



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 10 2005 036 082 A1 2006.02.16

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: 10 2005 036 082.3

(51) Int Cl.⁸: **F02B 37/18 (2006.01)**

(22) Anmeldetag: 22.07.2005

F02D 21/08 (2006.01)

(43) Offenlegungstag: 16.02.2006

F02M 25/07 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
04164570 23.07.2004 GB

(74) Vertreter:
Dr. Heyner & Dr. Sperling Patentanwälte, 01277 Dresden

(71) Anmelder:
Visteon Global Technologies, Inc., Van Buren Township, Mich., US

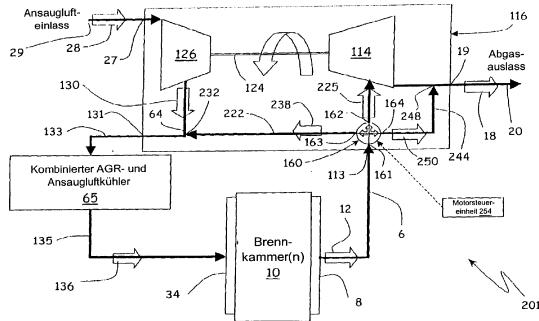
(72) Erfinder:
Whelan, Chris, Southwick, Sussex, GB; Joyce, Steven, Redhill Surrey, RH1 2BY, GB

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Ladedruckverstärkter Verbrennungsmotor mit Abgasrückführung**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und einen Apparat für das Verstärken des Druckes der Ladeluft (136) zu einem Verbrennungsmotor (201), der mit einem Abgasrückführungs-(AGR-)System (238) ausgestattet ist. Der Verbrennungsmotor hat eine Anzahl von Brennkammern (10), einen zu den Brennkammern (10) hinführenden Motorluftteinlasskanal (135), einen von den Brennkammern (10) wegführenden Motorabgasauslasskanal (6), einen Turbolader (116) mit einem abgasgetriebenen Turbinenlaufrad (114), das mit einem Verdichter (126) für das Verdichten der Ansaugluft (28) verbunden ist. Ein Abgasrückführungs-(AGR-)System (222) ist zum Rückführen des Abgases (238) aus dem Motorabgasauslasskanal (6) an den Motorlufteinlasskanal (135) vorgesehen und ein Abgasbypasskanal (244) ist zum Umleiten des Abgases (250) vorgesehen, das sonst das Laufrad (114) erreichen würde. Der Verbrennungsmotor hat ein einziges unitäres Steuerventil (160) mit einem zum Empfangen des Abgases (12) aus dem Motorabgasauslasskanal (6) vorgesehenen Ventileinlass (161) und drei Ventilauslässe (162, 163, 164), wobei ein erster (162) der Ventilauslässe Abgas zum AGR-System (222) für die Rückführung zum Motorlufteinlasskanal (135) bereitstellt, ein zweiter (164) der Ventilauslässe Abgas (250) zum Abgasbypasskanal (244) bereitstellt und ein dritter (164) der Ventilauslässe Abgas (225) zum Laufrad (114) bereitstellt.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und einen Apparat für das Verstärken des Druckes der Ladeluft eines Verbrennungsmotors, der mit einem Abgasrückführungs-(AGR)System ausgestattet ist, und speziell auf einen solchen Verbrennungsmotor, der ein kombiniertes AGR/Turboladerby-pass-Steuerventil für die Steuerung der Menge des rückgeführten Abgases und der Leistung eines Abgasturboladers hat. Die Erfindung ist insbesondere, jedoch nicht ausschließlich für die Verwendung in einem Dieselmotor vorgesehen.

Stand der Technik

[0002] Ein Weg zur Verstärkung des Druckes der Ladeluft besteht in der Verwendung eines Turboladers, der normalerweise einen von einer motorabgasgetriebenen Turbinenwelle angetriebenen Rotationsverdichter für das Verdichten der Ansaugluft hat. Als Ergebnis wird mehr Luft in eine Brennkammer des Motors eingeleitet, wodurch sich die Motorleistung erhöht.

[0003] Beim Verdichten der Luft wird diese gleichzeitig erwärmt. Das Verdichten der Motoransaugluft erhöht also die Temperatur der in die Brennkammer des Motors eingeleiteten Luft. Die erhöhte Lufttemperatur steigert die Temperatur der Brennkammer und der sie umgebenden Motorkomponenten, was die thermische Belastung erhöhen und die Lebensdauer verringern kann. Häufig wird deshalb die verdichtete Ansaugluft gekühlt, um die Luftmenge, die ohne nachteilige Erhöhung der Brennkammertemperatur verdichtet werden kann, zu erhöhen. Außerdem kann diese Kühlung allgemein die in die Brennkammer mit einem vorgegebenen Druck eingeleitete Luftmenge vergrößern, da kühle Luft eine höhere Dichte als heiße Luft hat. Deshalb kann die Ansaugluftkühlung helfen, die Motorleistung zu steigern.

[0004] Durch Emissionsvorschriften wird jetzt begonnen, das Mischen der Ansaugluft mit dem rückgeführten Abgas für viele Kraftfahrzeugmotoren zur Pflicht zu machen, da das die NOX-Emissionen (z. B. Stickstoffdioxid usw.) verringern kann. NOX wird oberhalb bestimmter Verbrennungstemperaturen in wesentlich größeren Mengen gebildet. Das Mischen des rückgeführten Abgases mit der Motoransaugluft kann die Verbrennungstemperatur absenken und dadurch die NOX-Bildung verringern. Das Abgas ist jedoch heiß. Deshalb ist es analog zur verdichteten Ansaugluft von Vorteil, das Abgas zu kühlen, bevor es in die Brennkammer des Motors eintritt. Besonders das Kühlen des rückgeführten Abgases kann die Menge des Abgases, das mit einem vorgegebenen Einlassdruck in die Brennkammer eingeleitet werden kann, vergrößern (z. B. Erhöhung des Massenstroms).

[0005] Kühler für das Kühlen verdichteter Ansaugluft werden gewöhnlich als Ladeluftkühler oder Zwischenkühler bezeichnet. Zwischenkühler können zwar durch das Motorkühlmittel oder andere Flüssigkeiten gekühlt werden, sind jedoch meist luftgekühlt. Ein luftgekühlter Zwischenkühler umfasst normalerweise eine Anordnung von Rohren, durch die die verdichtete Ansaugluft strömen kann. Zwischenkühler, die für die meisten Personenwagen- und leichten Lastwagenmotoren eine ausreichende Kühlleistung bereitstellen können, haben keine übermäßige Größe und weisen relativ einfache, robuste und wartungsfreie Konstruktionen auf. Sie sind normalerweise aus Aluminium oder Plastwerkstoffen gefertigt, da sie nur relativ geringen Temperaturen (niedriger als etwa 200°C) ausgesetzt sind.

