

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 50549/2023
(22) Anmeldetag: 11.07.2023
(45) Veröffentlicht am: 15.12.2024

(51) Int. Cl.: **F02M 26/19** (2016.01)
F02M 35/10 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
CN 105003361 A
DE 102007035556 A1
US 8881712 B2

(73) Patentinhaber:
AVL List GmbH
8020 Graz (AT)
DAF Trucks N.V.
5643 TW Eindhoven (NL)

(72) Erfinder:
Cartellieri Peter Dipl.-Ing.
8010 Graz (AT)
Breitenberger Manfred Ing.
8042 Graz (AT)
Wéber Zsombor BSc
2084 Pilisszentiván (HU)
Szabó András Dipl.-Ing.
1025 Budapest (HU)
Altendorfer Helmut Dipl.-Ing.
4153 Peilstein/Mühl (AT)

(74) Vertreter:
Babeluk Patentanwälte GmbH
1080 Wien (AT)

(54) BRENNKRAFTMASCHINE MIT EINEM EINLASSSYSTEM

(57) Die Erfindung betrifft eine Brennkraftmaschine (1) mit einem Einlasssystem (3) mit zumindest einer Einlassleitung (5), einem Auslasssystem (6) mit zumindest einer Auslassleitung (8) und einem Abgasrückführsystem (9) mit zumindest einer Abgasrückführleitung (10) zum Rückführen von Abgas aus dem Auslasssystem (6) in das Einlasssystem (3), wobei im Bereich einer Einmündung (13) der Abgasrückführleitung (10) in die Einlassleitung (5) zumindest eine Mischeinrichtung (12) angeordnet ist, wobei die Mischeinrichtung (12) zumindest ein hohles, mit der Abgasrückführleitung (10) strömungsverbundenes und im Bereich der Einmündung (13) quer zu einer bei bestimmungsgemäßer Verwendung der Brennkraftmaschine (1) in der Einlassleitung (5) herrschenden Einlassströmung (19) in die Einlassleitung (5) hineinragendes Mischrohr (15, 16) aufweist, wobei das Mischrohr (15, 16) zumindest im innerhalb der Einlassleitung (5) angeordneten Bereich mehrere Öffnungen (17, 18) aufweist, über welche Öffnungen (17, 18) eine Strömungsverbindung

zwischen der Abgasrückführleitung (10) und der Einlassleitung (5) herstellbar ist.

Um eine homogene Verteilung des rückgeführten Abgases in der Einlassströmung (19) zu erreichen, ist vorgesehen, dass beabstandet von und benachbart zu dem Bereich, wo das zumindest eine Mischrohr (15, 16) an einer Innenwandung der Einlassleitung (5) seinen Ausgang nimmt, zumindest eine, die Abgasrückführleitung (10) und die Einlassleitung (5) strömungsverbindende Übertrittsöffnung (22) vorgesehen ist.

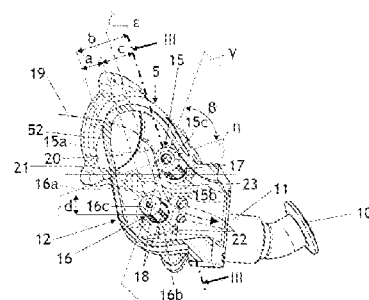


Fig. 5

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Brennkraftmaschine mit einem Einlasssystem mit zumindest einer Einlassleitung, einem Auslasssystem mit zumindest einer Auslassleitung und einem Abgasrückführsystem mit zumindest einer Abgasrückführleitung zum Rückführen von Abgas aus dem Auslasssystem in das Einlasssystem, wobei im Bereich einer Einmündung einer Abgasrückführleitung in die Einlassleitung zumindest eine Mischeinrichtung angeordnet ist, wobei die Mischeinrichtung zumindest ein hohles, mit der Abgasrückführleitung strömungsverbundenes und im Bereich der Einmündung quer - insbesondere normal - zu einer bei bestimmungsgemäßer Verwendung der Brennkraftmaschine in der Einlassleitung herrschenden Einlassströmung in die Einlassleitung hineinragendes Mischrohr aufweist, wobei das Mischrohr zumindest im innerhalb der Einlassleitung angeordneten Bereich mehrere Öffnungen aufweist, über welche Öffnungen eine Strömungsverbindung zwischen der Abgasrückführleitung und der Einlassleitung herstellbar ist, wobei beabstandet von und benachbart zu dem Bereich, wo das zumindest eine Mischrohr an einer Innenwandung der Einlassleitung seinen Ausgang nimmt, zumindest eine, die Abgasrückführleitung und die Einlassleitung strömungsverbindende Übertrittsöffnung vorgesehen ist, wobei vorzugsweise die Übertrittsöffnung hinsichtlich der Einlassströmung stromabwärts des zumindest einen Mischrohrs angeordnet ist.

[0002] Es sind verschiedene Lösungen bekannt, um Abgas über Abgasrückführleitungen in das Einlasssystem einer Brennkraftmaschine einzuleiten. Als besonders herausfordernd erweist sich dabei das gleichmäßige Vermischen des Abgases mit der Einlassluft, sodass die nachgelagerten Zylinder durchwegs mit der gleichen Menge an rückgeführtem Abgas versorgt werden. Insbesondere muss dafür Sorge getragen werden, dass keine Druckschwankungen aus dem Abgassystem in das Einlasssystem übertragen werden und den Betrieb der Brennkraftmaschine nachteilig beeinflussen.

[0003] Die CN 105 003 361 A offenbart eine Mischeinrichtung für in den Einlassstrang rückgeführtes Abgas, mit einem zylindrischen Mischraum, in welchem zwei Mischrohre um 90° versetzt und voneinander beabstandet angeordnet sind. Die beiden Mischrohre gehen von einer den Mischraum ringförmig umgebenden Verteilerkammer aus und durchsetzen jeweils den Mischraum in Querrichtung. Jedes der Mischrohre weist eine Reihe an Öffnungen in der Mantelfläche auf.

