling; Auswirkungen von Gasbeschaffenheitsänderungen auf den Brennerbetrieb in haushaltlichen Heizgeräten; Sonderdruck GWF-Gas/Erdgas, 149, 2008, S. 396–411

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Bereitstellen eines Gasgemischs (**9**) aus einem Brenngas (**1**) und wenigstens einem anderen Gas (**2–4, 7, 8**) für Gasnetze (**5**), gekennzeichnet durch folgende Schritte:

- Mischen des Brenngases mit wenigstens einem zweiten Gas (**2–4, 7, 8**),
- Ermitteln des Brennwertes oder eines damit proportionalen Werts (Wobbe-Index) des Gasgemischs (**9**) und
- Regeln des Brennwertes oder des proportionalen Werts (Wobbe-Index) des Gasgemischs (**9**) auf einen vorgegebenen Wert oder Wertebereich durch Variation der Zugabemenge des Brenngases oder wenigstens eines zweiten Gases.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Brenngas (**1**) Erdgas ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein zweites Gas Wasserstoff oder ein Biogas enthält.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein zweites Gas Luft ist oder Stickstoff oder Kohlendioxid enthält.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein zweites Gas Erdgas oder flüssiges Erdgas (engl. LNG) oder Flüssiggas (engl. LPG) enthält.

6. Verfahren **dadurch gekennzeichnet**, dass das zweite Gas (**2–4, 7, 8**) ebenfalls ein Brenngas oder ein brenntechnisch inertes Gas (**4**) ist.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Brenngas (**1**) mit mehreren weiteren Gasen (**2–4, 7, 8**) gemischt wird, wobei die Zugabemenge eines oder mehrerer der zugegebenen Gase (**2–4, 7, 8**) oder die Brenngasmenge geregelt wird.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Brenngas (**1**) mit mehreren weiteren Gasen (**2–4, 7, 8**) gemischt wird, wobei als erstes Gas (**2–4, 7, 8**) dasjenige Gas (**2–4, 7, 8**) mit dem höchsten Brennwert, gefolgt von einem oder mehreren weiteren Gasen (**2–4, 7, 8**) mit jeweils niedrigerem Brennwert zugegeben wird.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Brenngas (1) mit einem wasserstoffhaltigen Gas oder Biogas sowie mit Luft oder einem stickstoffhaltigen Gas gemischt, und der Brennwert oder ein dazu proportionaler Wert (Wobbe-Index) des Gasgemischs (9) durch Variation der Zugabemenge eines oder mehrerer der genannten zugegebenen Gase geregelt wird.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Brennwert auf einen Wert zwischen  $5 \text{ kWh/Nm}^3$  und  $12 \text{ kWh/Nm}^3$ , vorzugsweise auf Werte zwischen  $9,8 \text{ kWh/Nm}^3$  und  $11,2 \text{ kWh/Nm}^3$  und insbesondere auf etwa  $10,6 \text{ kWh/Nm}^3$  geregelt wird.

11. Vorrichtung zum Bereitstellen eines Gasgemischs (9) aus einem in einer Hauptleitung (10) strömenden Brenngas (1) und wenigstens einem in einer Zuführleitung (11) strömenden anderen Gas (2-4, 7, 8), **dadurch gekennzeichnet**, dass die Zuführleitung (11) in die Hauptleitung (10) hinein ragt und einen Endabschnitt aufweist, der in Strömungsrichtung des Brenngases (1) oder eines Gasgemisches orientiert ist, und dass am Endabschnitt der Zuführleitung (11) eine Verwirbelungseinrichtung (12, 14) vorgesehen ist.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Sensor zum Messen des Brennwertes oder eines damit proportionalen Werts (Wobbe-Index) des Gasgemischs (9) vorgesehen ist.

13. Vorrichtung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Regler zum Regeln des Brennwertes oder des proportionalen Werts (Wobbe-Index) des Gasgemischs (9) auf einen vorgegebenen Wert oder Wertebereich vorgesehen ist.

