

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

| | | | | |
|-------------------------|------------|----------------|-------------------|-----------|
| (21) Anmeldenummer: | A 285/2017 | (51) Int. Cl.: | F02B 37/00 | (2006.01) |
| (22) Anmeldetag: | 06.07.2017 | | F02B 43/00 | (2006.01) |
| (43) Veröffentlicht am: | 15.01.2018 | | F02D 19/02 | (2006.01) |
| | | | F02B 19/00 | (2006.01) |
| | | | F02M 26/00 | (2016.01) |

(30) **Priorität:**
08.07.2016 DE 102016112537.7 beansprucht.

(71) **Patentanmelder:**
MAN Diesel & Turbo SE
86153 Augsburg (DE)

(72) **Erfinder:**
Kunkel Christian
86161 Augsburg (DE)
Bauer Markus
86156 Augsburg (DE)

(74) **Vertreter:**
Beer & Partner Patentanwälte KG
1070 Wien (AT)

(54) **Gasmotor und Verfahren zum Betreiben desselben**

(57) Gasmotor (10), mit mindestens einem Zylinder (11), wobei der oder jede Zylinder (11) eine Hauptbrennkammer (12) zur Verbrennung eines Brenngas-Luft-Gemischs und eine mit der Hauptbrennkammer (12) über einen Überströmkanal (14) gekoppelte, gespülte Vorkammer (13) umfasst, und mit mindestens einem Abgasturbolader (15), der eine Turbine (16) zur Entspannung von den oder jedem Zylinder (11) verlassendem Abgas und einen Verdichter (18, 22) zur Verdichtung von dem oder jedem Zylinder (11) zuzuführender Luft umfasst, und mit mehrere Luftpfaden für die dem oder jedem Zylinder (11)~ zuzuführende Luft, wobei über einen ersten Luftpfad (17) mit einem ersten Verdichter (18) zumindest Luft verdichtbar und der Hauptbrennkammer (12) des oder jedes Zylinders (11) zuführbar ist, und wobei über einen zweiten Luftpfad (21) mit einem zweiten Verdichter (22) ein Brenngas-Luft-Gemisch verdichtbar und der Vorkammer (13) des oder jedes Zylinders (11) zuführbar ist.

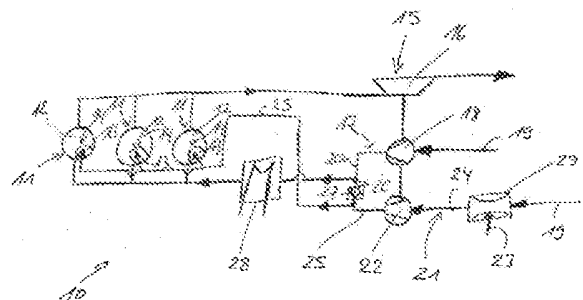
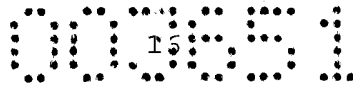


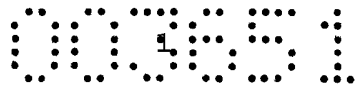
Fig. 1



Zusammenfassung:

Gasmotor (10), mit mindestens einem Zylinder (11), wobei der oder jede Zylinder (11) eine Hauptbrennkammer (12) zur Verbrennung eines Brenngas-Luft-Gemischs und eine mit der Hauptbrennkammer (12) über einen Überströmkanal (14) gekoppelte, gespülte Vorkammer (13) umfasst, und mit mindestens einem Abgasturbolader (15), der eine Turbine (16) zur Entspannung von den oder jeden Zylinder (11) verlassendem Abgas und einen Verdichter (18, 22) zur Verdichtung von dem oder jedem Zylinder (11) zuzuführender Luft umfasst, und mit mehrere Luftpfaden für die dem oder jedem Zylinder (11)- zuzuführende Luft, wobei über einen ersten Luftpfad (17) mit einem ersten Verdichter (18) zumindest Luft verdichtbar und der Hauptbrennkammer (12) des oder jedes Zylinders (11) zuführbar ist, und wobei über einen zweiten Luftpfad (21) mit einem zweiten Verdichter (22) ein Brenngas-Luft-Gemisch verdichtbar und der Vorkammer (13) des oder jedes Zylinders (11) zuführbar ist.

(Fig. 1)

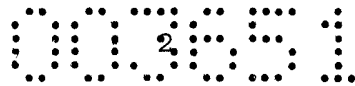


Die Erfindung betrifft einen Gasmotor und ein Verfahren zum Betreiben eines Gasmotors.

Aus der Praxis bekannte Gasmotoren, die der Verbrennung eines gasförmigen Kraftstoffs dienen, verfügen über mindestens einen Zylinder, wobei in den Zylindern ein Brenngas-Luft-Gemisch verbrannt wird. Die Zylinder von aus der Praxis bekannten Gasmotoren verfügen typischerweise über eine Hauptbrennkammer sowie über eine mit der Hauptbrennkammer über mindestens einen Überströmkanal gekoppelte Vorkammer. Es ist bekannt, der Hauptbrennkammer ein Brenngas-Luft-Gemisch aus Brenngas und Luft zuzuführen, wobei der Vorkammer zur Spülung reines Brenngas zugeführt wird. Ferner ist es bei aus der Praxis bekannten Gasmotoren üblich, Abgas, welches bei der Verbrennung des Brenngas-Luft-Gemischs in den Zylindern des Gasmotors anfällt, einem oder mehreren Abgasturbolader, nämlich einer Turbine eines Abgasturboladers zuzuführen, wobei bei der Entspannung des Abgases in der Turbine gewonnene Energie genutzt wird, um zumindest dem oder jedem Zylinder zuzuführende Luft, sogenannte Ladeluft bzw. Verbrennungsluft, zu verdichten. Das Brenngas kann bei aus der Praxis bekannten Gasmotoren entweder vor oder nach Verdichter über ein oder mehrere Zumischpunkte der verdichteten Ladeluft zugemischt werden.