[0004] Weiters sind in der Wand des Verteilerraumes zwei Reihen an Übertrittsöffnungen angeordnet, welche die ringförmige Verteilerkammer mit dem Mischraum verbinden.

[0005] Die DE 10 2007 035 556 A1 beschreibt eine Mischeinrichtung zum Zumischen eines Abgasrückführstroms einer Brennkraftmaschine in einen mit einer Ladeluftleitung verbundenen Mischraum, an dessen Außenumfang zwei Verteilerkammern angeordnet sind, die jeweils über Öffnungen mit dem Mischraum verbunden sind. Quer durch den Mischraum verläuft ein perforiertes Mischrohr, das die beiden diametral in Bezug auf den Mischraum gegenüberliegend angeordneten Verteilerkammern miteinander verbindet. In zumindest eine der Verteilerkammern mündet eine Abgasrückführleitung ein.

[0006] Sowohl bei CN 105 003 361 A als auch bei DE 10 2007 035 556 A1 sind beide Enden jedes der Mischrohre mit der oder den Verteilerkammern verbunden. Die Mischrohre müssen dazu jeweils eine Länge aufweisen, die mindestens der lichten Weite des Mischraumes entspricht.

[0007] Die US 8,881,712 B2 offenbart ein Abgasmischsystem mit zwei voneinander beabstandeten Mischrohren, welche normal zu einer Einlassströmungsrichtung in eine Einlassleitung einmünden, wobei die beiden Mischrohre perforiert ausgeführt sind und von einer mit Verteilerkammer ausgehen, in welche eine Abgasrückführleitung einmündet. Die Mischrohre sind in Strömungsrichtung der Einlassströmung nacheinander angeordnet. Dabei wird das stromabwärtige Mischrohr vom stromaufwärtigen Mischrohr zum Teil abgeschattet, was die Durchmischung des rückgeführten Abgases mit der Frischluft nachteilig beeinflusst.

[0008] Aufgabe der Erfindung ist es, diese Nachteile aus dem Stand der Technik zu vermeiden und eine homogene Verteilung des rückgeführten Abgases in der Einlassströmung und eine gleichmäßige Versorgung der nachgelagerten Zylinder der Brennkraftmaschine zu erreichen.

[0009] Diese Aufgabe wird durch eine eingangs genannte Brennkraftmaschine erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass zumindest ein Mischrohr eine Länge aufweist, welche kürzer ist als eine lichte Weite der Einlassleitung im Bereich der Mischrohre.

[0010] Auf diese Weise lässt sich eine gleichmäßige Vermischung des rückgeführten Abgases mit der Einlassluft sicherstellen, insbesondere dann, wenn die Einmündung sehr nahe einem Einlasssammler angeordnet ist und sich nur eine sehr kurze Mischstrecke ergibt. Durch die Kombination aus Mischrohr und Übertrittsöffnung werden die durch die Einleitung entstehenden Turbulenzen in der Einlassströmung reduziert, so dass die Einlassströmung durch die Einleitung so wenig wie möglich beeinflusst wird. Besondere Vorteile ergeben sich dann, wenn die Einlassleitung außermittig in den Einlasssammler einmündet - durch die Kombination aus perforiertem Mischrohr und Übertrittsöffnung wird das rückgeführte Abgas derart in der Einlassströmung verteilt, dass alle Zylinder, also sowohl die nahe dem Eintritt der Einlassleitung in den Einlasssammler als auch die fern dieses Eintritts, gleichmäßig mit Abgas versorgt werden. Es können auch mehrere Übertrittsöffnungen, vorzugsweise mit unterschiedlichem Strömungsquerschnitt, vorgesehen sein, die mit gleichem oder unterschiedlichem Abstand zum Mischrohr angeordnet sind.

[0011] In einer Variante der Erfindung mündet die Abgasrückführleitung außerhalb der Einlassleitung in eine Verteilerkammer ein, die vorzugsweise an die Einlassleitung angrenzt, wobei die Verteilerkammer einen größeren Querschnitt als die Abgasrückführleitung aufweist und das zumindest eine Mischrohr und die Übertrittsöffnung von der Verteilerkammer ausgehen. Auf diese Weise können Druckschwankungen in der Abgasrückführleitung abgefangen und eine Strömungsberuhigung des Abgases erreicht werden, bevor es über das Mischrohr und die Übertrittsöffnung in die Einlassleitung eingeleitet wird.

[0012] Für eine besonders schonende Einleitung des rückgeführten Abgases können zwei Mischrohre vorgesehen sein, wobei vorzugsweise zumindest ein Mischrohr stromaufwärts zumindest eines anderen Mischrohrs angeordnet ist. Dadurch lässt sich eine besonders homogene Einströmung des rückgeführten Abgases gewährleisten. Die Übertrittsöffnung bzw. die Übertrittsöffnungen können dabei jeweils nur einem Mischrohr zugeordnet werden, vorzugsweise dem stromabwärts angeordneten Mischrohr, in Ausführungsformen können aber auch Übertrittsöffnungen bei beiden Mischrohren vorgesehen sein.

[0013] In einer weiteren Variante der Erfindung weisen die Rohrlängsachsen zumindest zweier Mischrohre unterschiedlich Abstände zu einer Innenwandseite der Einlassleitung aufweisen, wobei vorzugsweise der Abstand zwischen den Rohrlängsachsen und der Innenwandseite in einer Normalprojektion auf eine durch eine Rohrlängsachse verlaufenden Normalebene auf eine Mittelachse der Einlassströmung in der Einlassleitung gemessen wird.

[0014] Zumindest zwei Mischrohre sind bezogen auf die Einlassströmung seitlich versetzt in der Einlassleitung angeordnet.