Es folgen 7 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

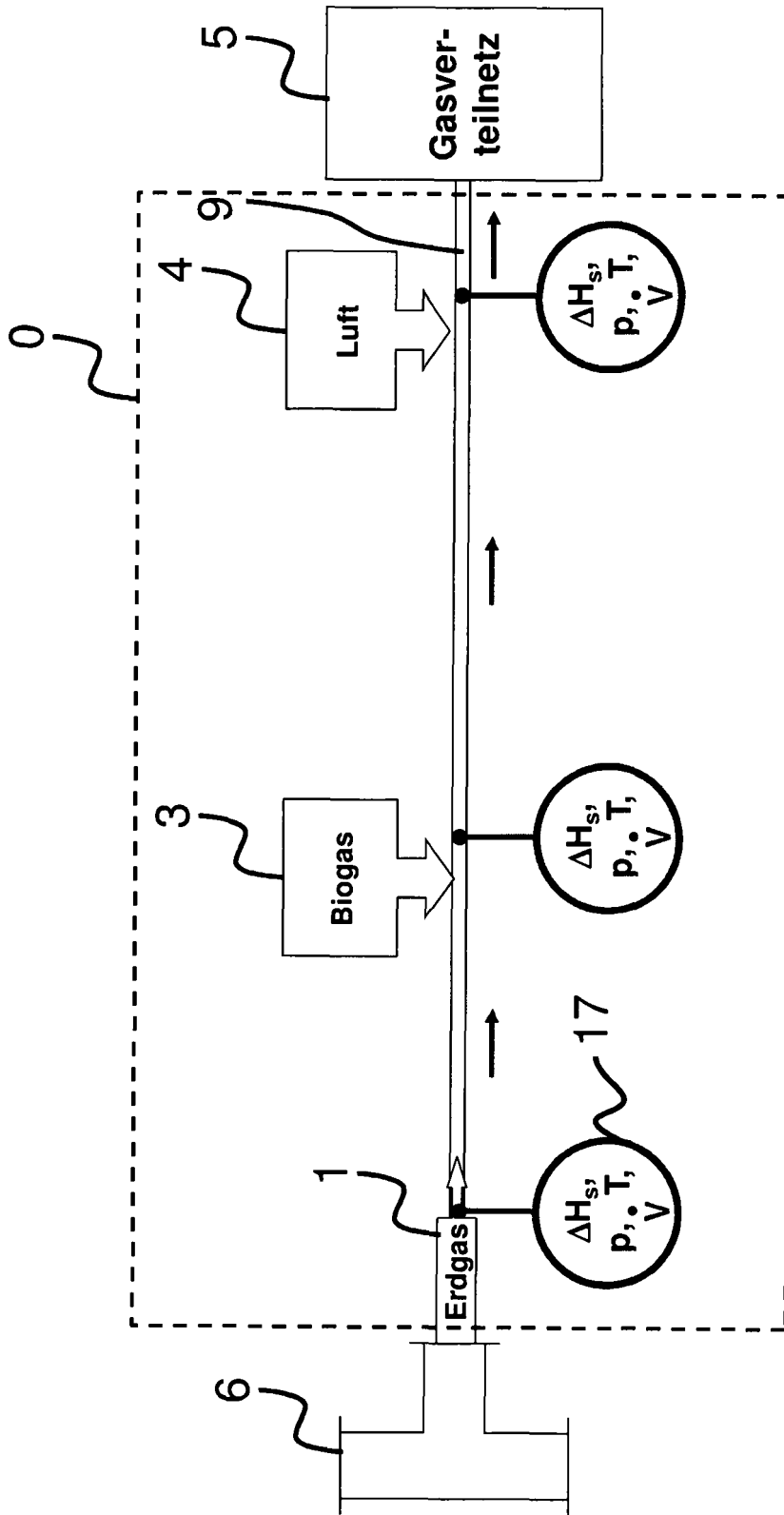


Fig. 1



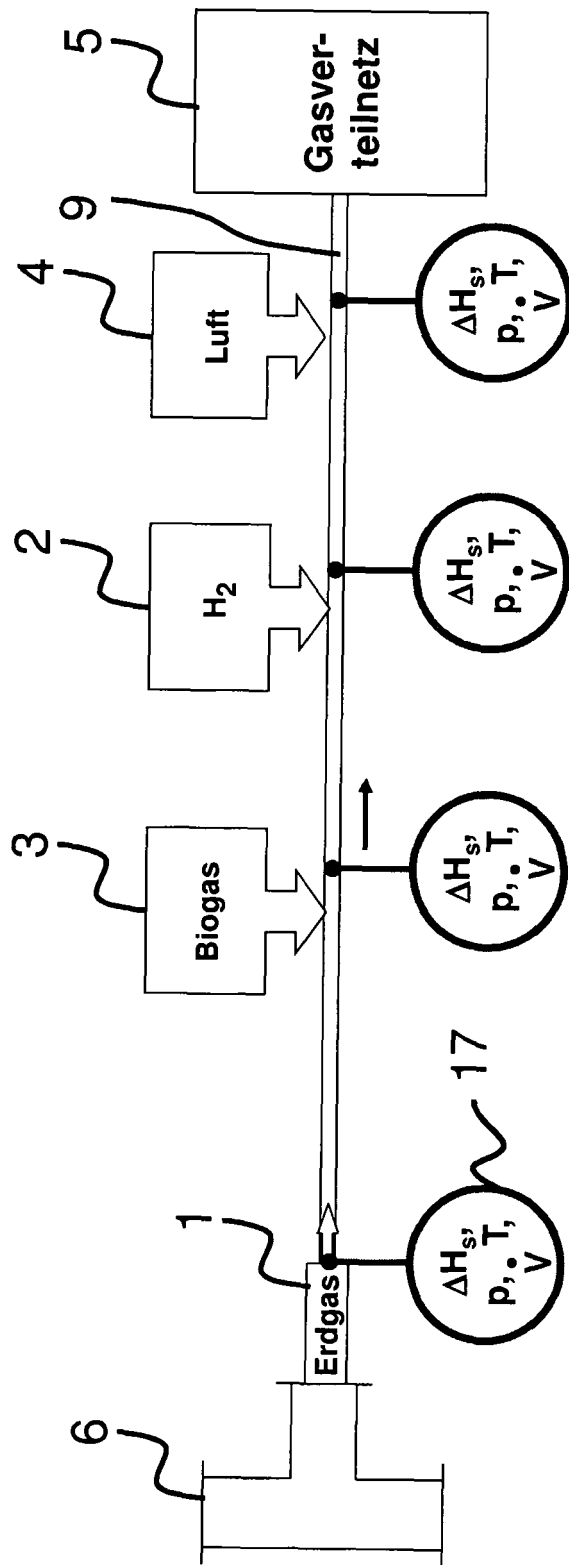


Fig. 2

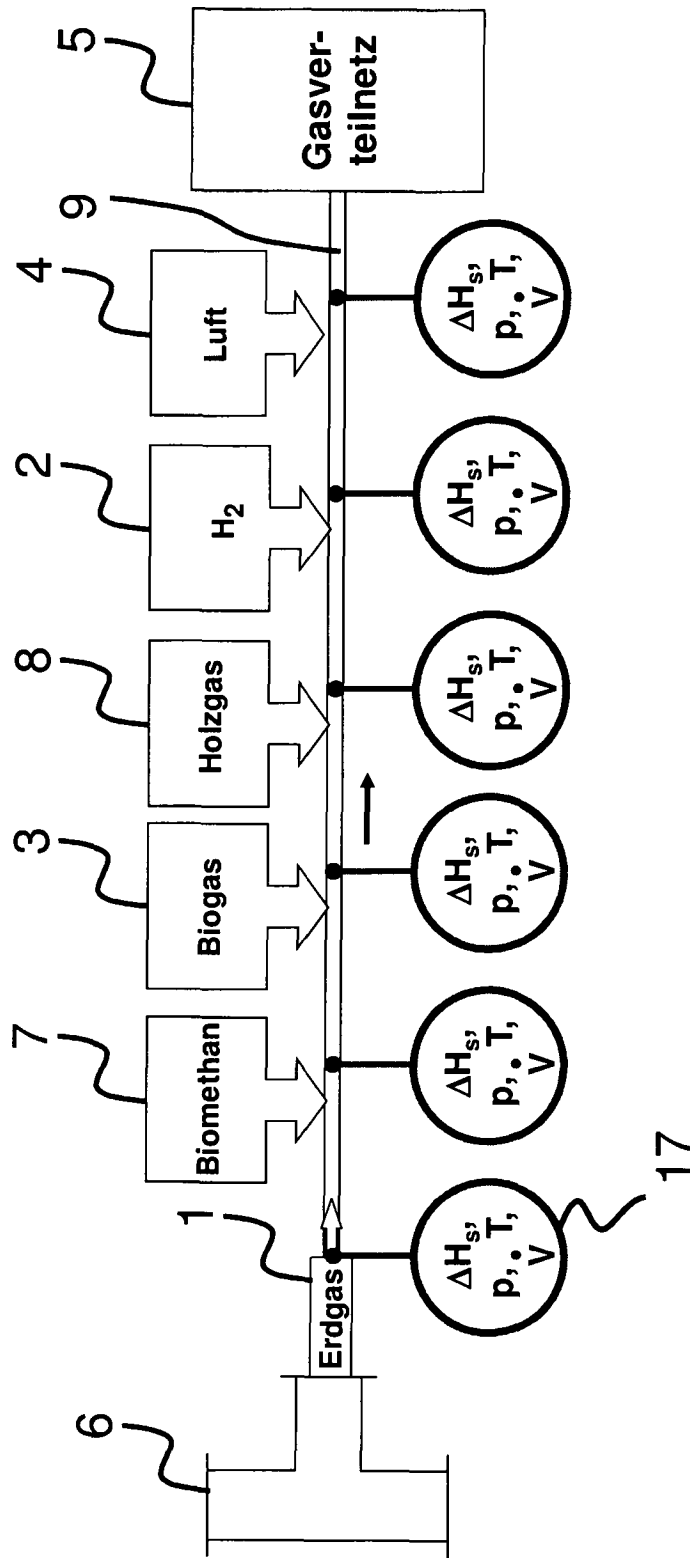


Fig. 3

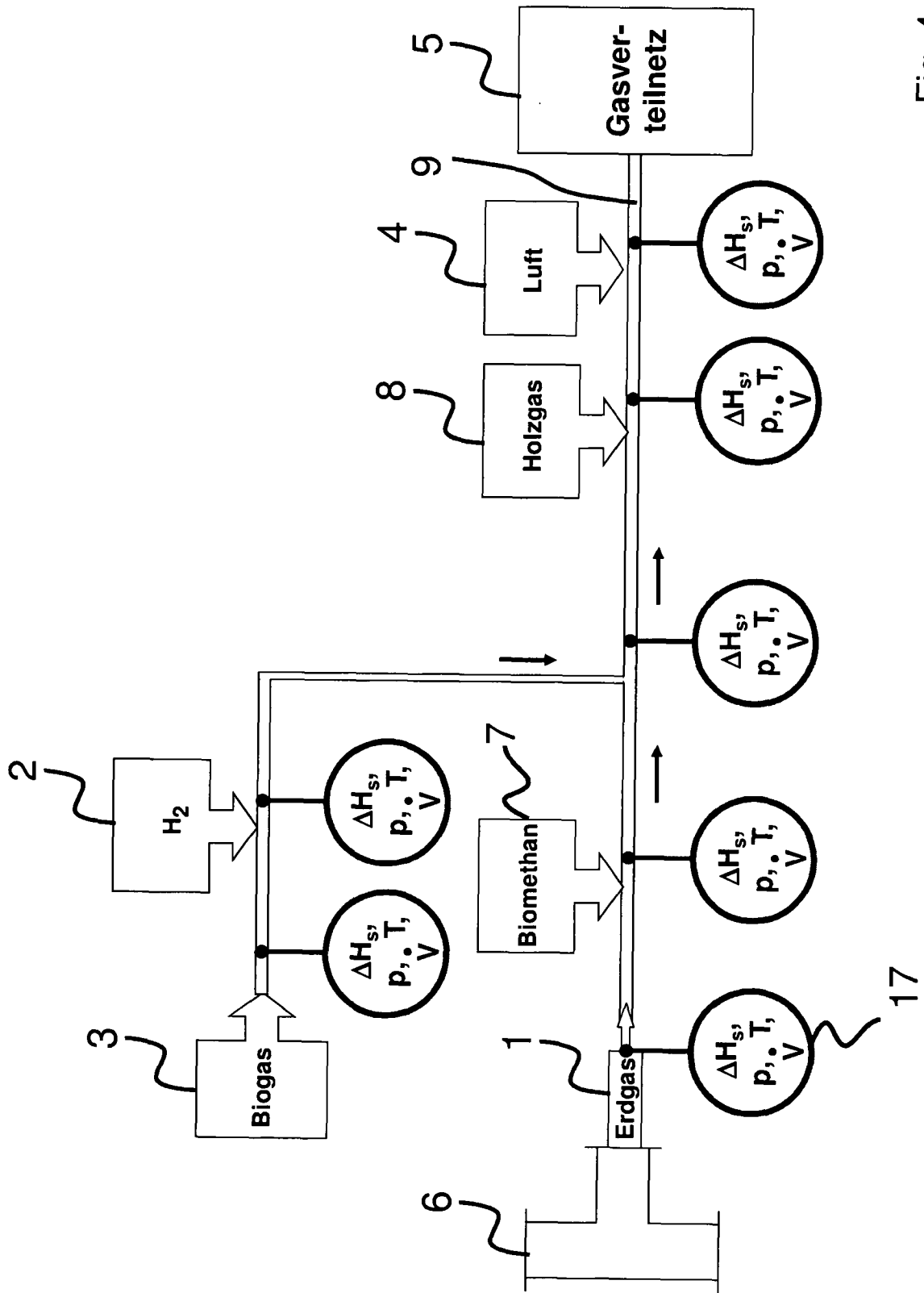


Fig. 4

Tabelle 1:

<b>Gasgemisch bestehend aus Erdgas, Biogas und Wasserstoff</b>		