Es besteht zunehmend Bedarf daran, den Wirkungsgrad von Gasmotoren zu verbessern und Abgasemissionen zu reduzieren.

Hiervon ausgehend liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, einen neuartigen Gasmotor und ein Verfahren zum Betreiben eines Gasmotors zu schaffen. Diese Aufgabe wird durch einen Gasmotor nach Anspruch 1 gelöst. Erfindungsgemäß weist der Gasmotor mehrere Luftpfade für die dem oder jedem Zylinder zuzuführende Verbrennungsluft auf, wobei über einen ersten Luftpfad mit einem ersten Verdichter zumindest Luft verdichtbar und der Hauptbrennkammer des oder jedes Zylinders zuführbar ist,



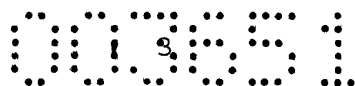
und wobei über einen zweiten Luftpfad mit einem zweiten Verdichter ein Brenngas-Luft-Gemisch verdichtbar und der Vorkammer des oder jedes Zylinders zuführbar ist.

Erfindungsgemäß sind zwei Luftpfade für Verbrennungsluft vorhanden, nämlich der erste Luftpfad, über den der Hauptbrennkammer des oder jedes Zylinders verdichtete Verbrennungsluft zuführbar ist, sowie der zweite Luftpfad, über den ein verdichtetes Brenngas-Luft-Gemisch der Vorkammer des oder jedes Zylinders zur Spülung zuführbar ist. Erfindungsgemäß erfolgt demnach die Spülung der Vorkammer des oder jedes Zylinders nicht mit reinem Brenngas, sondern vielmehr mit einem Brenngas-Luft-Gemisch. Hiermit können Zündbedingungen verbessert und somit eine optimierte Verbrennung des Brenngases gewährleistet werden, wodurch einerseits eine Wirkungsgradverbesserung realisiert werden kann und andererseits Abgasemissionen reduziert werden können.

Nach einer vorteilhaften Weiterbildung sind der erste Luftpfad und der zweite Luftpfad über ein Rückschlagventil derart gekoppelt sind, dass vom zweiten Luftpfad ein Teil des im zweiten Verdichter verdichteten Brenngas-Luft-Gemischs in den ersten Luftpfad stromabwärts des ersten Verdichters einleitbar ist. Hiermit kann der Gasmotor besonders vorteilhaft betrieben werden.

Vorzugsweise verdichtet der erste Verdichter des ersten Luftpfads ein Brenngas-Luft-Gemisch und führt dasselbe der Hauptbrennkammer des oder jedes Zylinders zu. Die Variante, in welcher auch der erste Verdichter ein Brenngas-Luft-Gemisch verdichtet, ist besonders bevorzugt.

Nach einer vorteilhaften Weiterbildung wirkt mit dem ersten Luftpfad jedoch nicht mit dem zweiten Luftpfad eine Abgasrückführung zusammen, wobei die Abgasrückführung Abgas



stromaufwärts der Turbine abzweigt und stromabwärts des ersten Verdichters dem ersten Luftpfad und/oder stromabwärts der Turbine abzweigt und stromaufwärts des ersten Verdichters dem ersten Luftpfad zuführt. Vorteile der beiden Luftpfade kommen insbesondere dann zur Geltung, wenn der Gasmotor eine Abgasrückführung nutzt. Je höher die sogenannte Abgasrückführrate ist, desto stärker wirkt sich der Vorteil der gemischgespülten Vorkammer des jeweiligen Zylinders im Hinblick auf eine Wirkungsgradverbesserung und Reduktion von Abgasemissionen aus. Durch die Spülung der Vorkammer mit einem Brenngas-Luft-Gemisch kann insbesondere bei Gasmotoren mit Abgasrückführung eine deutlich verbesserte Homogenität in der Vorkammer, somit ein beschleunigter Druckbrand und eine deutlich geringere Rußentstehung bei der Verbrennung realisiert werden. Es bilden sich geringere Ablagerungen von Rußen in der Vorkammer und an einer Zündeinrichtung, die der Zündung des Brenngas-Luft-Gemisch dient, aus.

Vorzugsweise ist dem zweiten Luftpfad stromabwärts des zweiten Verdichters ein weiterer Verdichter zugeordnet, wobei der weitere Verdichter im zweiten Luftpfad stromabwärts des zweiten Verdichters angeordnet ist, und wobei eine das Rückschlagventil aufweisende Koppelleitung des ersten und zweiten Luftpfads zwischen dem zweiten Verdichter und dem weiteren Verdichter vom zweiten Luftpfad in Richtung auf den ersten Luftpfad abzweigt. Über den weiteren Verdichter kann gewährleistet werden, dass der Druck des Brenngas-Luft-Gemischs im zweiten Luftpfad stets oberhalb des Drucks in der Vorkammer des jeweiligen Zylinders liegt, sodass die Vorkammer des jeweiligen Zylinders immer mit dem Brenngas-Luft-Gemisch sicher gespült werden kann. Das Nutzen des weiteren Verdichters ist insbesondere dann von Vorteil, wenn dieser Druck über den zweiten Verdichter nicht immer aufrechterhalten bzw. eingestellt werden kann. In diesem Fall kann dann über einen vorzugsweise elektromotorisch angetriebenen

00351

weiteren Verdichter der entsprechende Druck für das Brenngas-Luft-Gemisch im zweiten Luftpfad eingestellt werden.