[0015] Die Differenz der Abstände zwischen den Rohrlängsachsen zumindest zweier Mischrohre und der Innenwandseite entspricht vorzugsweise mindestens einem Durchmesser d - günstigerweise mindestens 1,5-mal dem Durchmesser zumindest eines Mischrohres.

[0016] In einer Ausführungsvariante der Erfindung ist vorgesehen, dass die Rohrlängsachsen zumindest zweier Mischrohre, vorzugsweise die gesamten Mischrohre, auf verschiedenen Seiten einer normal zur Normalebene verlaufenden Längsmittlebene der Einlassleitung angeordnet sind.

[0017] Dadurch wird eine gegenseitige Abschattung der Mischrohre verhindert und die Vermischung des rückgeführten Abgases mit der Einlassströmung wesentlich verbessert.

[0018] Die gegenseitige Abschattung der Mischrohre kann besonders gut vermieden werden, wenn eine durch die Rohrlängsachsen von zwei Mischrohren aufgespannte Bezugsebene mit

einer durch eine Rohrlängsachse verlaufenden Normalebene auf die Einlassströmung einen Winkel kleiner 90° aufspannt, wobei vorzugsweise der Winkel zwischen 30° und 60° , insbesondere etwa 45° , beträgt.

[0019] Vorzugsweise sind die Mischrohre parallel zueinander und insbesondere normal zur Strömungsrichtung der Einlassströmung angeordnet.

[0020] In weiterer Ausführung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Länge des zumindest einen Mischrohres zwischen 60% und 80% der lichten Weite beträgt. Zwischen der Innenwand der Einlassleitung und den Stirnseiten der Mischrohre ist somit ein Abstand ausgebildet, welcher vorzugsweise zwischen 20% und 40% der lichten Weite beträgt. Dadurch wird eine zu starke Drosselung der Einlassströmung und eine nachteilige Beeinflussung der Zylinderfüllung vermieden.

[0021] Die Erfindung wird im Folgenden anhand eines nichteinschränkenden Ausführungsbeispiels, das in den Figuren dargestellt ist, näher erläutert. Darin zeigen:

[0022] Fig. 1 eine erfindungsgemäße Brennkraftmaschine in einer schematischen Darstellung,

[0023] Fig. 2 ein Teil des Einlasssystem dieser Brennkraftmaschine in einer axonometrischen Darstellung,

[0024] Fig. 3 eine Mischeinrichtung des Einlasssystem in einer axonometrischen Darstellung in einem Schnitt gemäß der Linie III-III in Fig. 5,

[0025] Fig. 4 die Mischeinrichtung in einer Schnittdarstellung gemäß der Linie III-III in Fig. 5 und

[0026] Fig. 5 die Mischeinrichtung in einer axonometrischen Darstellung in einem Schnitt gemäß der Linie V-V in Fig. 4.

[0027] Fig. 1 zeigt schematisch eine erfindungsgemäße Brennkraftmaschine 1 mit mehreren in Reihe angeordneten Zylindern 2. Im dargestellten Ausführungsbeispiel weist die Brennkraftmaschine 1 fünf Zylinder 2 auf, die Erfindung ist aber auch auf Brennkraftmaschinen 1 mit weniger oder mehr Zylindern 2, beispielsweise drei, vier oder sechs Zylindern 2, anwendbar.

[0028] Die Brennkraftmaschine 1 weist ein Einlasssystem 3 mit zumindest einer in einen Einlasssammler 4 mündenden Einlassleitung 5 auf. Die Einlassleitung 5 mündet im dargestellten Ausführungsbeispiel außermittig in den Einlasssammler 4 ein. Außermittig bedeutet hier, dass sich die Mündung 14 der Einlassleitung 5 nicht in der Mitte des Einlasssammlers 4 befindet, so dass die beiden äußersten Zylinder 2 der Brennkraftmaschine 1 jeweils gleich weit von der Einlassleitung 5 entfernt sind, sondern ein erster äußerer Zylinder 2a näher zu der Mündung 14 der Einlassleitung 5 positioniert ist als ein zweiter äußerer Zylinder 2b. Während die Erfindung nicht auf derartige Konstellationen beschränkt ist, kann die erfindungsgemäße Lösung hier strömungstechnische Vorteile bewirken, wie nachfolgend gezeigt wird.

[0029] Ein Auslasssystem 6 der Brennkraftmaschine 1 umfasst zumindest eine von einem Auslasssammler 7 ausgehende Auslassleitung 8 und ein Abgasrückführsystem 9 mit zumindest einer Abgasrückführleitung 10 zur Rückführung von Abgas aus dem Auslasssystem 6 in das Einlasssystem 3.

[0030] Eventuelle Einbauten und Armaturen im Einlasssystem 3, im Auslasssystem 6 und im Abgasrückführsystem 9 wie zum Beispiel Abgasreinigungseinrichtungen, Kühleinrichtungen, Filter, Klappen, Ventile, Turbinen und Verdichter sind aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht dargestellt.

[0031] Die Abgasrückführleitung 10 zweigt von der Auslassleitung 8 ab und mündet in die Einlassleitung 5 ein.

[0032] Die Einmündung 13 der Abgasrückführleitung 10 in die Einlassleitung 5 ist hier im Bereich der Mündung 14 der Einlassleitung 5 in den Einlasssammler 4 angeordnet. Damit kann das Bauvolumen bzw. das Packaging, optimiert werden, was insbesondere bei beengten Platzverhältnissen von Vorteil ist. Grundsätzlich kann die erfindungsgemäße Lösung aber auch für Anordnungen

zum Einsatz kommen, bei denen die Einmündung 13 von dem Abgassammler 4 weiter entfernt ist.

