

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 381/2015
(22) Anmeldetag: 16.06.2015
(43) Veröffentlicht am: 15.12.2016

(51) Int. Cl.: **F02B 19/00** (2006.01)
F02B 19/10 (2006.01)
F02D 19/02 (2006.01)
F02M 21/02 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
JP 2012184739 A
RU 2247852 C2

(71) Patentanmelder:
GE Jenbacher GmbH & Co OG
6200 Jenbach (AT)

(72) Erfinder:
Burkhardt Wolfgang
6200 Jenbach (AT)

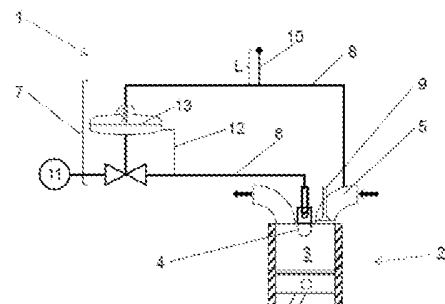
(74) Vertreter:
Torggler Paul Mag. Dr., Hofinger Stephan
Dipl.Ing. Dr., Gangl Markus Mag. Dr., Maschler
Christoph MMag. Dr.
Innsbruck

(54) **Vorkammergasregelstrecke für eine Brennkraftmaschine**

(57) Vorkammergasregelstrecke (1) für eine Brennkraftmaschine (2) mit wenigstens einem Brennraum (3) und wenigstens einer, mit dem wenigstens einen Brennraum (3) verbundenen Vorkammer (4), wobei der wenigstens eine Brennraum (3) über eine Ansaugleitung (5) mit Treibgas versorgbar ist und die wenigstens eine Vorkammer (4) über eine Vorkammergasleitung (6) mit Treibgas versorgbar ist, wobei die Vorkammergasregelstrecke (1) umfasst:

- wenigstens ein Gasregelorgan (7) zur Zumessung der der Vorkammer (4) über die Vorkammergasleitung (6) zuführbaren Menge an Treibgas,
- wenigstens eine Steuerleitung (8), welche das Gasregelorgan (7) mit einer Ansaugleitung (9) der Brennkraftmaschine (2) verbindet, wobei mit der Steuerleitung (8) wenigstens eine Zweigleitung (10) verbunden ist, wobei die Länge (L) der wenigstens einen Zweigleitung (10) ein Viertel der Wellenlänge der Grundschwingung oder einer vorgegebenen Oberschwingung einer Druckschwingung in der Ansaugleitung (5) bei einer vorgegebenen Drehzahl der Brennkraftmaschine (2) beträgt.

Fig. 1





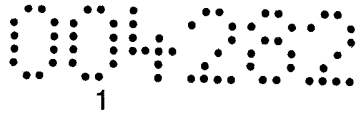
Zusammenfassung

Vorkammerngasregelstrecke (1) für eine Brennkraftmaschine (2) mit wenigstens einem Brennraum (3) und wenigstens einer, mit dem wenigstens einen Brennraum (3) verbundenen Vorkammer (4), wobei der wenigstens eine Brennraum (3) über eine Ansaugleitung (5) mit Treibgas versorgbar ist und die wenigstens eine Vorkammer (4) über eine Vorkammerngasleitung (6) mit Treibgas versorgbar ist, wobei die Vorkammerngasregelstrecke (1) umfasst:

- wenigstens ein Gasregelorgan (7) zur Zumessung der der Vorkammer (4) über die Vorkammerngasleitung (6) zuführbaren Menge an Treibgas,
- wenigstens eine Steuerleitung (8), welche das Gasregelorgan (7) mit einer Ansaugleitung (9) der Brennkraftmaschine (2) verbindet,

wobei mit der Steuerleitung (8) wenigstens eine Zweigleitung (10) verbunden ist, wobei die Länge (L) der wenigstens einen Zweigleitung (10) ein Viertel der Wellenlänge der Grundschwingung oder einer vorgegebenen Oberschwingung einer Druckschwingung in der Ansaugleitung (5) bei einer vorgegebenen Drehzahl der Brennkraftmaschine (2) beträgt.

(Fig. 1)



Die Erfindung betrifft eine Vorkammergasregelstrecke für eine Brennkraftmaschine mit den Merkmalen des Oberbegriffs von Anspruch 1 sowie eine Brennkraftmaschine mit den Merkmalen des Oberbegriffs von Anspruch 5.