Der erste Verdichter und der zweite Verdichter sind gemeinsam ausgehend von einer gemeinsamen Turbine oder ausgehend von getrennten Turbinen antreibbar. Dann, wenn der erste Verdichter und der zweite Verdichter ausgehend von einer gemeinsamen Turbine antreibbar sind, kann der vorrichtungstechnische Aufwand reduziert werden.

Das Verfahren zum Betreiben eines Gasmotors ist in Anspruch 11 definiert.

Bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden, ohne hierauf beschränkt zu sein, an Hand der Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigt:

Fig. 1: einen ersten erfindungsgemäßen Gasmotor;

Fig. 2: einen zweiten erfindungsgemäßen Gasmotor;

Fig. 3: einen dritten erfindungsgemäßen Gasmotor; und

Fig. 4: einen vierten erfindungsgemäßen Gasmotor.

Die hier vorliegende Erfindung betrifft einen Gasmotor sowie ein Verfahren zum Betreiben eines solchen Gasmotors.

Fig. 1 zeigt stark schematisiert ein Schema eines ersten erfindungsgemäßen Gasmotors 10, der mehrere Zylinder 11 umfasst. Jeder der Zylinder 11 verfügt über eine Hauptbrennkammer 12 sowie eine Vorkammer 13, wobei die Vorkammer 13 mit der Hauptbrennkammer 12 des jeweiligen Zylinders 11 über einen Überströmkanal 14 gekoppelt ist.

00551

In den Zylindern 11 des Gasmotors 10, nämlich im Bereich der Hauptbrennkammern 12 der Zylinder 11, wird ein Gemisch aus Brenngas und Luft verbrannt, wobei hierbei entstehendes Abgas über einen Abgasturbolader 15, nämlich eine Turbine 16 des Abgasturboladers 15, geführt wird. Hierbei im Bereich der Turbine 16 des Abgasturboladers 15 gewonnene Energie wird zum Verdichten von Verbrennungsluft genutzt, die dann als verdichtete Verbrennungsluft bzw. Ladeluft den Zylindern 11 des Gasmotors 10 zugeführt wird.

Der erfindungsgemäße Gasmotor 10 verfügt über mehrere Luftpfade für die Verbrennungsluft, wobei über einen ersten Luftpfad 17 mit einem ersten Verdichter 18 zumindest Luft 19 verdichtet und der Hauptbrennkammer 12 des jeweiligen Zylinders 11 als verdichtete Ladeluft 20 zugeführt wird, und wobei über einen zweiten Luftpfad 21 einem zweiten Verdichter 22 Luft 19 und Brenngas 23 in Form eines Brenngas-Luft-Gemischs 24 verdichtet und als verdichtetes Brenngas-Luft-Gemisch 25 den Vorkammern 13 der Zylinder 11 zugeführt wird.

Durch die Spülung der Vorkammern 13 der Zylinder 11 des Gasmotors 10 mit dem Brenngas-Luft-Gemisch 25 können besseren Zündbedingungen bereitgestellt werden, sodass sich eine verbesserte Verbrennung und damit eine Wirkungsgradverbesserung einstellt. Ferner können geringere Abgasemissionen gewährleistet werden.

Der erste Luftpfad 17 und der zweite Luftpfad 21 sind über eine Koppelleitung 26 mit einem in die Koppelleitung 26 geschalteten Rückschlagventil 27 verbunden bzw. gekoppelt, und zwar derart, dass ausgehend vom zweiten Luftpfad 21 ein Teil des im zweiten Verdichter 22 verdichteten Brenngas-Luft-Gemischs 25 in den ersten Luftpfad 17 stromabwärts des ersten Verdichters 18 einleitbar ist, wohingegen ein Überströmen vom ersten Luftpfad 17 in den zweiten zweiten Luftpfad 21 ausgeschlossen ist.

00351

Im Ausführungsbeispiel der Fig. 1 sind beide Verdichter 18, 22 der beiden Luftpfade 17, 21 von der gemeinsamen Turbine 16 aus antreibbar.

Fig. 1 kann entnommen werden, dass in den ersten Luftpfad 17 stromabwärts der Koppelleitung 26 und damit auch stromabwärts des ersten Verdichters 18 ein Ladeluftkühler 28 integriert ist.

Die Bereitstellung des im zweiten Verdichter 22 des zweiten Luftpfads 21 zu verdichtenden Brenngas-Luft-Gemischs 24 erfolgt über eine Mischvorrichtung 29, die Brenngas 23 mit Verbrennungsluft 19 mischt, wobei es sich bei dieser Mischeinrichtung 29 vorzugsweise um eine Venturi-Düse handeln kann.

Fig. 2 zeigt eine Weiterbildung des Gasmotors 10 der Fig. 2, wobei zur Vermeidung unnötiger Wiederholungen für das Ausführungsbeispiel der Fig. 2 gleiche Bezugsziffern verwendet werden wie im Ausführungsbeispiel der Fig. 1 und nachfolgend nur auf solche Details eingegangen wird, durch die sich das Ausführungsbeispiel der Fig. 2 vom Ausführungsbeispiel der Fig. 1 unterscheidet.