[0033] Wie insbesondere in Fig. 2 erkennbar ist, mündet die Abgasrückführleitung 10 über eine Verteilerkammer 11 und eine Mischeinrichtung 12 in die Einlassleitung 5 ein. Innerhalb der Einlassleitung 5 ergibt sich damit ein Mischraum 20, in dem die Einlassluft mit dem rückgeführten Abgas vermischt wird. Der Bereich mit dem Mischraum 20 bildet einen Mischerteil 52, stromaufwärts davon befindet sich der Einlassungsteil 51. Einlassungsteil 51 und Mischerteil 52 können einstückig ausgeführt sein und Abschnitte der Einlassleitung 5 bilden oder mehrstückig und als separate, zusammengefügte Bauteile ausgeführt sein. Der Mischraum 20 kann also entweder in die einteilig ausgebildete Eingangsleitung 5 integriert oder durch einen separat ausgeführten Mischerteil 52 gebildet sein, welcher zwischen Eingangssammler 4 und Einlassleitungsteil 51 angeordnet ist.

[0034] Die Verteilerkammer 11 ist außerhalb der Einlassleitung 5 angeordnet und grenzt an diese an. Sie weist einen größeren Querschnitt auf als die Abgasrückführleitung 11. Mit anderen Worten erweitert sich die Abgasrückführleitung 11 unmittelbar vor bzw. bei der Einmündung 13 derart, dass sich eine Vergrößerung des Strömungsquerschnitts ergibt.

[0035] Die Figuren 3 bis 5 enthalten genauere Darstellungen eines Ausführungsbeispiels zur Einlassung des rückgeführten Abgases in den Mischraum 20. Die Mischeinrichtung 12 weist dazu zumindest ein erstes hohles Mischrohr 15 und ein zweites hohles Mischrohr 16 auf, welche Mischrohre 15, 16 quer -insbesondere normal - zu der Einlassströmung 19 orientiert sind, die sich bei bestimmungsgemäßer Verwendung der erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine 1 in der Einlassleitung 5 ergibt. Die Mischrohre 15, 16 ragen im Bereich der Einmündung 13 in den Mischraum 20 der Einlassleitung 5 hinein.

[0036] Die Mischrohre 15, 16 nehmen dabei an einer Innenwandung der Einlassleitung 5 ihren Ausgang und ragen in die Einlassleitung 5 hinein. Die Mischrohre 15, 16 bzw. deren hohles Inneres gehen dabei von der an die Einlassleitung 5 grenzenden Verteilerkammer 11 aus, in welche die Abgasrückführleitung 10 einmündet. Die Verteilerkammer 11 ist durch eine Trennwand 23 vom Mischraum 20 getrennt.

[0037] Das erste Mischrohr 15 weist eine Anzahl von Öffnungen 17 auf und das zweite Mischrohr 16 weist ebenfalls eine Anzahl an Öffnungen 18 auf, wobei die Öffnungen 17, 18 beispielsweise am Mantel 15b, 16b und/oder an der Stirnseite 15c, 16c jedes Mischrohres 15, 16 angeordnet sind. Mit anderen Worten sind die Mischrohre 15, 16 zumindest im innerhalb der Einlassleitung 5 angeordneten Bereich perforiert ausgeführt, weisen also jeweils mehrere Öffnungen 17, 18 auf. Über die Öffnungen 17, 18 ergibt sich eine Strömungsverbindung zwischen der Abgasrückführleitung 10 und der Einlassleitung 5, insbesondere dem Mischraum 20. Rückgeführtes Abgas strömt also aus der Abgasrückführleitung 10 in die Verteilerkammer 11, weiter in das hohle Innere der Mischrohre 15, 16 und durch die Öffnungen 17, 18 in die Einlassleitung 5.

[0038] Wie insbesondere in den Fign. 3 und 4 erkennbar ist, sind die Öffnungen 17, 18 des ersten 15 und des zweiten Mischrohrs 16 hier mit identischen Durchmessern ausgeführt und in einer Reihenform parallel zu den Rohrlängsachsen 15a, 16a der Mischrohre 15, 16 angeordnet. Es sind auch andere, nicht dargestellte Ausführungsvarianten möglich, bei denen die Öffnungen 17, 18 unterschiedliche Durchmesser oder Formen haben und in andere Weise auf den Mischrohren 15, 16 angeordnet sind.

[0039] Erfindungsgemäß ist beabstandet von und benachbart zu dem Bereich, wo die Mischrohre 15, 16 an der Innenwandung der Einlassleitung 5 ihren Ausgang nehmen, zumindest eine, die Abgasrückführleitung 10 und die Einlassleitung 5 strömungsverbindende Übertrittsöffnung 22 vorgesehen. Bevorzugt nehmen auch diese Übertrittsöffnungen 22 in der Verteilerkammer 11 ihren Ausgang.

[0040] Im dargestellten Ausführungsbeispiel sind drei Übertrittsöffnungen 22 vorgesehen, die beabstandet zu und benachbart von dem zweiten Mischrohr 16 angeordnet sind. Beabstandet bedeutet im Rahmen der vorliegenden Offenbarung, dass die Übertrittsöffnungen 22 eine definierte

Distanz zu dem jeweils nächstgelegenen Mischrohr 15, 16 aufweisen. Diese Distanz ist zumindest gleich groß wie der Querschnitt der Öffnungen 17, 18 der Mischrohre 15, 16, vorzugsweise gleich groß oder größer als der Durchmesser der jeweiligen Übertrittsöffnung 22. Mit anderen Worten ist der Abstand jeder Übertrittsöffnung 22 zu dem nächstgelegenen Mischrohr 15, 16 zumindest so groß wie der Durchmesser dieser Übertrittsöffnung 22. Wie insbesondere in Fig. 5 erkennbar ist, sind zwei Übertrittsöffnungen 22 mit einem ersten Durchmesser ausgeführt und eine dritte Übertrittsöffnung 22 mit einem zweiten, größeren Durchmesser, wobei die Übertrittsöffnungen 22 jeweils zumindest einen Abstand, der ihrem jeweiligen Durchmesser entspricht, von dem zweiten Mischrohr 16 entfernt sind.