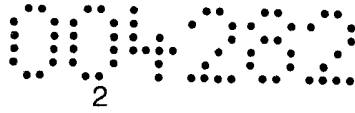
Eine Vorkammergasregelstrecke ist beispielsweise aus der WO 2014/147978 A1 bekannt. Aufgabe einer Vorkammergasregelstrecke ist es, den mit den Brennräumen einer Brennkraftmaschine verbundenen Vorkammern die für die sichere Entflammung des Hauptbrennraums notwendige Menge an Treibgas zuzumessen. In der Regel erfolgt der eigentliche Eintritt von Treibgas in die Vorkammer über ein passives, vom Differenzdruck zwischen Vorkammer und Vorkammergasversorgung ausgelöstes Vorkammergasventil.

In einer aus dem Stand der Technik bekannten Ausgestaltung einer Vorkammergasregelstrecke weist diese ein Gasregelorgan auf, welches strömungstechnisch über eine Steuerleitung mit einem Ansaugkanal der Brennkraftmaschine verbunden ist. Mittels dieser Steuerleitung und dem damit verbundenen Gasregelorgan kann in der Zumessung von Treibgas in die Vorkammergasleitung der in der Ansaugleitung herrschende Ladedruck der Brennkraftmaschine berücksichtigt werden.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine gegenüber dem Stand der Technik verbesserte Vorkammergasregelstrecke bzw. Brennkraftmaschine anzugeben.

Die Aufgabe wird gelöst durch eine Vorkammergasregelstrecke mit den Merkmalen von Anspruch 1 bzw. eine Brennkraftmaschine mit den Merkmalen von Anspruch 5.

Indem mit der Steuerleitung wenigstens eine Zweigleitung verbunden ist, wobei die Länge der wenigstens einen Zweigleitung ein Viertel der Wellenlänge der Grundschiwingung oder einer vorgegebenen Oberschiwingung einer Druckschiwingung in der Ansaugleitung bei einer vorgegebenen Drehzahl der Brennkraftmaschine beträgt, können aus der Ansaugleitung herrührende Druckschiwingungen in der Steuerleitung wirkungsvoll gedämpft werden und so das Regelverhalten der Vorkammergasregelstrecke verbessert werden.



In Versuchen der Anmelderin hat sich nämlich gezeigt, dass sich Druckschwingungen, welche, verursacht durch die zyklische Betätigung der Einlassventile, in der Ansaugleitung der Brennkraftmaschine vorliegen, auch auf die Steuerleitung übertragen und das Regelverhalten des Gasregelorgans beeinträchtigen. Indem also erfindungsgemäß die von der Ansaugleitung auf die Steuerleitung übertragenen Druckschwingungen in der Steuerleitung über einen Lambda-Viertel-Resonator gedämpft werden, wird das Regelverhalten des Gasregelorgans verbessert. Die Bemessung der Länge der wenigstens einen Zweigleitung sei an einem Beispiel erklärt:

Unter Berücksichtigung der Gaseigenschaften in der Steuerleitung (vor allem Temperatur und Dichte) kann aus dem bekannten Zusammenhang

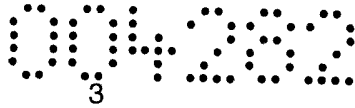
$$\text{Lambda} = c/v$$

mit c der Schallgeschwindigkeit im Gas und v der Frequenz der Grundschiwingung, die Wellenlänge Lambda der Grundschiwingung errechnet werden.

Die Schallgeschwindigkeit c kann aus Tabellenwerken entnommen werden oder über die Formel $c = \text{Wurzel}(\text{kappa} \cdot R \cdot T)$ mit $\text{kappa} = \text{Isentropenexponent}$, $R = \text{Gaskonstante}$, $T = \text{Temperatur}$ berechnet werden.

Die Frequenz der Grundschiwingung ergibt sich aus der Drehzahl der Brennkraftmaschine in Umin^{-1} durch 60 durch 2 bei 4-Takt-Motoren bzw. durch 1 bei 2-Takt-Motoren. Die Drehzahl der Brennkraftmaschine betrage 1000 U/min. Dann gelangt man im vorliegenden Beispiel eines 4-Takt-Motors auf eine Frequenz der Grundschiwingung von $1000/(60 \cdot 2) = 8,33 \text{ Hz}$. Bei einem 2-Takt-Arbeitsverfahren würde sich eine Frequenz der Grundschiwingung von $1000/(60 \cdot 1) = 16,66 \text{ Hz}$ ergeben.