Erdgas-Anteil im Mischgas	%	89,9%
Luft-Anteil im Mischgas	%	0,0%
	Hiervon Stickstoffanteil	0,0%
	Hiervon Sauerstoffanteil	0,0%
Biogas-Anteil im Mischgas	%	10,0%
H <sub>2</sub> -Anteil im Mischgas	%	0,1%
<b>Errechneter Brennwert f. d. Mischgas</b>	<b>kWh/Nm<sup>3</sup></b>	<b>10,65</b>

Tabelle 2:

<b>Gasgemisch bestehend aus Erdgas, Luft und Wasserstoff</b>		
Erdgas-Anteil im Mischgas	%	95,1%
Luft-Anteil im Mischgas	%	4,8%
	Hiervon Stickstoffanteil	3,7%
	Hiervon Sauerstoffanteil	1,0%
Biogas-Anteil im Mischgas	%	0,0%
H <sub>2</sub> -Anteil im Mischgas	%	0,1%
<b>Errechneter Brennwert f. d. Mischgas</b>	<b>kWh/Nm<sup>3</sup></b>	<b>10,65</b>

Tabelle 3:

<b>Gasgemisch bestehend aus Erdgas und Luft</b>		
Erdgas-Anteil im Mischgas	%	95,1%
Luft-Anteil im Mischgas	%	4,9%
	Hiervon Stickstoffanteil	3,8%
	Hiervon Sauerstoffanteil	1,0%
Biogas-Anteil im Mischgas	%	0,0%
H <sub>2</sub> -Anteil im Mischgas	%	0,0%
<b>Errechneter Brennwert f. d. Mischgas</b>	<b>kWh/Nm<sup>3</sup></b>	<b>10,65</b>