[0041] Benachbart bedeutet im Rahmen der vorliegenden Offenbarung, dass sich die Übertrittsöffnungen 22 trotz des beschriebenen Abstands in einem Nahbereich des jeweiligen Mischrohrs 15, 16 befinden, so dass sich ein Zusammenwirken des aus den Öffnungen 17, 18 und den Übertrittsöffnungen 22 austretenden rückgeführten Abgases ergibt.

[0042] Die Übertrittsöffnungen 22 sind hinsichtlich der Einlassströmung 19 stromabwärts des zweiten Mischrohrs 16 angeordnet.

[0043] Es sind auch nicht dargestellte Ausführungsvarianten möglich, bei denen weniger oder mehr Übertrittsöffnungen 22, die nur beim ersten Mischrohr 15 oder verteilt sowohl beim ersten 15 als auch beim zweiten Mischrohr 16 angeordnet sind. Die Übertrittsöffnungen 22 sind bevorzugt stromabwärts des jeweils zugeordneten Mischrohrs 15, 16 anzuordnen.

[0044] Durch die zumindest eine Übertrittsöffnung 22 lässt sich eine besonders gleichmäßige Versorgung aller Zylinder 2 mit rückgeführtem Abgas ermöglichen. Insbesondere bei einer außermittigen Mündung 14 der Einlassleitung 5 in den Einlasssammler 4 - wie im vorliegenden Fall - kann so der nächste Randzylinder der in Reihe angeordneten Gruppe an Zylindern 2, also der erste äußere Zylinder 2a (siehe Fig. 1), ausreichend mit Abgas versorgt werden. Diesen Zweck erfüllt die Übertrittsöffnung 22 in der Trennwand 23 zwischen Verteilerkammer 11 und Mischraum 20 (Figuren 3 bis 5).

[0045] Die Mischrohre 15, 16 und alle Übertrittsöffnungen 22 gehen von der Verteilerkammer 11 aus. Das gesamte rückgeführte Abgas sammelt sich also in der Verteilerkammer 11 und strömt von dort durch die Mischrohre 15, 16 und die zumindest eine Übertrittsöffnung 22 in die Einlassleitung 5 bzw. den dortigen Mischraum 22.

[0046] Mit 15a, 16a sind die Rohrlängsachsen der Mischrohre 15, 16 bezeichnet. Im Ausführungsbeispiel sind die Rohrlängsachsen 15a, 16a der Mischrohre 15, 16 parallel zueinander angeordnet (Fig. 3).

[0047] Wie aus Fig. 5 am besten erkennbar ist, weisen die Rohrlängsachsen 15a, 16a der Mischrohre 15, 16 unterschiedlich Abstände a, b zu einer Innenwandseite 21 der Einlassleitung 5 auf. Das zweite Mischrohr 16 befindet sich - bezogen auf die Einlassströmung 19 - stromabwärts, aber seitlich versetzt zu dem ersten Mischrohres 15.

[0048] Mit anderen Worten besteht ein seitlicher Versatz zwischen den Rohrlängsachsen 15a und 16a, in Richtung der Einlassströmung 19 betrachtet. Der seitliche Versatz - also die Differenz c der Abstände a, b zwischen den Rohrlängsachsen 15a, 16a der beiden Mischrohre 15, 16 und der ersten Innenwandseite 21 der Einlassleitung 5 entspricht mindestens dem Durchmesser d - beispielsweise mindestens 1,5-mal dem Durchmesser d - zumindest eines Mischrohrs 15, 16. Die Abstände a, b zwischen den Rohrlängsachsen 15a, 16a und der Innenwandseite 21 und der Versatz c werden in einer Normalprojektion auf eine durch eine Rohrlängsachse 15a, 16a verlaufenden Normalebene n auf die Strömungsmittelachse der Einlassströmung 19 gemessen (Fig. 5).

[0049] Im Ausführungsbeispiel ist vorgesehen, dass eine durch die beiden Rohrlängsachsen 15a, 16a aufgespannte Bezugsebene γ mit der durch die erste oder zweite Rohrlängsachse 15a, 16a verlaufenden Normalebene η auf die Einlassströmung 17 einen Winkel $\beta < 90^\circ$ aufspannt, wobei der Winkel β günstigerweise zwischen 30° und 60° , beispielsweise etwa 45° , beträgt (Fig. 5).

[0050] Zumindest ein Mischrohr 15, 16 weist eine Länge L auf, die kürzer ist als eine lichte Weite

w der Einlassleitung 5 im Bereich der Mischrohre 15, 16 - gemessen in Richtung der Rohrlängsachsen 15a, 16a. Die Länge L des zumindest einen Mischrohres 15, 16 beträgt beispielsweise zwischen 60% und 80% der lichten Weite w. Zwischen der, der Verteilerkammer 11 abgewandten, Innenwand 24 der Einlassleitung 5 und der Stirnseite 15c, 16c des Mischrohres 15, 16 ist somit ein Abstand ausgebildet ist, welcher beispielsweise zwischen 20% und 40% der lichten Weite w beträgt (Fig. 3, 4).

[0051] Die erfindungsgemäße Lösung erlaubt durch die Kombination aus zumindest einem perforierten Mischrohr 15, 16 und zumindest eine dazu benachbarte und beabstandete Übertrittsöffnung 22 eine homogene Verteilung des eingeleiteten rückgeführten Abgases in die Einlassleitung 5. Dadurch werden die nachgelagerten Zylinder 2 gleichmäßig mit rückgeführtem Abgas versorgt.

[0052] Dadurch kann auch die Mischstrecke, also der Bereich, über den die Vermischung von rückgeführtem Abgas und Einlassluft erfolgt, gegenüber herkömmlichen Lösungen deutlich verkürzt werden, so dass sich Vorteile hinsichtlich des Packagings und ein geringerer Platzbedarf des Einlasssystems 3 ergeben.