Diejenigen optionalen, jedoch bevorzugten Weiterbildungen, die Fig. 2 zeigt, können entweder alleine oder in beliebiger Kombination miteinander an dem Gasmotor 10 der Fig. 1 zum Einsatz kommen.

Beim Gasmotor 10 der Fig. 2 dient der erste Verdichter 18 des ersten Luftpfads 17 nicht ausschließlich der Verdichtung von Verbrennungsluft 19, sondern der Verdichtung der Verbrennungsluft 19 sowie des Brenngases 23, wobei ein entsprechendes Brenngas-Luft-Gemisch 30 von einer Mischeinrichtung 31 bereitgestellt wird, die wiederum vorzugsweise als Venturi-Düse ausgeführt ist. Stromabwärts des

007851

ersten Verdichters liegt dann ein verdichtetes Brenngas-Luft-Gemisch 30' vor.

Weiterhin ist beim Gasmotor 10 der Fig. 2 vorgesehen, dass derselbe mindestens eine Abgasrückführung nutzt, wobei über eine erste Abgasrückführung 32 Abgas stromaufwärts der Turbine 16 abzweigbar und stromabwärts des ersten Verdichters 18 in Richtung auf den ersten Luftpfad 17 führbar und stromabwärts des ersten Verdichters 18 mit dem verdichteten Brenngas-Luft-Gemisch 30' mischbar ist. Alternativ oder zusätzlich kann über eine zweite Abgasrückführung 33 Abgas stromabwärts der Turbine 16 abgezweigt und stromaufwärts des ersten Verdichters 18 mit dem Brenngas-Luft-Gemisch 30 gemischt werden. In diesem Fall verdichtet dann der erste Verdichter 18 ein Gemisch aus Abgas, Brenngas und Ladeluft. Die Abgasrückführung 32 nutzt ein Regelorgan 34 und die Abgasrückführung 33 nutzt ein Regelorgan 35, um die Menge des rückgeführten Abgases einzustellen. Bei den Regelorganen 34, 35 handelt es sich typischerweise um Abgasrückführklappen. Stromabwärts des Regelorgans 35 ist in die Abgasrückführung 33 ein Wärmetauscher 36 integriert, um das rückgeführte Abgas zu kühlen.

Ein weiterer Unterschied des Gasmotors 10 der Fig. 2 gegenüber dem Gasmotor 10 der Fig. 1 besteht darin, dass in dem zweiten Luftpfad 21 stromabwärts des zweiten Verdichters 22 ein weiterer Verdichter 37 integriert ist, wobei die Koppelleitung 26, über welche die beiden Luftpfade 17, 21 gekoppelt sind, zwischen den beiden Verdichtern 22, 37 des zweiten Luftpfads 21 vom zweiten Luftpfad 21 abzweigt und in Richtung auf den ersten Luftpfad 17 führt. Dieser weitere Verdichter 37 kann zur weiteren Verdichtung des Kraftstoff-Luft-Gemischs 25 genutzt werden, um stets ein Druckniveau zu gewährleisten, welches eine sichere Spülung der Vorkammern 13 mit dem Brenngas-Luft-Gemisch gewährleistet. Der Druck des Brenngas-Luft-Gemischs im zweiten Luftpfad 21 liegt stets oberhalb des Vorkammerdrucks.

00351

Vorzugsweise ist hierzu vorgesehen, dass der Druck stromabwärts des zweiten Verdichters 22 im zweiten Luftpfad 21 größer ist als der Druck stromabwärts des ersten Verdichters 18 im ersten Luftpfad 17. Dies kann über eine entsprechende Konfiguration der Verdichter 18, 22 gewährleistet werden. Alternativ oder zusätzlich über den weiteren Verdichter 37, der vorzugsweise elektromotorisch angetrieben ist.

Eine weitere Variante der Erfindung zeigt Fig. 3, wobei in Fig. 3 ein Gasmotor 10 gezeigt ist, der zwei Abgasturbolader 15 und damit zwei Turbinen 16 umfasst. Abgas von Zylindern 11 einer ersten Zylindergruppe wird über den Abgasturbolader 15 bzw. die Turbine 16 desjenigen Abgasturboladers 15 geleitet, die den ersten Verdichter 18 des ersten Luftpfads 17 antreibt, wohingegen Abgas von Zylindern 11 einer zweiten Zylindergruppe der Turbine 16 desjenigen Abgasturboladers 15 zugeführt wird, welcher den zweiten Verdichter 19 des zweiten Luftpfads 21 antreibt. Im Ausführungsbeispiel der Fig. 3 werden demnach im Unterschied zum Ausführungsbeispiel der Fig. 1 die beiden Verdichter 18, 22 von getrennten Turbinen 16 angetrieben. Hinsichtlich aller übrigen Details stimmt jedoch das Ausführungsbeispiel der Fig. 3 mit dem Ausführungsbeispiel der Fig. 1 überein, sodass wiederum zur Vermeidung unnötiger Wiederholungen auf die Ausführungen zum Ausführungsbeispiel der Fig. 1 verwiesen wird.