Fig. 5

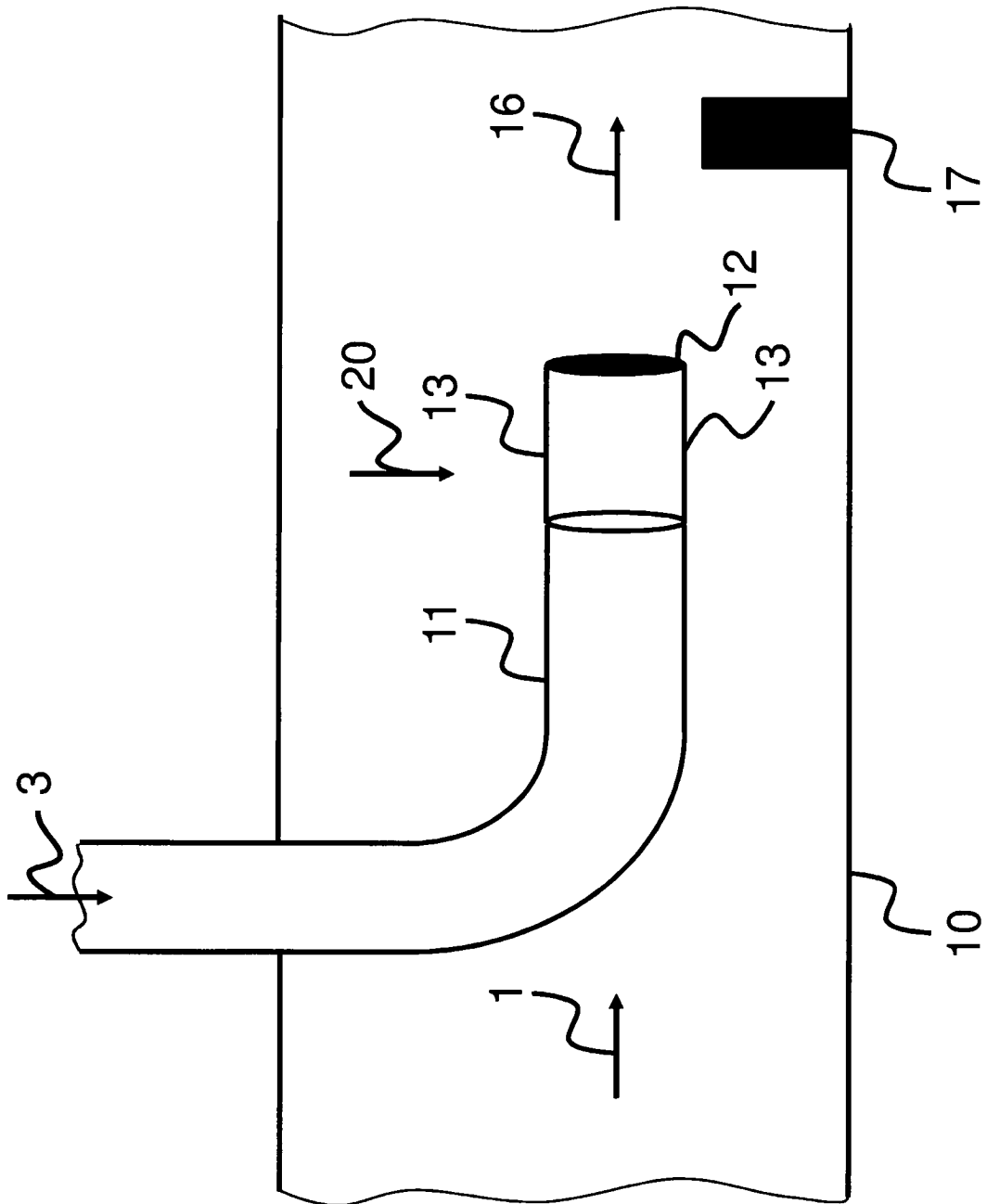