Patentansprüche

1. Brennkraftmaschine (1) mit einem Einlasssystem (3) mit zumindest einer Einlassleitung (5), einem Auslasssystem (6) mit zumindest einer Auslassleitung (8) und einem Abgasrückführsystem (9) mit zumindest einer Abgasrückführleitung (10) zum Rückführen von Abgas aus dem Auslasssystem (6) in das Einlasssystem (3), wobei im Bereich einer Einmündung (13) der Abgasrückführleitung (10) in die Einlassleitung (5) zumindest eine Mischeinrichtung (12) angeordnet ist, wobei die Mischeinrichtung (12) zumindest ein hohles, mit der Abgasrückführleitung (10) strömungsverbundenes und im Bereich der Einmündung (13) quer - insbesondere normal - zu einer bei bestimmungsgemäßer Verwendung der Brennkraftmaschine (1) in der Einlassleitung (5) herrschenden Einlassströmung (19) in die Einlassleitung (5) hineinragendes Mischrohr (15, 16) aufweist, wobei das Mischrohr (15, 16) zumindest im innerhalb der Einlassleitung (5) angeordneten Bereich mehrere Öffnungen (17, 18) aufweist, über welche Öffnungen (17, 18) eine Strömungsverbindung zwischen der Abgasrückführleitung (10) und der Einlassleitung (5) herstellbar ist, wobei beabstandet von und benachbart zu dem Bereich, wo das zumindest eine Mischrohr (15, 16) an einer Innenwandung der Einlassleitung (5) seinen Ausgang nimmt, zumindest eine die Abgasrückführleitung (10) und die Einlassleitung (5) strömungsverbindende Übertrittsöffnung (22) vorgesehen ist, wobei vorzugsweise die Übertrittsöffnung (22) hinsichtlich der Einlassströmung (19) stromabwärts des zumindest einen Mischrohrs (15, 16) angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest ein Mischrohr (15, 16) eine Länge (L) aufweist, welche kürzer ist als eine lichte Weite (w) der Einlassleitung (5) im Bereich der Mischrohre (15, 16).
2. Brennkraftmaschine (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abgasrückführleitung (10) außerhalb der Einlassleitung (5) in eine Verteilerkammer (11) einmündet, die vorzugsweise an die Einlassleitung (5) angrenzt, wobei die Verteilerkammer (11) einen größeren Querschnitt als die Abgasrückführleitung (10) aufweist und das zumindest eine Mischrohr (15, 16) und die Übertrittsöffnung (22) von der Verteilerkammer (11) ausgehen.
3. Brennkraftmaschine (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest zwei Mischrohre (15, 16) vorgesehen sind, wobei vorzugsweise zumindest ein Mischrohr (15) stromaufwärts zumindest eines anderen Mischrohrs (16) angeordnet ist.
4. Brennkraftmaschine (1) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Rohrlängsachsen (15a, 16a) zumindest zweier Mischrohre (15, 16) unterschiedlich Abstände (a, b) zu einer Innenwandseite (21) der Einlassleitung (5) aufweisen, wobei vorzugsweise der Abstand (a, b) zwischen den Rohrlängsachsen (15a, 16a) und der Innenwandseite (21) in einer Normalprojektion auf eine durch eine Rohrlängsachse (15a) verlaufenden Normalebene (n) auf eine Mittelachse der Einlassströmung (19) in der Einlassleitung (5) gemessen wird.
5. Brennkraftmaschine (1) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Differenz (c) der Abstände (a, b) zwischen den Rohrlängsachsen (15a, 16a) zumindest zweier Mischrohre (15, 16) und der Innenwandseite (21) mindestens einem Durchmesser (d) - vorzugsweise mindestens 1,5-mal dem Durchmesser (d) zumindest eines Mischrohres (15, 16), entspricht.
6. Brennkraftmaschine (1) nach einem der Ansprüche 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Rohrlängsachsen (15a, 16a) zumindest zweier Mischrohre (15, 16), vorzugsweise die gesamten Mischrohre (15, 16), auf verschiedenen Seiten einer normal zur Normalebene (n) verlaufenden Längsmittlebene (ε) der Einlassleitung (5) angeordnet sind.
7. Brennkraftmaschine (1) nach einem der Ansprüche 3 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine durch die Rohrlängsachsen (15a, 16a) von zwei Mischrohren (15, 16) aufgespannte Bezugsebene (γ) mit einer durch zumindest eine Rohrlängsachse (15a, 16a) verlaufenden Normalebene (η) auf die Einlassströmung (17) einen Winkel (β) < 90° aufspannt, wobei vorzugsweise der Winkel (β) zwischen 30° und 60°, insbesondere etwa 45°, beträgt.
8. Brennkraftmaschine (1) nach einem der Ansprüche 3 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest zwei Mischrohre (15, 16) parallel zueinander angeordnet sind.

9. Brennkraftmaschine (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Länge des zumindest einen Mischrohres (15, 16) zwischen 60% und 80% der lichten Weite (w) beträgt.