Die tatsächlich zu dämpfende Schwiwingung ergibt sich aus n mal der Frequenz der Grundschiwingung, mit $n = \text{Ordnung der zu dämpfenden Schwiwingung}$. Durch die Gegebenheiten (Zündreihenfolge, Motorgeometrie, Arbeitsverfahren (2/4-Takt) etc.)



erweisen sich in diesem Beispiel einer 4-Takt- Brennkraftmaschine die Schwingungen der 6. Ordnung (d.h. 50 Hz) als besonders störend für das Regelverhalten. Die Länge L der Zweigleitung wird in der Praxis im Bereich von 90% bis 110% von $\lambda/4$ gewählt.

In der Praxis kann gemessen werden, welche Frequenz bzw. welche Ordnung der Grundschiwingung die störende ist und es wird die Länge der wenigstens einen Zweigleitung darauf abgestimmt.

Es ist natürlich auch vorstellbar, durch Vorsehen mehrerer Zweigleitungen unterschiedlicher Länge verschiedene Frequenzen zu unterdrücken.

Ein weiterer Vorteil der Erfindung liegt in einem verbesserten Transientenverhalten der Brennkraftmaschine. Als transientes Verhalten wird das Ansprechen der Brennkraftmaschine auf geänderte Lastvorgaben verstanden. Da durch die Erfindung auf sonst übliche Blenden (Drosseln) in der Vorkammergasleitung zur Bedämpfung der Vorkammergasleitung verzichtet werden kann, unterliegt die Vorkammergasleitung dank der Erfindung einer geringeren Drosselung und das angesprochene transiente Verhalten der Brennkraftmaschine ist verbessert.

Schutz wird auch begehrt für eine Brennkraftmaschine, bevorzugt eine stationäre Brennkraftmaschine mit einer solchen Vorkammergasregelstrecke.

Die Erfindung wird durch beiliegende Figur näher erläutert.

Fig. 1 zeigt schematisch eine Vorkammergasregelstrecke 1 mit einer Brennkraftmaschine 2. Von der Brennkraftmaschine 2 ist lediglich ein von einem Kolben und einem Zylinder gebildeter Brennraum 3 dargestellt. In der Praxis weisen Brennkraftmaschinen 2 häufig eine Vielzahl von Zylindern und damit Brennräumen 3 auf. In den Brennraum 3 ragt eine Vorkammer 4, welche über eine Vorkammergasleitung 6 mit Treibgas versorgbar ist. Ebenfalls in den Brennraum 3 mündet eine Ansaugleitung 5. Über Einlassventile 9 gelangt das in der Ansaugleitung 5 anliegende Gemisch in den Brennraum 3.



Die Vorkammergasleitung 6 wird durch eine Vorkammergasquelle 11 mit Treibgas versorgt. Das Gasregelorgan 7 regelt die Durchflussmenge von Treibgas von der Vorkammergasquelle 11, welches über die Vorkammergasleitung 6 zur Vorkammer 4 strömt. Das Gasregelorgan 7 ist über eine Steuerleitung 8 mit der Ansaugleitung 9 der Brennkraftmaschine 2 verbunden.

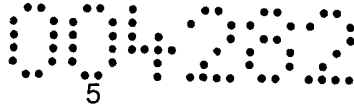
Das Gasregelorgan 7 kann beispielsweise als Differenzdruckregler ausgeführt sein. Im gezeigten Ausführungsbeispiel handelt es sich bei dem Gasregelorgan 7 um einen Differenzdruckregler mit einer vom Druck in der Steuerleitung 8 beaufschlagten Membran 13. Die Membran 13 ist in diesem Fall mit einem regelbaren Ventil verbunden, wie es an sich aus dem Stand der Technik bekannt ist. Über die Steuerleitung 8 kann das Gasregelorgan 7 den in der Ansaugleitung 9 anliegenden Ladedruck der Brennkraftmaschine 2 bei der Zumessung an Treibgas für die Vorkammer 4 berücksichtigen. Gezeigt ist weiters eine Zweigleitung 10 mit der Länge L.