Fig. 4, die ein weiteres Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Gasmotors 10 zeigt, veranschaulicht, dass auch beim Gasmotor 10 der Fig. 3, dessen Verdichter 18, 22 von getrennten Turbinen 16 angetrieben werden, die im Zusammenhang mit Fig. 2 beschriebene Weiterbildungen benutzt werden können, also die Verdichtung des Brenngas-Luft-Gemischs 30 im ersten Verdichter 18 des ersten Luftpfads 17 und/oder die Nutzung der Abgasrückführung 32 im ersten Luftpfad 17 und/oder die Nutzung der Abgasrückführung 33 im ersten Luftpfad 17 und/oder die

00351

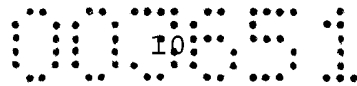
Nutzung des weiteren Verdichters 32 im zweiten Luftpfad 21. Hinsichtlich dieser Details wird für das Ausführungsbeispiel der Fig. 4 auf die Ausführungen zum Ausführungsbeispiel der Fig. 2 verwiesen.

Sämtlichen Ausführungsbeispielen der Fig. 1 bis 4 ist gemeinsam, dass der Gasmotor 10 zwei Luftpfade 17, 21 mit getrennten Verdichtern 18, 22 nutzt, wobei im ersten Luftpfad 17 zumindest Verbrennungsluft 19 ggf. vermischt mit Abgas und/oder Brenngas verdichtet wird, wohingegen im zweiten Luftpfad 21 stets Luft 19 mit Brenngas 23 verdichtet wird, um Vorkammern 13 der Zylinder 11 mit einem Brenngas-Luft-Gemisch zu spülen.

Dann, wenn der Gasmotor 10 als Magermotor mit einem Lambda-Wert größer 1 betrieben werden soll, wird im ersten Luftpfad 17 vorzugsweise ausschließlich Luft 19 verdichtet, wohingegen im zweiten Luftpfad 21 das Gemisch 24 aus Luft 19 und Brenngas 23 verdichtet wird.

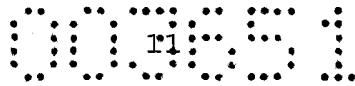
Dann, wenn der Gasmotor 10 vorzugsweise als stöchiometrischer Magermotor mit einem Lambda-Wert von in etwa 1 betrieben werden soll, wird im ersten Luftpfad 17 die Abgasrückführung 32 und/oder die Abgasrückführung 33 genutzt, um dann über den ersten Luftpfad 17 die Hauptbrennkammern 12 der Zylinder 11 mit einem Gemisch aus Verbrennungsluft 19 und Abgas zu versorgen.

Dann, wenn der Gasmotor 10 als stöchiometrischer Gasmotor mit einem Lambda-Wert mit in etwa 1 in Kombination mit einem 3-Wege-Katalysator genutzt werden soll, wird über den ersten Luftpfad 17 vorzugsweise Luft 19, Brenngas 23 und Abgas geführt, vorzugsweise, wie in Fig. 4 gezeigt, derart, dass im ersten Verdichter 18 des ersten Luftpfads 17 das Gemisch 30 aus Brenngas 23 und Verbrennungsluft 19 vermischt wird, und dass entweder über die Abgasrückführung 32 stromabwärts des ersten Verdichters 18 und/oder über die Abgasrückführung 33



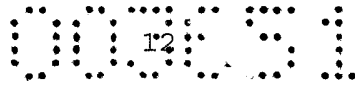
stromaufwärts des ersten Verdichters 18 Abgas dem Gemisch 30 und/oder 30' zugeführt wird.

Die Erfindung erlaubt bei Gasmotoren eine Erhöhung des thermodynamischen Wirkungsgrads, eine verbesserte Verbrennung in den Hauptbrennkammern der Zylinder, geringere Abgasemissionen, geringere Rußbildung und die Verringerung von Rußablagerungen im Bereich der Vorkammern sowie im Bereich von den Vorkammern zugeordneten Zündeinrichtungen, die der Fremdzündung im Bereich der Vorkammern dienen. Vorzugsweise kommen Gasmotoren mit Abgasrückführung zum Einsatz, insbesondere stöchiometrische Gasmotoren mit Abgasrückführung und 3-Wege-Katalysator.



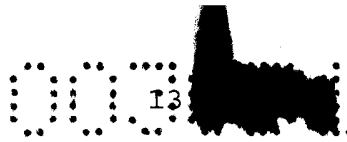
Bezugszeichenliste

| | |
|----|------------------------------------|
| 10 | Gasmotor |
| 11 | Zylinder |
| 12 | Hauptbrennkammer |
| 13 | Vorkammer |
| 14 | Überströmkanal |
| 15 | Abgasturbolader |
| 16 | Turbine |
| 17 | erster Luftpfad |
| 18 | Verdichter |
| 19 | Luft |
| 20 | verdichtete Luft |
| 21 | zweiter Luftpfad |
| 22 | Verdichter |
| 23 | Brenngas |
| 24 | Brenngas-Luft-Gemisch |
| 25 | verdichtetes Brenngas-Luft-Gemisch |
| 26 | Koppelleitung |
| 27 | Rückschalventil |
| 28 | Ladeluftkühler |
| 29 | Mischeinrichtung |
| 30 | Brenngas-Luft-Gemisch |
| 31 | Mischeinrichtung |
| 32 | Abgasrückführung |
| 33 | Abgasrückführung |
| 34 | Regeleinrichtung |
| 35 | Regeleinrichtung |
| 36 | Wärmetauscher |
| 37 | Verdichter |



Patentansprüche:

1. Gasmotor (10), mit mindestens einem Zylinder (11), wobei der oder jede Zylinder (11) eine Hauptbrennkammer (12) zur Verbrennung eines Brenngas-Luft-Gemischs und eine mit der Hauptbrennkammer (12) über einen Überströmkanal (14) gekoppelte, gespülte Vorkammer (13) umfasst, und mit mindestens einem Abgasturbolader (15), der eine Turbine (16) zur Entspannung von den oder jeden Zylinder (11) verlassendem Abgas und einen Verdichter (18, 22) zur Verdichtung von dem oder jedem Zylinder (11) zuzuführender Luft umfasst, gekennzeichnet durch mehrere Luftpfade für die dem oder jedem Zylinder (11) zuzuführende Luft, wobei über einen ersten Luftpfad (17) mit einem ersten Verdichter (18) zumindest Luft verdichtbar und der Hauptbrennkammer (12) des oder jedes Zylinders (11) zuführbar ist, und wobei über einen zweiten Luftpfad (21) mit einem zweiten Verdichter (22) ein Brenngas-Luft-Gemisch verdichtbar und der Vorkammer (13) des oder jedes Zylinders (11) zuführbar ist.
2. Gasmotor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Luftpfad (17) und der zweite Luftpfad (21) über ein Rückschlagventil (27) derart gekoppelt sind, dass vom zweiten Luftpfad (21) ein Teil des im zweiten Verdichter (22) verdichteten Brenngas-Luft-Gemischs in den ersten Luftpfad (17) stromabwärts des ersten Verdichters (18) einleitbar ist.
3. Gasmotor nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Verdichter (18) des ersten Luftpfads (17) ein Brenngas-Luft-Gemisch verdichtet und der Hauptbrennkammer (12) des oder jedes Zylinders (11) zuführt.



4. Gasmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass mit dem ersten Luftpfad (17) jedoch nicht mit dem zweiten Luftpfad (21) eine Abgasrückführung (32, 33) zusammenwirkt.
5. Gasmotor nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Abgasrückführung (32) Abgas stromaufwärts der Turbine (16) abzweigt und stromabwärts des ersten Verdichters (18) dem ersten Luftpfad (17) zuführt.
6. Gasmotor nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Abgasrückführung (33) Abgas stromabwärts der Turbine (16) abzweigt und stromaufwärts des ersten Verdichters (18) dem ersten Luftpfad (17) zuführt.
7. Gasmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass dem zweiten Luftpfad (21) stromabwärts des zweiten Verdichters (22) ein weiterer Verdichter (37) zugeordnet ist.
8. Gasmotor nach Anspruch 2 und 7, dadurch gekennzeichnet, dass der weitere Verdichter (37) im zweiten Luftpfad (21) stromabwärts des zweiten Verdichters (22) angeordnet ist, wobei eine das Rückschlagventil (27) aufweisende Koppleitung (26) des ersten und zweiten Luftpfads (17, 21) zwischen dem zweiten Verdichter (22) und dem weiteren Verdichter (37) vom zweiten Luftpfad (21) in Richtung auf den ersten Luftpfad (19) abzweigt.
9. Gasmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Verdichter (18) und der zweite Verdichter (22) gemeinsam ausgehend von einer gemeinsamen Turbine (16) antreibbar sind.

10. Gasmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Verdichter (18) und der zweite Verdichter (22) ausgehend von getrennten Turbinen (16) antreibbar sind.
11. Verfahren zum Betreiben eines Gasmotors (10), insbesondere eines Gasmotors nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei der Gasmotor (10) mindestens einen Zylinder (11) aufweist, wobei der oder jede Zylinder (11) eine Hauptbrennkammer (12) zur Verbrennung eines Brenngas-Luft-Gemischs und eine gespülte Vorkammer (13) umfasst, und wobei der Gasmotor (10) mindestens einen Abgasturbolader (15) aufweist, der eine Turbine (16) zur Entspannung von den oder jeden Zylinder (11) verlassendem Abgas und einen Verdichter (18, 22) zur Verdichtung von dem oder jedem Zylinder (11) zuzuführender Luft umfasst, dadurch gekennzeichnet, dass über einen ersten Luftpfad (17) mit einem ersten Verdichter (18) zumindest Luft verdichtet und der Hauptbrennkammer (12) des oder jedes Zylinders (1) zugeführt wird, und dass über einen zweiten Luftpfad (21) mit einem zweiten Verdichter (22) ein Brenngas-Luft-Gemisch verdichtet und der Vorkammer (13) des oder jedes Zylinders (11) zugeführt wird.
12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass vom zweiten Luftpfad (21) ein Teil des im zweiten Verdichter (22) verdichteten Brenngas-Luft-Gemischs in den ersten Luftpfad (17) stromabwärts des ersten Verdichters (18) eingeleitet wird.
13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass im ersten Verdichter (18) des ersten Luftpfads (17) ein Brenngas-Luft-Gemisch verdichtet wird.

00051

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass dem ersten Luftpfad (17) jedoch nicht dem zweiten Luftpfad (21) Abgas über eine Abgasrückführung (32, 33) zugeführt wird.