Hierzu 3 Blatt Zeichnungen

1/3

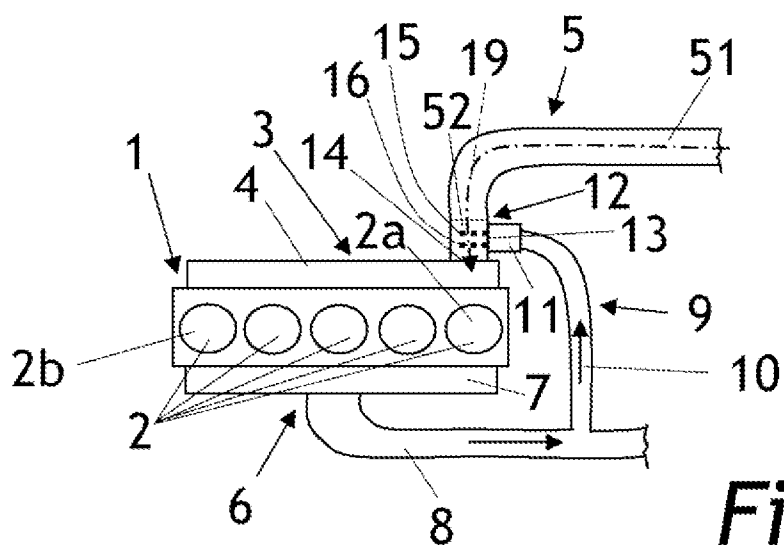


Fig. 1

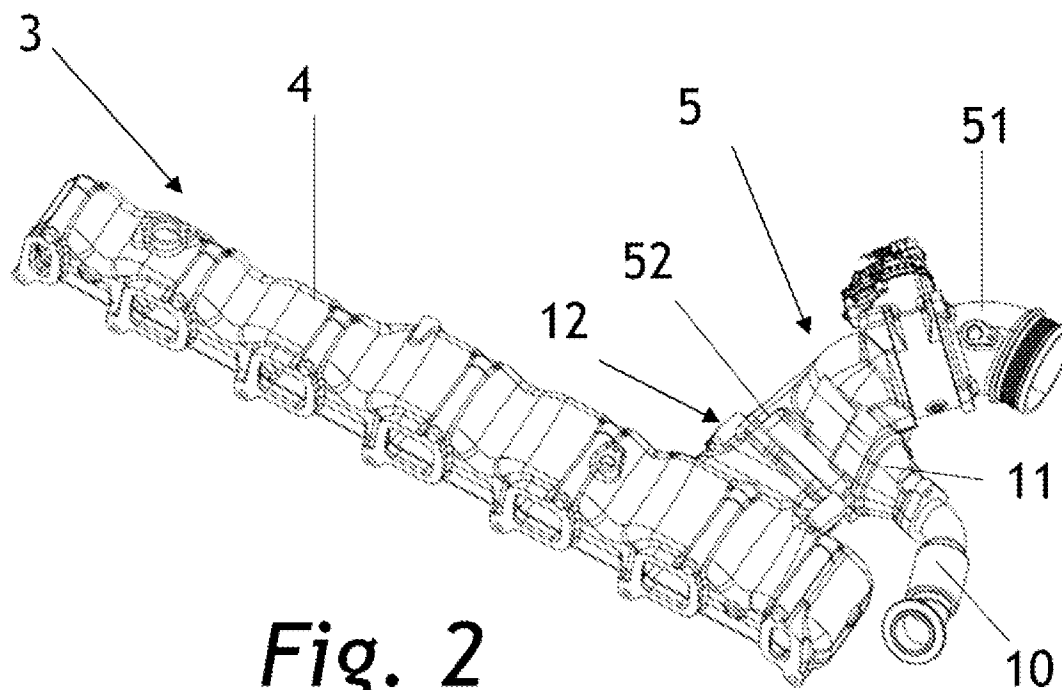
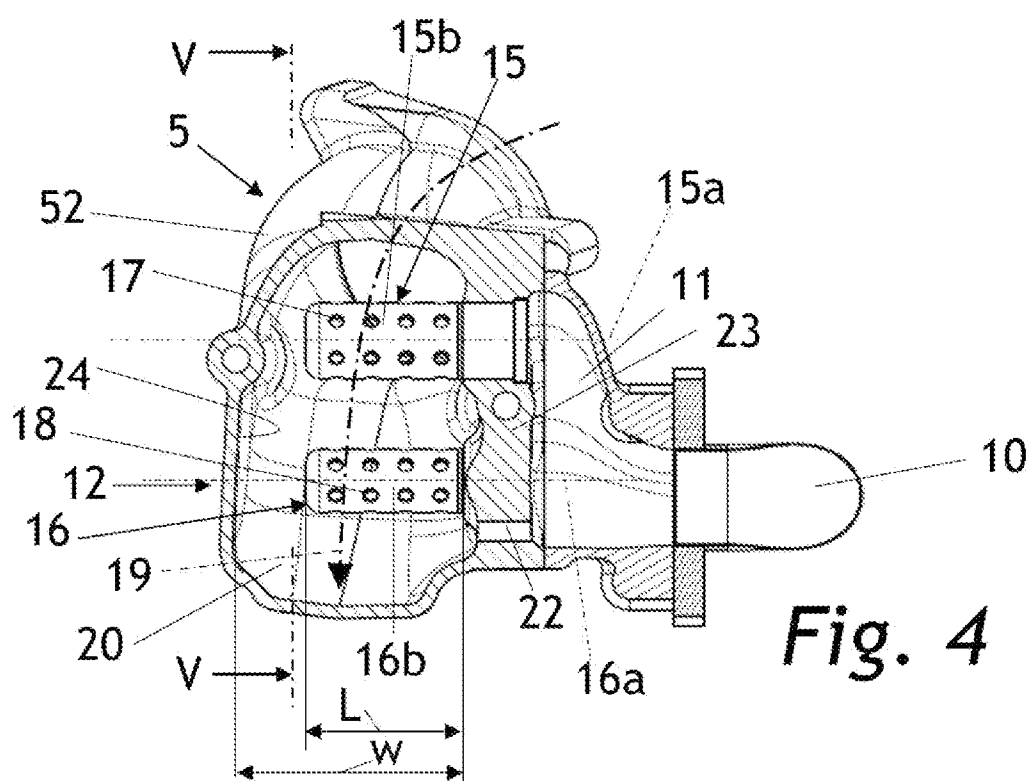
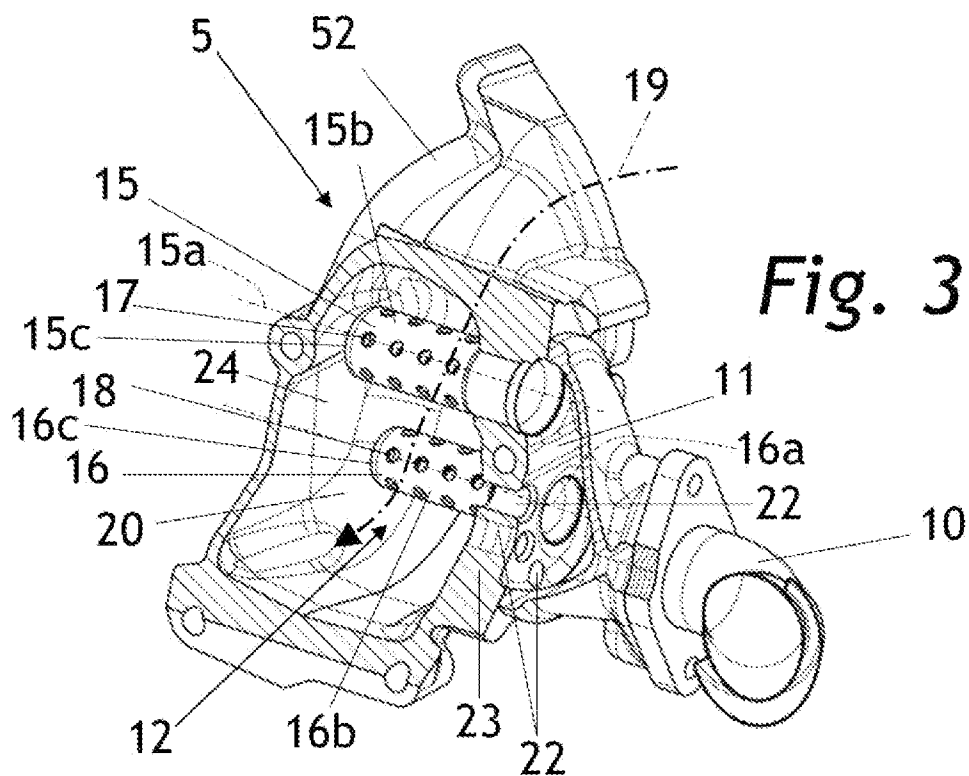