Beim Betrieb der Brennkraftmaschine 2 ergibt sich durch die Betätigung der Einlassventile 9 eine von der Drehzahl der Brennkraftmaschine 2 abhängige Druckschwingung in der Ansaugleitung 9. Bei einer Drehzahl von beispielsweise 1000 Umin^{-1} beträgt eine charakteristische Schwingung im Ansaugkanal beispielsweise 50 Hz. Dies entspricht der sechsten Ordnung der Grundschwingung von 8,33 Hz. Bei einer Drehzahl von 1500 Umin^{-1} läge die Grundschwingung bei 12,5 Hz.

Im vorliegenden Beispiel berechnet sich die Wellenlänge Lambda bei einer angenommenen Gastemperatur von 20°C und einer Schallgeschwindigkeit der Luft von ca. 340 m/s mit 680 cm. Das Lambda-Viertel und somit die Länge L der Zweigleitung berechnet sich in diesem Fall mit etwa 170 cm.

Die Länge L der Zweigleitung wird in der Praxis im Bereich von $0.9 \dots 1.1 \times \text{Lambda}/4$ gewählt.

Die Druckschwingungen in der Ansaugleitung 9 übertragen sich auf die Steuerleitung 8 und beeinträchtigen damit die Signalqualität zur Betätigung des Gasregelorgans 7. Es ist einsichtig, dass durch die Überlagerung des Druckes in der Steuerleitung 8



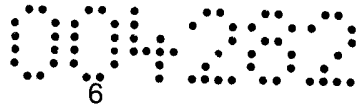
durch Druckschwingungen das Regelverhalten des Gasregelorgans 7 beeinträchtigt wird.

Zur Dämpfung bzw. Auslöschung der unerwünschten Druckschwingungen in der Steuerleitung 8 wird die Länge L der Zweigleitung 10 so bemessen, dass diese ein $\lambda/4$ der Wellenlänge λ der Druckschwingung aufweist. Zur Berechnung wird auf die Beschreibung weiter oben verwiesen.

Es können natürlich auch mehrere Zweigleitungen 10 unterschiedlicher Länge L vorgesehen sein, um auf diese Weise verschiedene Frequenzen in der Steuerleitung 8 zu eliminieren.

Ist wie im dargestellten Ausführungsbeispiel das Gasregelorgan 7 als Differenzdruckregler mit einer Membran 13 ausgeführt, so ist der der Steuerleitung 8 abgewandte Membranraum in der Regel über eine Verbindungsleitung 12 mit der Vorkammerngasleitung 6 verbunden, damit im Membranraum auf dieser Seite der Druck der Vorkammerngasleitung 6 anliegt.

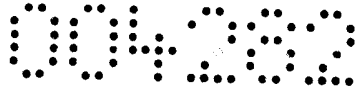
Das Gasregelorgan 7 kann selbstverständlich auch anders als dargestellt ausgeführt sein, beispielsweise als elektronischer Differenzdruckregler, welcher den Differenzdruck zwischen Vorkammerngasleitung 6 und Steuerleitung 8 über Drucksensoren erfasst.



Liste der verwendeten Bezugszeichen:

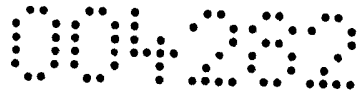
1	Vorkammerngasregelstrecke
2	Brennkraftmaschine
3	Brennraum
4	Vorkammer
5	Ansaugleitung
6	Vorkammerngasleitung
7	Gasregelorgan
8	Steuerleitung
9	Einlassventil
10	Zweigleitung
11	Vorkammerngasquelle
12	Verbindungsleitung
13	Membran
L	Länge
λ , Lambda	Wellenlänge