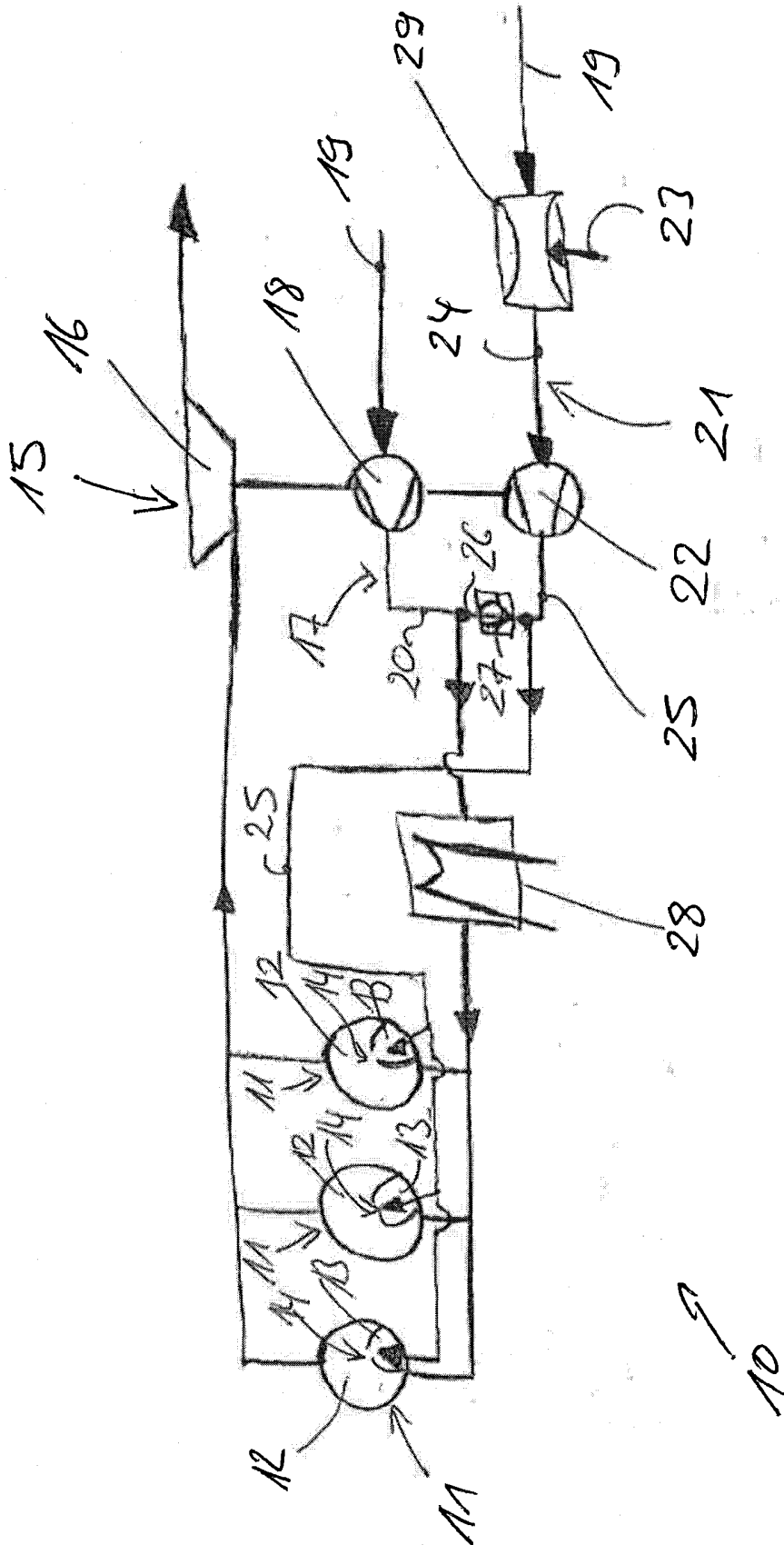


Fig. 1

0051

2/4

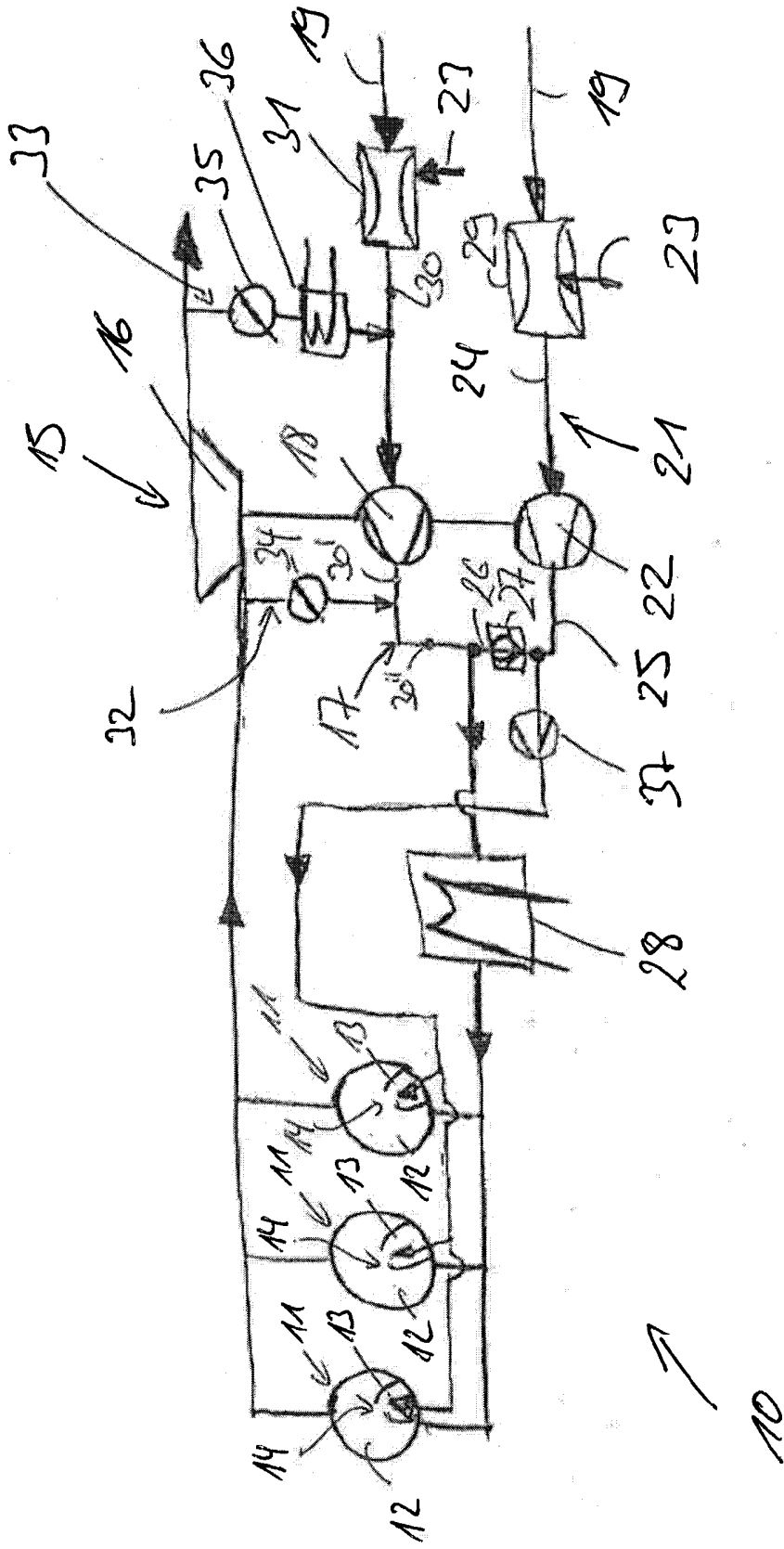