[0006] Kühler für das Kühlen des rückgeführten Abgases werden gewöhnlich als Abgasrückführungs-(AGR-)Kühler bezeichnet. Ein AGR-Kühler umfasst normalerweise eine zylindrische Kapsel, die ein oder mehrere Wärmeaustauschrohre enthält, durch das bzw. die das Abgas strömen kann. Durch die Kapsel rundum die Rohre strömt flüssiges Kühlmittel. Das Kühlmittel steht deshalb mit dem Abgas in Wärmetauschausbeziehung und kann es kühlen. Es wird flüssiges Kühlmittel verwendet, da es für eine vorgegebene Wärmeaustauschfläche typischerweise eine höhere Kühlleistung als Luftkühlung bereitstellen kann. Deshalb können die Wärmeaustauschrohre einen relativ großen Durchmesser und eine relativ kleine Oberfläche haben, wodurch der AGR-Kühler gegen das Ablagern von Ruß in den Rohren beständig ist. AGR-Kühler sind normalerweise aus Stahl gefertigt. Ein Grund dafür besteht darin, dass das Abgas so heiß werden kann, dass es andere Materialien, wie z. B. Aluminium und Plastwerkstoffe, schädigt, Stahl jedoch gegenüber hohen Temperaturen beständiger ist.

[0007] Wenn also sowohl die Motoransaugluft als auch das rückgeführte Abgas gekühlt werden sollen, werden gewöhnlich zwei separate Kühler bereitgestellt, nämlich ein Zwischenkühler und ein AGR-Kühler. Ein Beispiel einer solchen Anordnung wird in der EP 1 138 928 A2 offenbart. Es ist jedoch möglich, einen wie zum Beispiel im Patent US 6,167,703 B1 offenbarten kombinierten AGR- und Ansaugluftkühler zu verwenden.

[0008] Sämtliche solche dem Stand der Technik entsprechenden Systeme verursachen signifikante Kosten infolge der Bereitstellung von Leitungen zwischen der Einlass- und der Auslassseite und ebenso der Ventile zur Steuerung des Stroms der Abgase sowie der mit dem Betrieb solcher Ventile verbundenen Steuerungssysteme. Deshalb ist es wünschenswert, die mit einer solchen Hardware verbundenen Kosten soweit wie möglich zu reduzieren.

Aufgabenstellung

[0009] Entsprechend der Erfindung wird ein Verdichter- und Abgasrückführungs-(AGR-)Apparat für einen Verbrennungsmotor bereitgestellt, wobei der Apparat ein Turbinenlaufrad, einen zum Laufrad hinführenden Abgaseinlass für die Bereitstellung des Abgases aus einer oder mehreren Brennkammern eines Verbrennungsmotors zwecks Antreibens des Laufrads, einen Abgasauslass für das Ableiten des Abgases vom Laufrad, einen zum Antreiben durch das Laufrad vorgesehenen Verdichter, einen Lufteinlass für die Lieferung von Ansaugluft an den Verdichter, einen vom Verdichter wegführenden Druckluftauslass für die Bereitstellung von Druckluft an einer oder mehreren Brennkammern eines Verbrennungsmotors, einen Abgasbypasskanal für die Steuerung der zum Antrieb des Laufrads verwendeten Abgasmenge, einen AGR-Kanal für die Rückführung des Abgases vom Abgaseinlass zum Druckluftauslass und ein kombiniertes Turbinenlaufrad- und AGR-Steuerventil umfasst, das vorgesehen ist, um das Abgas vom Abgaseinlass zu empfangen und die über den AGR-Kanal zum Druckluftauslass, über den Abgasbypasskanal zum Abgasauslass und zum Laufrad strömenden Anteile des Abgases zu steuern.

[0010] Entsprechend der Erfindung wird außerdem ein Verbrennungsmotor bereitgestellt, der eine oder mehrere Brennkammern, einen zu den Brennkammern führenden Motorlufteinlasskanal, einen von den Brennkammern wegführenden Motorabgasauslasskanal, einen Turbolader mit einem zum Antreiben durch das Abgas aus dem Motorabgasauslasskanal vorgesehenen Turbinenlaufrad und einen vom Laufrad angetriebenen Verdichter für das Verdichten der Luft, die in den Motorlufteinlasskanal eingelassen wird, ein zur Rückführung des Abgases vom Motorabgasauslasskanal zum Motorlufteinlasskanal vorgesehenes AGR-System und einen Abgasbypasskanal, der zum Umleiten des Abgases vorgesehen ist, das sonst das Laufrad erreichen würde, umfasst, wobei der Motor ein Steuerventil mit einem zum Empfangen des Abgases aus dem Motorabgasauslasskanal vorgesehenen Ventileinlass und drei Ventilauslässe umfasst, wobei ein erster der Ventilauslässe Abgas zum AGR-System für die Rückführung zum Motorlufteinlasskanal bereitstellt, ein zweiter der Ventilauslässe Abgas zum Abgasbypasskanal bereitstellt und ein dritter der Ventilauslässe Abgas zum Laufrad bereitstellt.

[0011] Außerdem wird entsprechend der Erfindung ein Verfahren zum Betreiben eines Verbrennungsmotors bereitgestellt, der einen Turbolader mit einem Turbinenlaufrad/Verdichter-Verbund und einem Abgaslaufradbypass, ein AGR-System und ein kombiniertes Turbinenlaufrad- und AGR-Steuerventil umfasst, wobei das Verfahren die Schritte umfasst:

i) Bereitstellen von Abgas aus dem Motor zum An-

treiben des Laufrads und damit des Verdichters;
 ii) Verwenden des Verdichters zum Verdichten der an den Motor gelieferten Ansaugluft;
 iii) Verwenden des Bypasses zum Ableiten des Abgases vor Erreichen des Laufrads;
 iv) Verwenden des AGR-Systems zum Rückführen eines Anteils des vom Motor erzeugten Abgases;
 v) Verwenden des kombinierten Turbinenlaufrad- und AGR-Steuerventils zur Steuerung der durch den Bypass geleiteten Abgasmenge und der durch das AGR-System rückgeführten Abgasmenge und damit der das Laufrad erreichenden Abgasmenge.

[0012] Die Verwendung des kombinierten Turbinenlaufrad- und AGR-Steuerventils bringt wesentliche Vorteile mit sich. Insbesondere lässt die Anordnung eine effizientere Trassierung der Leitungen rund um einen Verbrennungsmotor für die Abgasrückführung von der Auslassseite zur Einlassseite des Motors zu. Der Turbolader ist normalerweise an einer Seite des Motors angeordnet, um das zum Antreiben des Laufrads und zum Liefern verdichteter Luft an den Motor verwendete Abgas in geeigneter Weise zu empfangen. Die Verwendung des kombinierten Ventils erlaubt deshalb die maximale Nutzung der Leitungen für die zur Lieferung von Abgas an das Laufrad und zur Lieferung von Druckluft an den Motor auf jeden Fall erforderliche Abgasrückführung. Die Erfindung hilft deshalb, in der überfüllten Umgebung eines typischen Verbrennungsmotors für ein Fahrzeug Platz zu sparen, und ermöglicht eine Verringerung der Komplexität und Anzahl der zur Trassierung des rückgeführten Abgases zwischen der Auslassseite und der Einlassseite des Motors verwendeten Komponenten.