Fig. 6

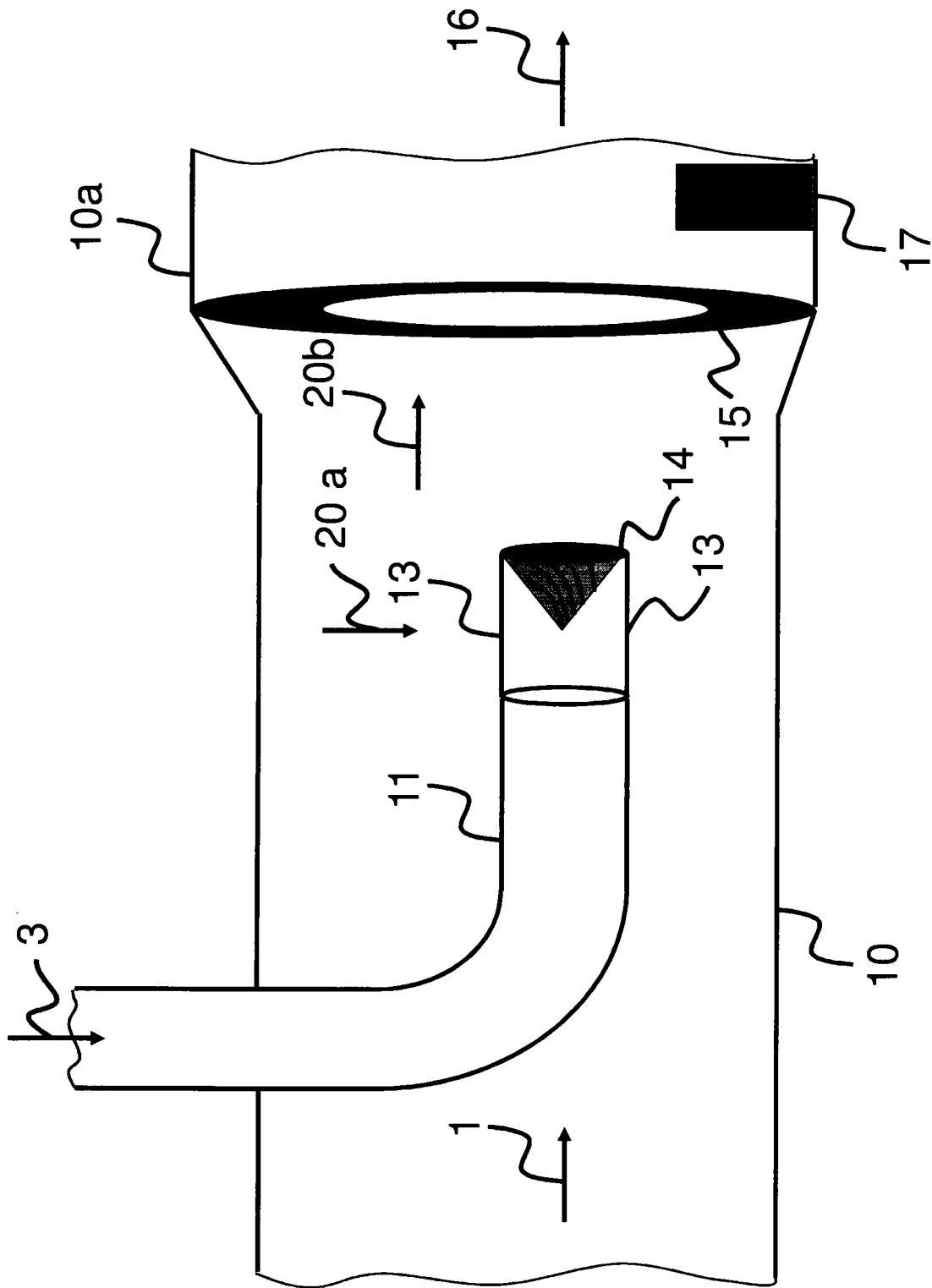


Fig. 7