Innsbruck, am 15.06.2015



Patentansprüche

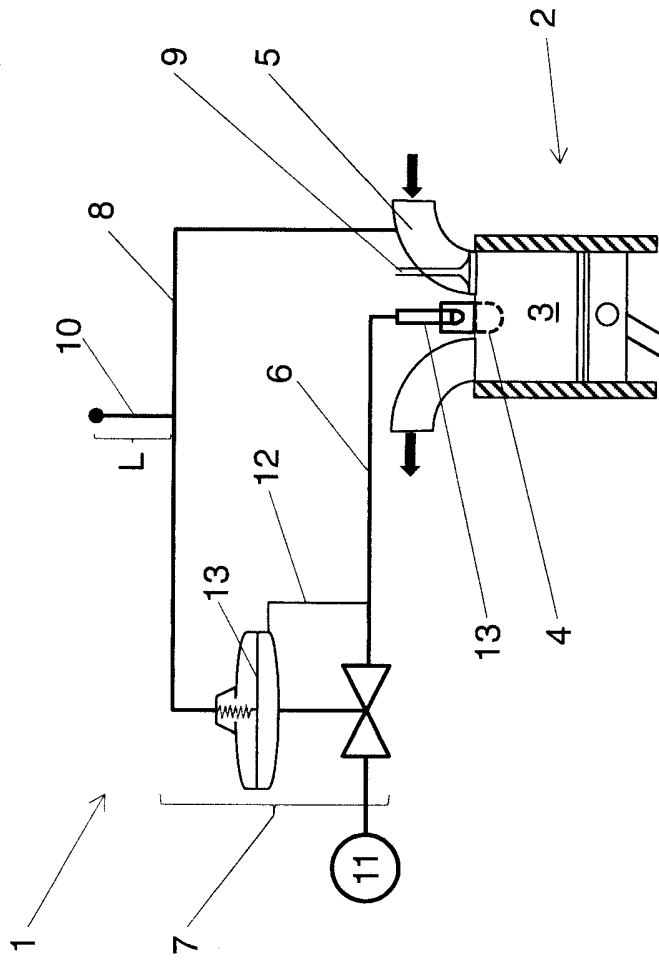
1. Vorkammergasregelstrecke (1) für eine Brennkraftmaschine (2) mit wenigstens einem Brennraum (3) und wenigstens einer, mit dem wenigstens einen Brennraum (3) verbundenen Vorkammer (4), wobei der wenigstens eine Brennraum (3) über eine Ansaugleitung (5) mit Treibgas versorgbar ist und die wenigstens eine Vorkammer (4) über eine Vorkammergasleitung (6) mit Treibgas versorgbar ist, wobei die Vorkammergasregelstrecke (1) umfasst:
 - wenigstens ein Gasregelorgan (7) zur Zumessung der der Vorkammer (4) über die Vorkammergasleitung (6) zuführbaren Menge an Treibgas,
 - wenigstens eine Steuerleitung (8), welche das Gasregelorgan (7) mit einer Ansaugleitung (9) der Brennkraftmaschine (2) verbindet,**dadurch gekennzeichnet, dass** mit der Steuerleitung (8) wenigstens eine Zweigleitung (10) verbunden ist, wobei die Länge (L) der wenigstens einen Zweigleitung (10) ein Viertel der Wellenlänge der Grundschiwingung oder einer vorgegebenen Oberschiwingung einer Druckschiwingung in der Ansaugleitung (5) bei einer vorgegebenen Drehzahl der Brennkraftmaschine (2) beträgt.
2. Vorkammergasregelstrecke (1) nach Anspruch 1, wobei eine Vielzahl von Zweigleitungen (10) bevorzugt unterschiedlicher Länge (L) vorgesehen ist.
3. Vorkammergasregelstrecke (1) nach Anspruch 1 oder 2, wobei bei einer Drehzahl der Brennkraftmaschine (2) von rund 1000 Umin^{-1} die Frequenz der Grundschiwingung der Druckschiwingung in der Ansaugleitung (5) zwischen 7 Hz und 9 Hz liegt, bevorzugt 8,3 Hz beträgt und die Ordnung einer zu dämpfenden Schwiwingung die sechste Ordnung der Grundschiwingung ist.
4. Vorkammergasregelstrecke (1) nach wenigstens einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei bei einer Drehzahl der Brennkraftmaschine (2) von rund 1000 Umin^{-1} die die Länge (L) der Zweigleitung (10) zwischen 150 cm und 190 cm liegt, bevorzugt 170 cm beträgt.



5. Brennkraftmaschine (2), bevorzugt stationäre Brennkraftmaschine, mit einer Vorkammergasregelstrecke (1) nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 4.