[0013] Der Apparat umfasst vorteilhafterweise ein das Laufrad, den Verdichter und das Steuerventil umschließendes Gehäuse. Dadurch wird eine kompakte Einheit bereitgestellt, die während der Fertigung leichter zu installieren ist und weniger Komponenten hat, die der rauen Umgebung des Motorraums eines Kraftfahrzeugs ausgesetzt sind.

[0014] Das Steuerventil, der Abgasbypasskanal und der AGR-Kanal sind deshalb vorzugsweise in einem unitären Apparat integriert.

[0015] Der AGR-Kanal ist zur Rückführung des ungekühlten Abgases vom Abgaseinlass zum Druckluftauslass ausgelegt, und der Verdichter ist zur Lieferung der ungekühlten Druckluft an den Druckluftauslass ausgelegt. Durch Bereitstellung einer vom Turbolader getrennten Kühlung kann diese in Bezug zum Motor oder Motorraum an jeder passenden Stelle bereitgestellt werden.

[0016] In einer Vorzugsausgestaltung der Erfindung verhindert das Steuerventil eine Rückführung des

Abgases jedesmal dann, wenn dem Abgas gestattet ist, das Laufrad zu umgehen. Das ist hilfreich bei der Vereinfachung der Konstruktion und des Betriebs des kombinierten Steuerventils, da die Abgasrückführung allgemein nur bei niedrigen und mittleren Motordrehzahlen erwünscht ist, wenn der Turbolader keine wesentliche Motoraufladung bereitstellt und deshalb der Bypass nicht verwendet wird.

[0017] Analog kann das Steuerventil das Abgas jedesmal dann an der Umgehung des Laufrads hindern, wenn das Abgas rückgeführt wird. Das ist hilfreich bei der Vereinfachung der Konstruktion und des Betriebs des kombinierten Steuerventils, da die Abgasrückführung allgemein nicht bei hohen Motordrehzahlen erwünscht ist, wenn die Turboaufladung signifikant ist und durch die Verwendung des Bypasses begrenzt wird.

[0018] Alternativ kann das Steuerventil die Anteile des rückgeführten Abgases steuern, wenn das Abgas das Laufrad umgeht.

Ausführungsbeispiel

[0019] Die Erfindung wird anhand von Beispielen und mit Bezug auf die zugehörigen Zeichnungen weiter beschrieben, in denen sind:

[0020] [Fig. 1](#) ein Blockschaubild eines konventionellen Verbrennungsmotors, der eine Turboladereinheit mit einem herkömmlichen Zwischenkühler und einem herkömmlichen AGR-System sowie einem AGR-Kühler verwendet;

[0021] [Fig. 2](#) eine schematische Darstellung einer ersten Ausgestaltung der Erfindung entsprechenden aufgeladenen Verbrennungsmotors mit einem einzigen kombinierten Turbinenlaufrad- und AGR-Ventil für die Steuerung des Stroms des rückgeführten Abgases und des Bypassabgases zu einem separaten Zwischenkühler bzw. einem AGR-Kühler und deshalb auch für die Steuerung des Abgasstroms zu einem Turboladerlaufrad;

[0022] [Fig. 3](#) eine schematische Darstellung einer der ersten ähnlichen zweiten Ausgestaltung der Erfindung entsprechenden aufgeladenen Verbrennungsmotors, in dem das kombinierte Turbinenlaufrad- und AGR-Ventil in die Turboladereinheit integriert ist;

[0023] [Fig. 4](#) eine grafische Darstellung, die den Anteil des rückgeführten Abgases an der Gesamtmenge der in den Lufteinlass zum Motor eingesetzten Gase zeigt; und

[0024] [Fig. 5](#) eine grafische Darstellung, die die Anteile des durch das kombinierte Turbinenlaufrad- und AGR-Ventil zum AGR und zum Turbinenlaufradby-

pass in den Ausgestaltungen der Erfindung geleiteten Abgases zeigt.

[0025] [Fig. 1](#) stellt einen dem Stand der Technik entsprechenden turboaufgeladenen Motor 1 mit AGR in schematischer Form dar. Der Motor 1 umfasst eine konventionelle Kühlung der verdichteten Ansaugluft unter Verwendung eines herkömmlichen luftgekühlten Zwischenkühlers 2 und einer herkömmlichen AGR-Kühlung mithilfe eines AGR-Kühlers 4. Die Kühler 2, 4 können aus Aluminium oder Stahl sein, und der AGR-Kühler 4 kann durch (nicht dargestellte) Kühlmitteleinlässe und -auslässe das Motorkühlmittel zum Kühlen des rückgeführten Abgases verwenden.

[0026] Ein Hauptmotorabgaskanal 6 führt weg von einer Abgasverteilung 8 auf der Auslassseite der einen oder mehreren Brennkammern 10 des Motors 1. Der Motorabgaskanal 6 befördert das Abgas 12 von der Abgasverteilung 8 hin zu einem Turboladerabgas einlass 13, der zu einem Turbinenlaufrad 14 eines Turboladers 16 führt. Das Abgas 18 verlässt den Turbolader 16 über einen Turboladerabgasauslass 19, der in einen nachgeschalteten Abgasauslasskanal 20 mündet. Ein vorgeschalteter AGR-Kanal 22 zweigt vom Hauptmotorabgaskanal 6 zum AGR-Kühler 4 ab. Der vorgeschaltete AGR-Kanal 22 bildet zusammen mit dem AGR-Kühler 4 und einem nachgeschalteten AGR-Kanal 37 einen AGR-Weg zwischen der Auslassseite 8 und der Einlassseite 34 der Brennkammern 10.

[0027] Das Laufrad 14 des Turboladers 16 ist durch eine Welle 24 mit einem Rotationsverdichter 26 für das Verdichten der an einem Turboladerlufteinlass 27 aus dem vorgeschalteten Lufteinlasskanal 29 empfangenen Motoransaugluft 28 verbunden. Das Laufrad 14 kann deshalb den Rotationsverdichter 26 unter Einwirkung des über den Turboladerabgas einlass 13 empfangenen Abgases 25 antreiben. Ein Turboladerabgasauslass 31 vom Verdichter 26 ist mit einem Druckluftauslasskanal 33 für das Befördern der heißen verdichteten Motoransaugluft 30 zum Zwischenkühler 2 verbunden. Obwohl nicht dargestellt, können ein Verdichterbypass und ein Bypasssteuerventil zwischen dem vorgeschalteten Lufteinlasskanal 29 und dem Druckluftauslasskanal 33 bereitgestellt werden, um das Regulieren der verdichteten Ansaugluft 30 zu unterstützen.

[0028] Der Zwischenkühler 2 ist ausgelegt, um die heiße verdichtete Motoransaugluft 30 aus dem Rotationsverdichter 26 zu empfangen, zu kühlen und die gekühlte Druckluft 36 an einem zu einer Einlassverteilung 34 auf der Einlassseite der Brennkammern 10 führenden Motorlufteinlasskanal 35 bereitzustellen.