Fig. 2

2/3



3/3

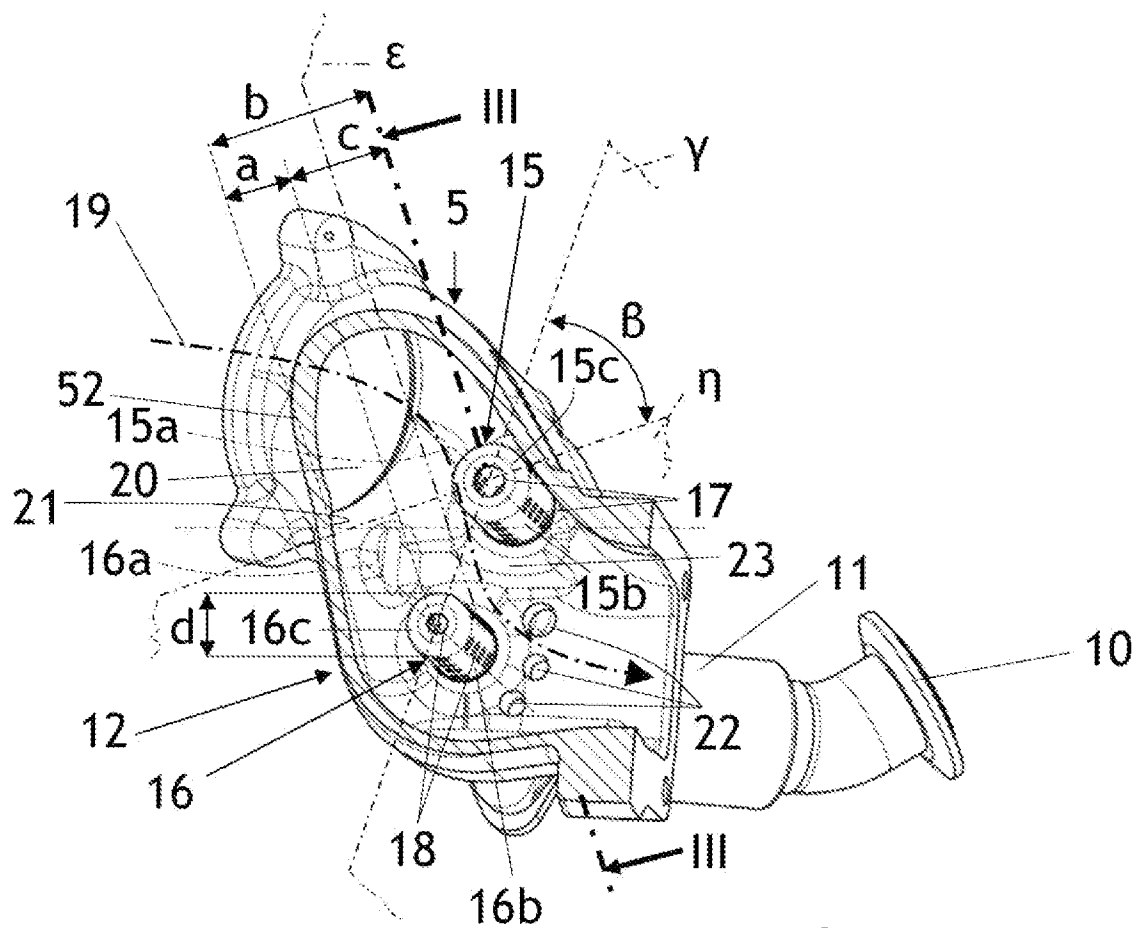


Fig. 5