Fig. 2

00051

4/4

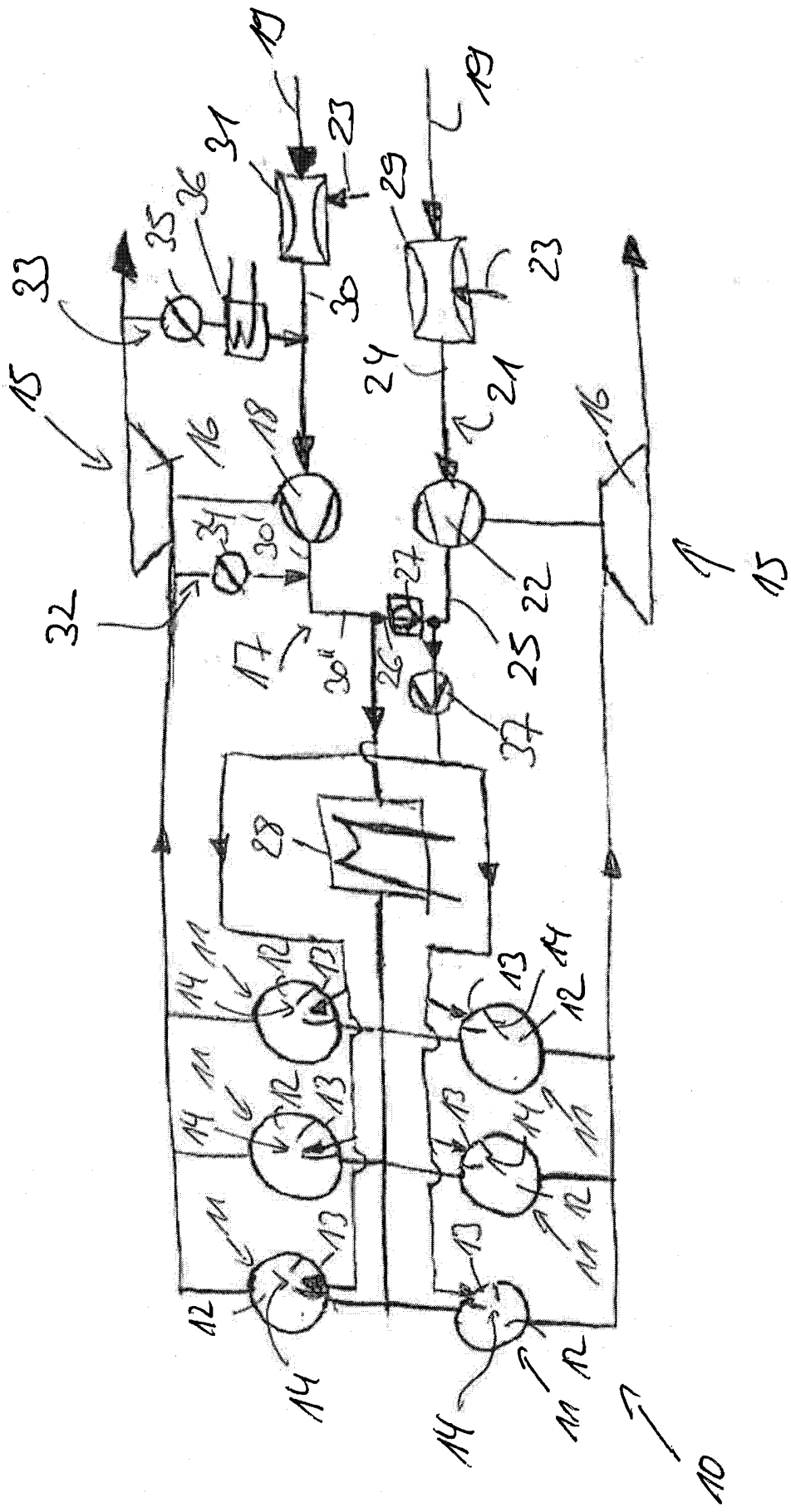


Fig. 4