[0029] Analog ist der AGR-Kühler 4 ausgelegt, um einen Teil 38 des aus den Brennkammern 10 über den AGR-Zweigkanal 22 ausgestoßenen heißen Ab-

gases **12** zu empfangen, zu kühlen und das gekühlte rückgeführte Abgas **40** am nachgeschalteten AGR-Kanal **37** bereitzustellen, der an einem Zusammenfluss oder Mischpunkt **32** auf den Motorlufteinlasskanal **35** trifft, wobei an dem Mischpunkt **32** das gekühlte rückgeführte Abgas **40** mit der gekühlten Druckluft **36** vor Eintritt in die Brennkammern **10** vermischt wird.

[0030] Ein AGR-Regelventil **42** ist zwischen dem AGR-Kühler **4** und dem Mischpunkt **32** zur Steuerung der Menge des gekühlten Abgases **40** angeordnet, das zum Mischpunkt **32** rückgeführt und damit an der Einlassverteilung **34** und den Brennkammern **10** bereitgestellt wird.

[0031] Zwecks Steuerung und Begrenzung des am Laufrad **14** bereitgestellten Abgasanteils **25** und damit der aus der Gesamtmenge der Abgase **12** gewonnenen Energie wird ein Turboladerabgasbypasskanal **44** zwischen einem Abzweigpunkt **46** am Hauptmotorabgaskanal **6** und einem Zusammenflusspunkt **48** am nachgeschalteten Abgasauslasskanal **20** bereitgestellt. Der Strom des Bypassabgases **50** durch den Bypasskanal **44** wird durch ein Ladedruckregelventil **52** gesteuert.

[0032] Eine oder mehrere Motorsteuereinheiten **54** sind zur Steuerung des Betriebs der Ventile **42, 52** über die Steuerleitungen **56, 58** und damit der Menge des rückgeführten Abgases **50** und der durch den Turbolader **16** bereitgestellten Leistungsverstärkung vorgesehen.

[0033] [Fig. 2](#) stellt einen turboaufgeladenen Motor **101** mit Abgasrückführung (AGR) entsprechend einer ersten Ausgestaltung der Erfindung in schematischer Weise dar. Zur Vereinfachung sind die gekennzeichneten Elemente, die denen dem Stand der Technik gemäßen Motor **1** entsprechen, mit denselben Bezugnummern bezeichnet.

[0034] Die Erfindung unterscheidet sich vom Stand der Technik dadurch, dass es nur ein unitäres AGR/Bypass-Steuerventil **60** für die Steuerung des Stroms des Motorabgases **12** zum Turboladerlaufrad **14**, einen Turboladerabgasbypasskanal **144** und einen Abgasrückführungsweg gibt, der einen vorgeschalteten AGR-Kanal **122**, einen AGR-Kühler **104** und einen nachgeschalteten AGR-Kanal **137** umfasst.

[0035] Das Steuerventil **60** ist ein Dreiwedgedrehschieberventil, das einen Einlass **61** hat, in den das Abgas **12** aus dem Hauptmotorabgaskanal **6** einströmt. Das Ventil hat drei Auslässe, von denen ein erster **62** mit dem Turboladerabgaseinlass **13**, ein zweiter **63** mit dem vorgeschalteten AGR-Kanal **122** und ein dritter mit dem Bypasskanal **144** verbunden sind. Das Steuerventil **60** ist zur Steuerung der zum

Laufrad **14**, zum AGR-System **122, 104, 137** und zum Abgasbypasskanal **144** gelieferten Teilmengen des Abgases **125, 138, 150** konfiguriert.

[0036] Wie beim dem Stand der Technik entsprechenden Motor **1** wird Druckluft **30** vom Verdichter **26** aus dem Turboladerabgasauslass **31** zu einem Druckluftauslasskanal **33** geleitet, der wiederum die heiße verdichtete Motoransaugluft **30** zum Zwischenkühler **2** befördert. Die gekühlte Druckluft **36** im Motorlufteinlasskanal **35** wird dann mit dem gekühlten rückgeführten Abgas **140** an einem der Einlassverteilung **34** vorgeschalteten Zusammenflusspunkt **132** vermischt.

[0037] Der Zusammenflusspunkt **132** umfasst einen (nicht dargestellten) Lufttrichter. Insbesondere hat der Zusammenflusspunkt **132** eine Einschnürungsstelle für das Durchlassen der gekühlten verdichteten Motoransaugluft **36**. In der Seitenwand der Einschnürungsstelle ist ein Einlass für das Durchlassen des gekühlten Abgases **140** bereitgestellt, so dass danach das Gasgemisch **36, 140** zur Einlassverteilung **34** auf der Einlassseite der Brennkammern **10** geleitet wird.

[0038] Eine Motorsteuereinheit **154** ist über eine Steuerleitung **156** zur Steuerung des Betriebs des Steuerventils **60** und damit der Menge des rückgeführten Abgases **140**, des Bypassabgases **150** und des an das Laufrad **14** gelieferten Abgases **125** und folglich zur Steuerung der vom Turbolader **16** bereitgestellten Leistungsverstärkung vorgesehen.

[0039] Die Menge des zum Mischpunkt **132** rückgeführten Abgases **138** wird durch Änderung der durch die verschiedenen Ventilauslässe **62, 63, 64** des Steuerventils **60** strömenden Menge des Abgases gesteuert. Die den Zwischenkühler **2** bzw. den AGR-Kühler **104** durchströmenden Mengen der verdichteten Ansaugluft **30** und des rückgeführten Abgases **138** werden in Abhängigkeit der Motorbelastung variiert, wie [Fig. 4](#) zeigt, in der der Anteil des rückgeführten Abgases **140** im an der Einlassverteilung **34** bereitgestellten Gesamtgasgemisch **36, 140** grafisch dargestellt ist. Wie zu erkennen ist, liegt der maximale Anteil von etwa 40 % bei einer minimalen Motorbelastung von 10 % und fällt bei einer Motorbelastung von etwa 50 % auf null ab.

[0040] [Fig. 5](#) zeigt, wie das durch die Motorsteuereinheit **154** gesteuerte Steuerventil **60** die zu den drei Ventilauslässen **62, 63, 64** strömenden Anteile des Abgases festlegt. Bei einer minimalen Motorbelastung von 10 % werden etwa 20 % des Abgases **12** dem AGR-Weg **122, 104, 137** und kein Abgas zum Bypasskanal **144** geliefert, was bedeutet, dass 80 % des Abgases **125** zum Laufrad **14** strömen.

[0041] Wenn die Motorbelastung bis auf etwa 50 %

ansteigt, wird noch kein Abgas am Bypasskanal **144** bereitgestellt, und der am AGR-Weg **122, 104, 137** bereitgestellte Anteil des Abgases **12** fällt stetig auf null ab, so dass ab diesem Punkt das gesamte Abgas **12** als Abgas **125** zum Turboladerlaufrad **14** strömt.

[0042] Bei einer Motorbelastung über 50 % steigt die zum Bypass **144** gelieferte Menge des Abgases **125** an, um die Drehzahl des Turboladers **16** und damit die Motorleistung zu begrenzen, während kein Teil vom Abgas **12** am AGR-Weg **122, 104, 137** bereitgestellt wird. Bei einer Motordrehzahl über 90 % umgeht das gesamte Abgas **12** das Laufrad **14**.