Innsbruck, am 15.06.2015

Fig. 1



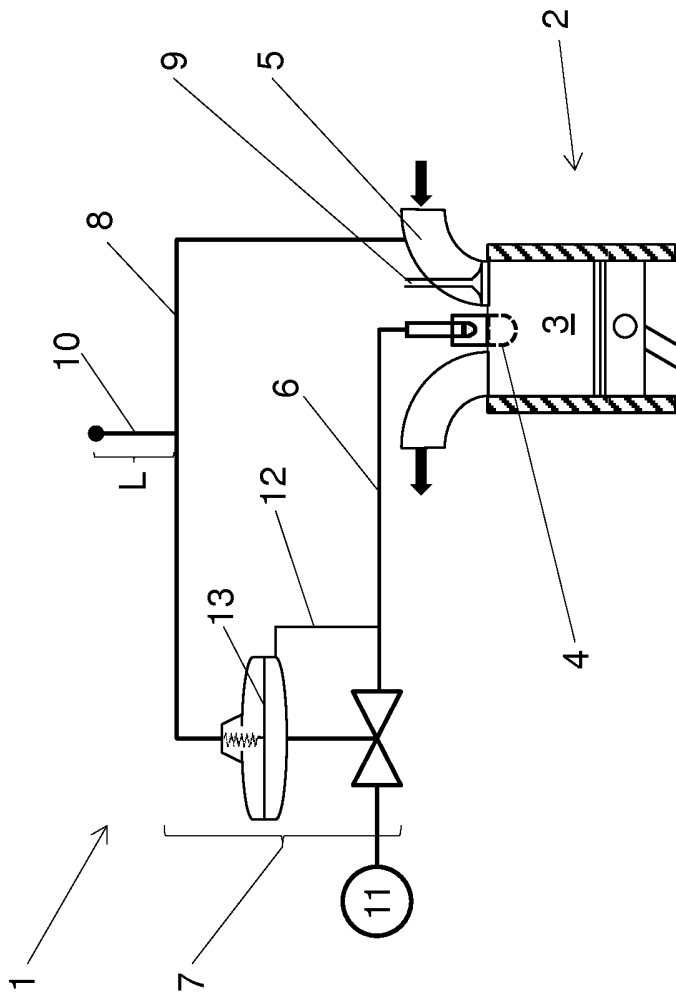
Geänderte Patentansprüche

1. Vorkammergasregelstrecke (1) für eine Brennkraftmaschine (2) mit wenigstens einem Brennraum (3) und wenigstens einer, mit dem wenigstens einen Brennraum (3) verbundenen Vorkammer (4), wobei der wenigstens eine Brennraum (3) über eine Ansaugleitung (5) mit Treibgas versorgbar ist und die wenigstens eine Vorkammer (4) über eine Vorkammergasleitung (6) mit Treibgas versorgbar ist, wobei die Vorkammergasregelstrecke (1) umfasst:
 - wenigstens ein Gasregelorgan (7) zur Zumessung der der Vorkammer (4) über die Vorkammergasleitung (6) zuführbaren Menge an Treibgas,
 - wenigstens eine Steuerleitung (8), welche das Gasregelorgan (7) mit einer Ansaugleitung (5) der Brennkraftmaschine (2) verbindet,**dadurch gekennzeichnet, dass** mit der Steuerleitung (8) wenigstens eine Zweigleitung (10) verbunden ist, wobei die Länge (L) der wenigstens einen Zweigleitung (10) ein Viertel der Wellenlänge der Grundschiwingung oder einer vorgegebenen Oberschiwingung einer Druckschiwingung in der Ansaugleitung (5) bei einer vorgegebenen Drehzahl der Brennkraftmaschine (2) beträgt.
2. Vorkammergasregelstrecke (1) nach Anspruch 1, wobei eine Vielzahl von Zweigleitungen (10) bevorzugt unterschiedlicher Länge (L) vorgesehen ist.
3. Vorkammergasregelstrecke (1) nach Anspruch 1 oder 2, wobei bei einer Drehzahl der Brennkraftmaschine (2) von rund 1000 Umin^{-1} die Frequenz der Grundschiwingung der Druckschiwingung in der Ansaugleitung (5) zwischen 7 Hz und 9 Hz liegt, bevorzugt 8,3 Hz beträgt und die Ordnung einer zu dämpfenden Schwiwingung die sechste Ordnung der Grundschiwingung ist.
4. Vorkammergasregelstrecke (1) nach wenigstens einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei bei einer Drehzahl der Brennkraftmaschine (2) von rund 1000 Umin^{-1} die die Länge (L) der Zweigleitung (10) zwischen 150 cm und 190 cm liegt, bevorzugt 170 cm beträgt.

5. Brennkraftmaschine (2), bevorzugt stationäre Brennkraftmaschine, mit einer Vorkammergasregelstrecke (1) nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 4.

Innsbruck, am 1.06.2016

Fig. 1



ZULETZT VORGELEGTE ZEICHNUNGEN