[0043] [Fig. 3](#) zeigt einen einer zweiten Ausgestaltung der Erfindung entsprechenden aufgeladenen Verbrennungsmotor **210**. Die zweite Ausgestaltung **210** unterscheidet sich von der ersten Ausgestaltung in der Ausstattung mit einem unitären AGR/Bypass-Steuerventil **160**, das in die Turboladereinheit **116** integriert ist. Wiederum sind zur Vereinfachung wie zuvor die gekennzeichneten Elemente, die denen dem Stand der Technik gemäß Motor **1** oder der ersten Ausgestaltung gemäß Motor **101** entsprechen, mit denselben Bezugnummern bezeichnet. Wie bei der ersten Ausgestaltung **101** ist das Steuerventil **160** ein Drehschieberventil mit einem einzigen Ventileinlass **161**, der das gesamte Motorabgas **12** empfängt, und drei Ventilauslässen, die variierende Anteile des Abgases **225, 238, 250** zum Laufrad **114**, zu einem AGR-Kanal **222** und einem Turboladerbypasskanal **244** befördern. Die Abgasanteile **225, 238, 250** werden wie mit Bezug auf die [Fig. 4](#) und [Fig. 5](#) voranstehend beschrieben gesteuert, um die Menge des rückgeführten Abgases **238** und die Leistung eines Verdichters **126** in der Turboladereinheit **116** zu steuern.

[0044] Die zweite Ausgestaltung **201** der Erfindung führt zu wesentlichen Vorteilen hinsichtlich einer Verringerung der Anzahl der notwendigerweise bereitzustellenden Komponenten und Abgasanschlüsse. Weil sich das Ventil **160** innerhalb der Turboladereinheit **116** befindet, trifft das auch für den AGR-Kanal **222**, den Bypasskanal **244** und die Zusammenflusspunkte **232, 248** zu.

[0045] Wie bei der ersten Ausgestaltung umfasst der AGR-Zusammenflusspunkt **232** einen (nicht dargestellten) Lufttrichter, der eine Einschnürungsstelle für das Durchlassen der ungekühlten verdichteten Motoransaugluft **130** hat. In der Seitenwand der Einschnürungsstelle ist ein Einlass für das Durchlassen des ungekühlten Abgases **238** bereitgestellt, so dass anschließend das ungekühlte Gasgemisch **130, 238** an einem Turboladerdruckluftauslass **131** und in einem einem Zwischenkühler **65** für das Kühlen des Gemischs aus Druckluft **130** und Abgas **238** vorgeschalteten ungekühlten Druckluftkanal **133** bereitgestellt wird. Der kombinierte Zwischenkühler kann

durch (nicht dargestellte) Kühlmitteleinlässe und -auslässe das Motorkühlmittel zum Kühlen des Gemischs aus Druckluft **130** und rückgeführtem Abgas **238** verwenden.

[0046] Der kombinierte Zwischenkühler **65** liefert ein gekühltes Gasgemisch **136** in einen Motorlufteinlasskanal **135**, der zur Einlassverteilung **34** auf der Einlassseite der Brennkammern **10** führt.

[0047] Deshalb erleichtert die Erfindung außerdem die Verwendung eines einzigen Zwischenkühlers **65** anstelle des Einsatzes von zwei getrennten Kühlern für die Druckluft und das rückgeführte Abgas, so dass weitere Vorteile bezüglich der Reduzierung der Teilezahl und des Platzbedarfs im Motorraum eines Kraftfahrzeugs geboten werden.

[0048] Das Steuerventil **160**, der AGR-Kanal **222**, der Bypasskanal **244** und die AGR- und Bypass-Zusammenflusspunkte **232, 248** sind vorzugsweise sämtlich in einem (nicht dargestellten) Turboladergehäuse, zum Beispiel ein bearbeitetes Gussteil, untergebracht. Besonders das Steuerventil **160** kann einen in ein das Laufrad **114** des Turboladers **116** umschließendes Gehäuse eingegossenen Körper haben.

[0049] In den dargestellten Ausgestaltungen **101, 201** strömt die gesamte Gaskombination, d. h. die Gesamtheit der Ansaugluft und des rückgeführten Abgases, durch separate oder kombinierte Kühler. In einer anderen (nicht dargestellten) Ausgestaltung ist jedoch eine dem AGR- oder dem kombinierten Kühler **104, 65** vorgeschaltete Stelle über einen Bypasskanal mit einer dem Kühler **104** bzw. **65** nachgeschalteten Stelle verbunden. Zum Beispiel kann in der zweiten Ausgestaltung ein solcher Bypasskanal eine Stelle zwischen dem Mischpunkt **232** oder dem Verdichterauslass **131** und dem Lufteinlasskanal **135** und die Einlassverteilung **34** der Brennkammern **10** verbinden. Dieser Bypasskanal erlaubt eine AGR- oder kombinierte Gaskühlung, die während des Motorauwärmens oder Ähnlichem umgangen wird.

[0050] Der Motor **101** bzw. **201** der beschriebenen Ausgestaltungen ist vorzugsweise ein Dieselmotor. Die Erfindung kann jedoch gleichermaßen auf einen Benzinmotor, Flüssiggas-(LPG)Motor oder Ähnliches angewendet werden. Analog sind die beschriebenen Motoren **101, 201** für Kraftfahrzeuganwendungen, üblicherweise für Personen- und leichte Lastwagen, bestimmt. Jedoch können sie selbstverständlich in einem breit gefächerten Bereich anderer Anwendungen, wie z. B. für einen Stromerzeuger, verwendet werden.

[0051] In der voranstehenden Beschreibung sind zahlreiche spezielle Details dargelegt worden, um ein umfassendes Verständnis der Erfindung zu bekom-

men. Es ist jedoch einer mit dem Fachgebiet vertrauten Person offensichtlich, dass die Erfindung ohne Verwendung dieser speziellen Details in die Praxis umgesetzt werden kann. Andererseits sind allgemein bekannte Verfahren und Strukturen nicht ausführlich beschrieben worden, um die Erfindung nicht unnötig schwer verständlich erscheinen zu lassen.

[0052] Zum Beispiel kann es in einigen Anwendungen der Erfindung wünschenswert sein, eine Teilmenge des Abgases durch den Bypasskanal zu leiten, während gleichzeitig eine andere Teilmenge des Gases durch das AGR-System geleitet wird. Analog muss das rückgeführte Abgas nicht durch einen Lufttrichter im Mischpunkt von rückgeführtem Abgas und Ansaugluft geleitet werden.

[0053] Ebenso sind die beschriebenen Ausgestaltungen der Erfindung nur Beispiele dafür, wie die Erfindung implementiert werden kann. Modifikationen, Variationen und Änderungen an den beschriebenen Ausgestaltungen werden jenen einfallen, die eine angemessene Erfahrung und das entsprechende Wissen haben. Diese Änderungen, Modifikationen und Variationen können ausgeführt werden, ohne dass vom wahren Sinn und klaren Geltungsbereich der durch die beigefügten Patentansprüche definierten Erfindung abgewichen wird.

Patentansprüche

1. Verdichter- und Abgasrückführungs-(AGR-)Apparat für einen Verbrennungsmotor, wobei der Apparat ein Turbinenlaufrad, einen zum Laufrad hinführenden Abgaseinlass für die Bereitstellung des Abgases aus einer oder mehreren Brennkammern eines Verbrennungsmotors zwecks Antreibens des Laufrads, einen Abgasauslass für das Ableiten des Abgases vom Laufrad, einen zum Antreiben durch das Laufrad vorgesehenen Verdichter, einen Lufteinlass für die Lieferung von Ansaugluft an den Verdichter, einen vom Verdichter wegführenden Druckluftauslass für die Bereitstellung von Druckluft an einer oder mehreren Brennkammern eines Verbrennungsmotors, einen Abgasbypasskanal für die Steuerung der zum Antrieb des Laufrads verwendeten Abgasmenge, einen AGR-Kanal für die Rückführung des Abgases vom Abgaseinlass zum Druckluftauslass und ein kombiniertes Turbinenlaufrad- und AGR-Steuerventil umfasst, das ausgelegt ist, um das Abgas vom Abgaseinlass zu empfangen und die über den AGR-Kanal zum Druckluftauslass, über den Abgasbypasskanal zum Abgasauslass und zum Laufrad strömenden Anteile des Abgases zu steuern.

2. Verdichter- und Abgasrückführungs-(AGR-)Apparat nach Anspruch 1, wobei der Apparat ein Gehäuse umfasst, das das Laufrad, den Verdichter und das Steuerventil umschließt.

3. Verdichter- und Abgasrückführungs-(AGR-)Apparat nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Steuerventil, der Abgasbypasskanal und der AGR-Kanal in einen unitären Apparat integriert sind.

4. Verdichter- und Abgasrückführungs-(AGR-)Apparat nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei der AGR-Kanal zur Rückführung des ungekühlten Abgases aus dem Abgasauslass zum Drucklufteinlass vorgesehen ist und der Verdichter zur Bereitstellung von ungekühlter Druckluft am Druckluftauslass vorgesehen ist.

5. Verdichter- und Abgasrückführungs-(AGR-)Apparat nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei das Steuerventil eine Rückführung des Abgases jedes Mal dann verhindert, wenn dem Abgas gestattet ist, das Laufrad zu umgehen.

6. Verdichter- und Abgasrückführungs-(AGR-)Apparat nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei das Steuerventil das Abgas jedes Mal dann an der Umgehung des Laufrads hindert, wenn das Abgas rückgeführt wird.

7. Verdichter- und Abgasrückführungs-(AGR-)Apparat nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei das Steuerventil die Anteile des rückgeführten Abgases steuert, wenn das Abgas das Laufrad umgeht.

8. Verdichter- und Abgasrückführungs-(AGR-)Apparat nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei das Steuerventil ein Drehschieberventil ist.

9. Verbrennungsmotor, der eine oder mehrere Brennkammern, einen zu den Brennkammern führenden Motorluftteinlasskanal, einen von den Brennkammern wegführenden Motorabgasauslasskanal, einen Turbolader mit einem zum Antreiben durch das Abgas aus dem Motorabgasauslasskanal vorgesehenen Turbinenlaufrad und einen vom Laufrad angetriebenen Verdichter für das Verdichten der Luft, die in den Motorluftteinlasskanal eingelassen wird, ein zur Rückführung des Abgases vom Motorabgasauslasskanal zum Motorluftseinlasskanal vorgesehenes AGR-System und einen Abgasbypasskanal, der zum Umleiten des Abgases vorgesehen ist, das sonst das Laufrad erreichen würde, umfasst, wobei der Motor ein Steuerventil mit einem zum Empfangen des Abgases aus dem Motorabgasauslasskanal vorgesehenen Ventileinlass und drei Ventilauslässe umfasst, wobei ein erster der Ventilauslässe Abgas zum AGR-System für die Rückführung zum Motorlufteinlasskanal bereitstellt, ein zweiter der Ventilauslässe Abgas zum Abgasbypasskanal bereitstellt und ein dritter der Ventilauslässe Abgas zum Laufrad bereitstellt.

10. Verbrennungsmotor nach Anspruch 9, wobei das Steuerventil zur Steuerung der an das AGR-System, den Abgasbypasskanal und das Laufrad gelieferten Anteile des Abgases konfiguriert ist.

11. Verbrennungsmotor nach Ansprüche 9 oder 10, einen kombinierten Zwischenkühler für das Kühlen eines Gemischs aus Druckluft und rückgeführtem Abgas umfassend.

12. Verbrennungsmotor nach einem der Ansprüche 9 bis 11, einen Zwischenkühler für das Kühlen von Druckluft und einen AGR-Kühler für das Kühlen von rückgeführtem Abgas vor dem Mischen von Druckluft und rückgeführtem Abgas umfassend.

13. Verfahren zum Betreiben eines Verbrennungsmotors, der einen Turbolader mit einem Turbinenlaufrad-Verdichter-Verbund und einem Abgaslaufradbypass, ein AGR-System und ein kombiniertes Turbinenlaufrad- und AGR-Steuerventil umfasst, wobei das Verfahren die Schritte umfasst:

- i) Bereitstellen von Abgas aus dem Motor zum Antrieben des Laufrads und damit des Verdichters;
- ii) Verwenden des Verdichters zum Verdichten der an den Motor gelieferten Ansaugluft;
- iii) Verwenden des Bypasses zum Ableiten des Abgases vor Erreichen des Laufrads;
- iv) Verwenden des AGR-Systems zum Rückführen eines Anteils des vom Motor erzeugten Abgases;
- v) Verwenden des kombinierten Turbinenlaufrad- und AGR-Steuerventils zur Steuerung der durch den Bypass umgeleiteten Abgasmenge und der durch das AGR-System rückgeführten Abgasmenge und damit der das Laufrad erreichenden Abgasmenge.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

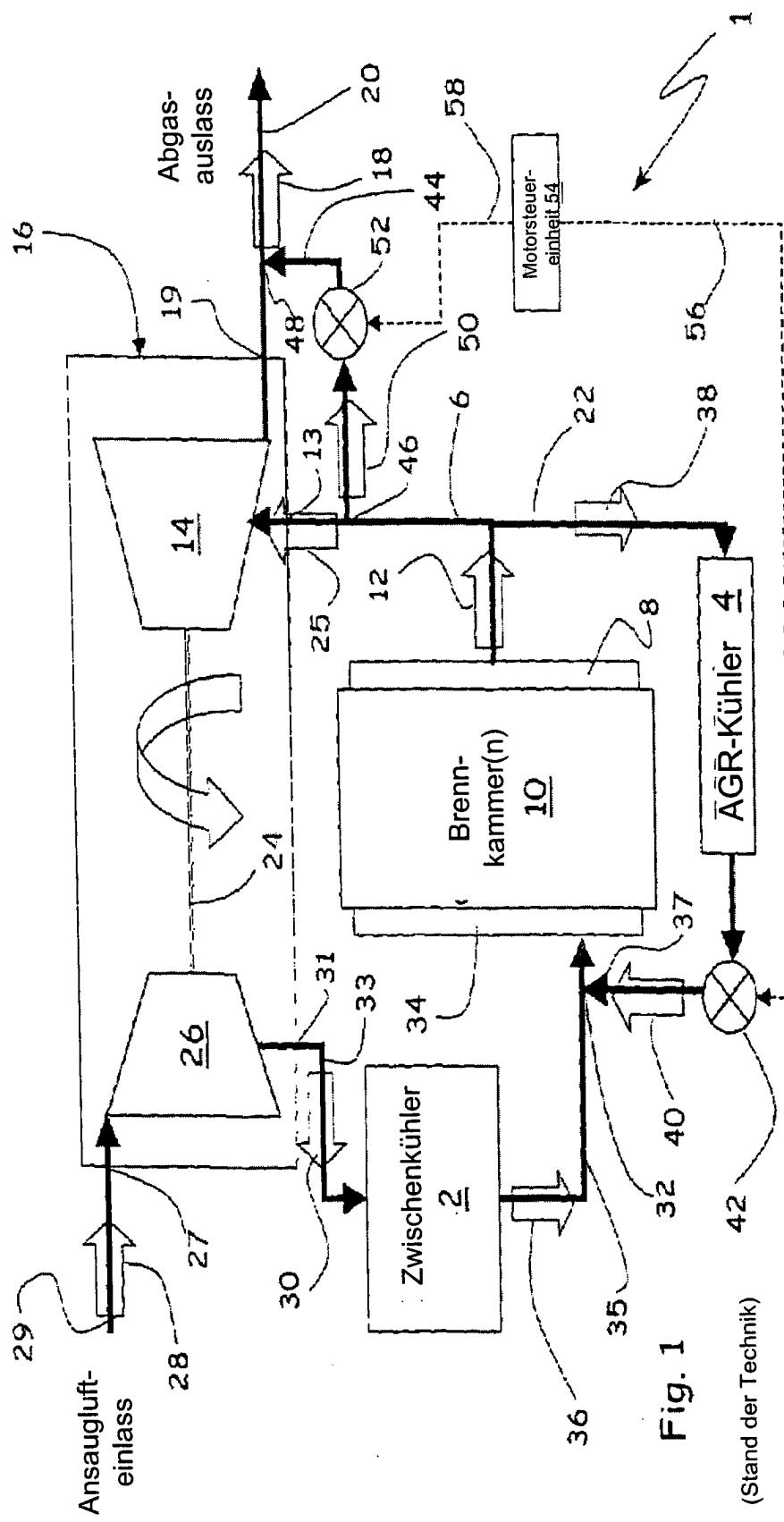


Fig. 1 (Stand der Technik)

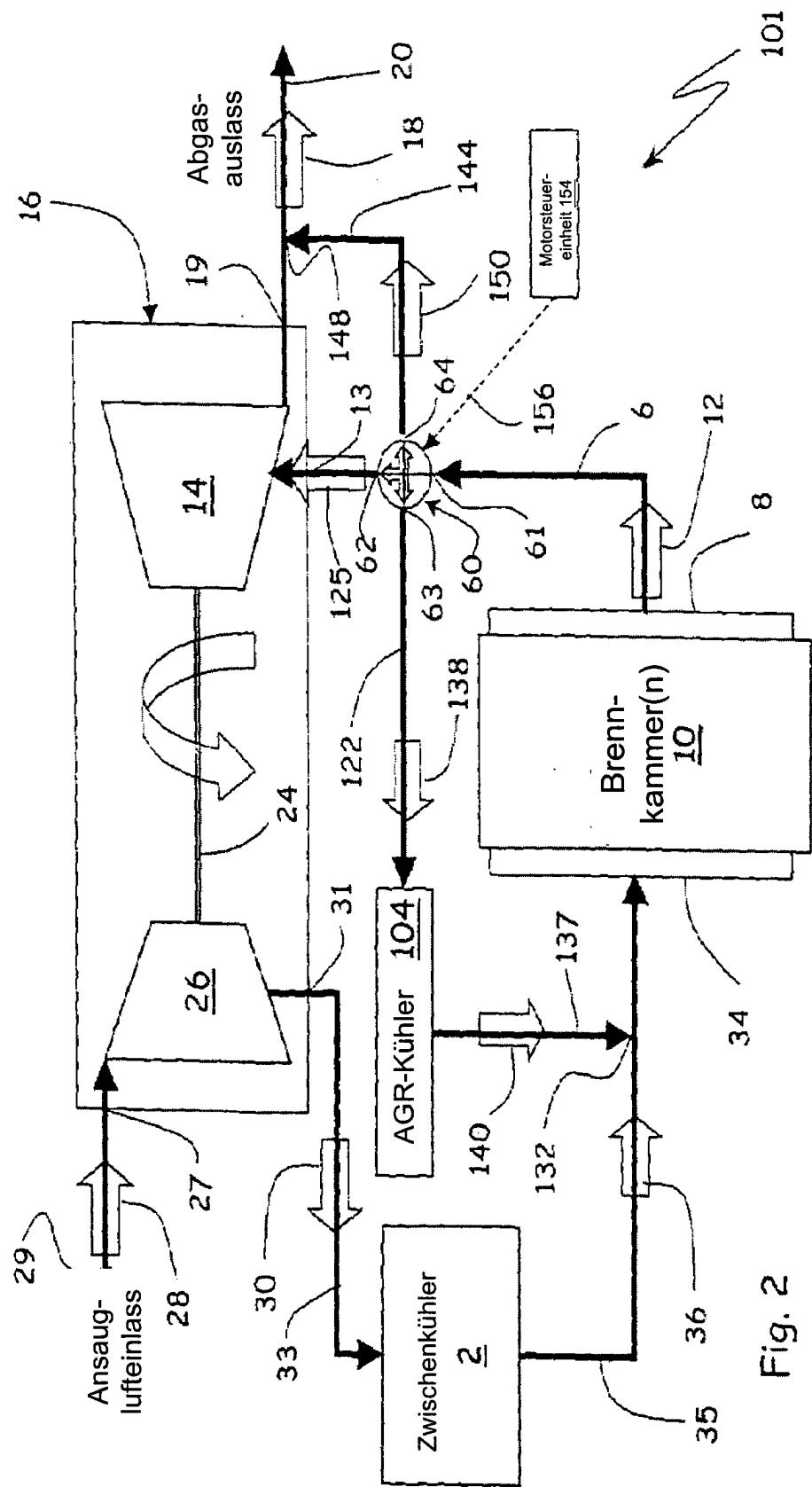


Fig. 2

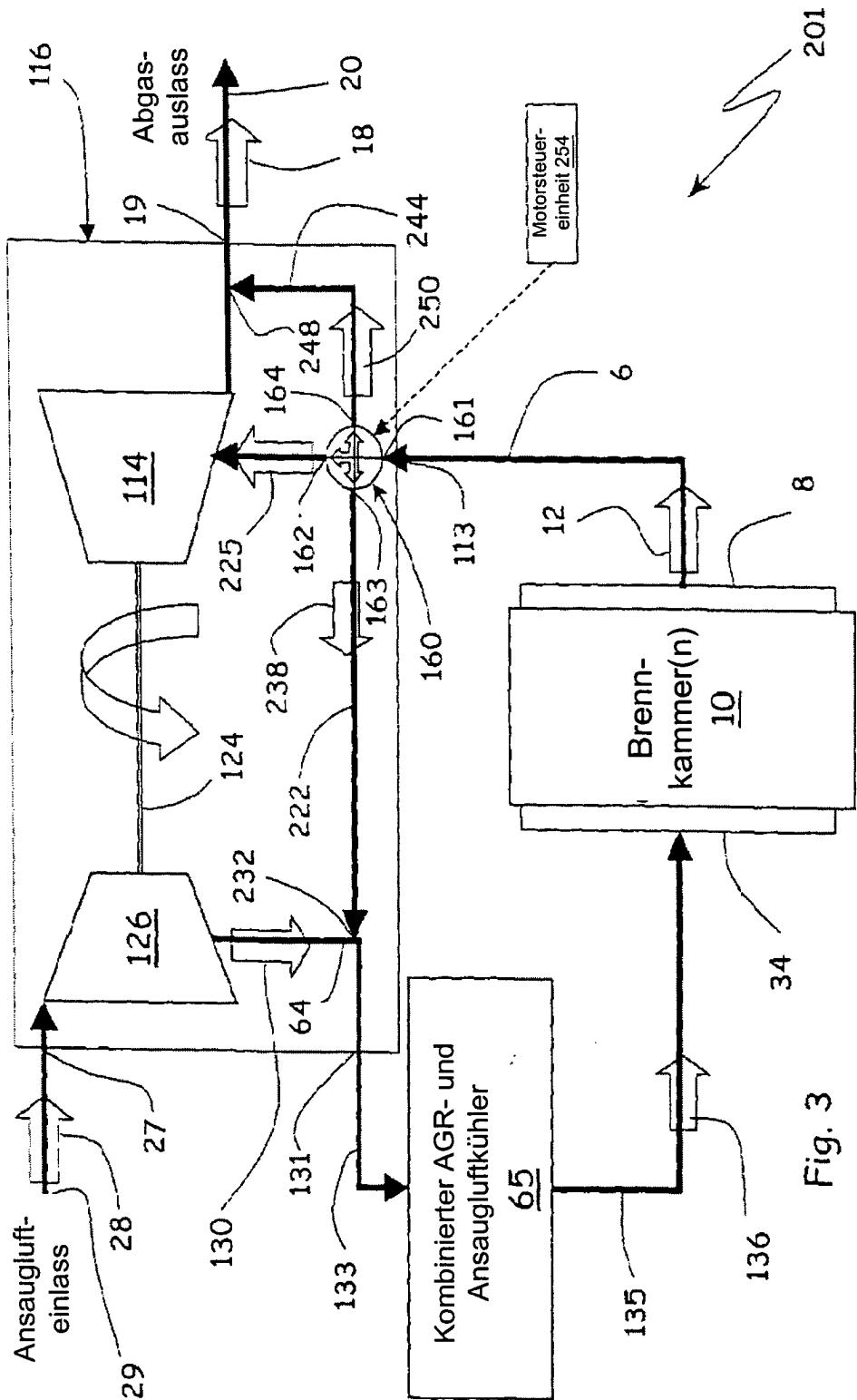


Fig. 3

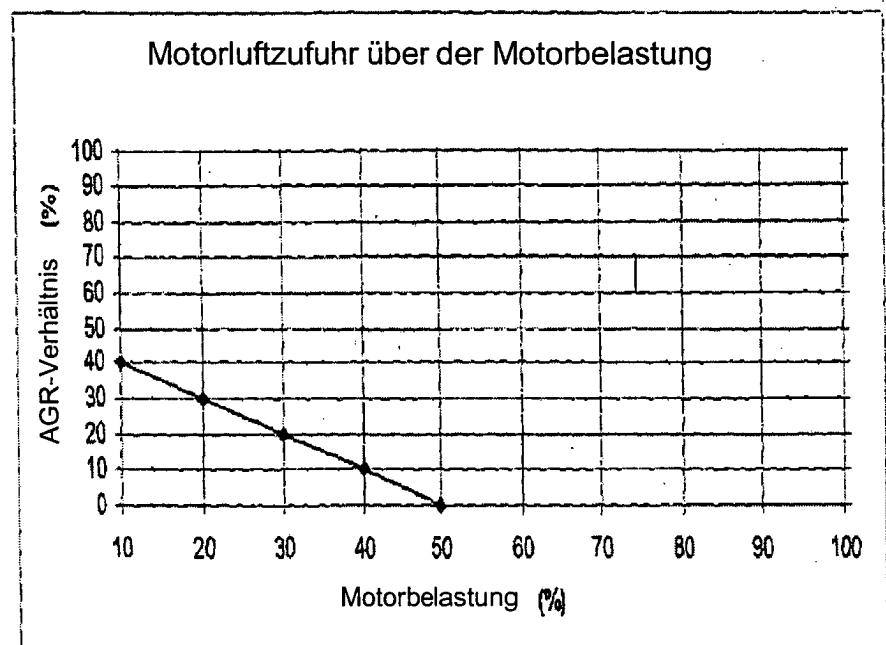


Fig. 4

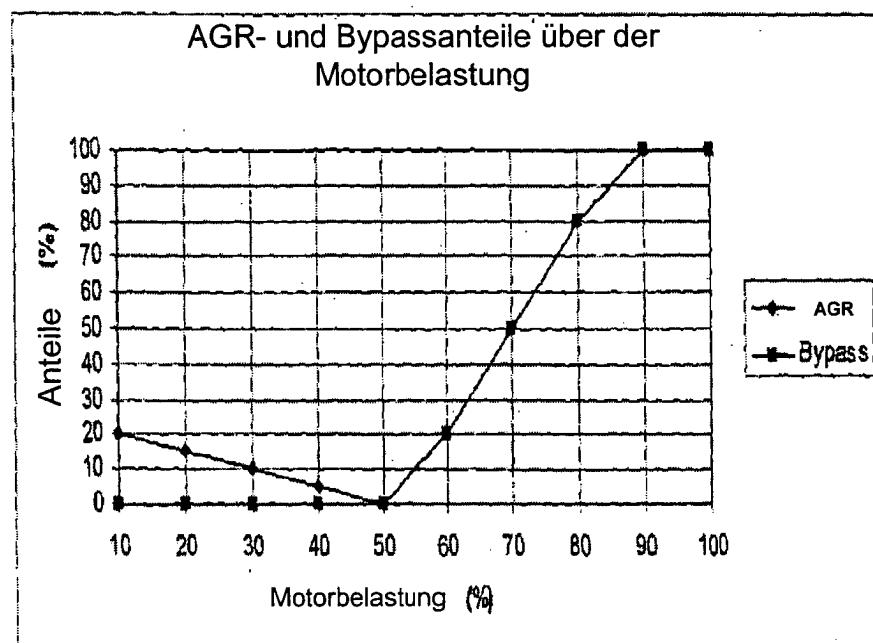


Fig. 5