

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 50339/2012
(22) Anmeldetag: 24.08.2012
(45) Veröffentlicht am: 15.01.2014

(51) Int. Cl. : **F02G 5/02** (2006.01)
F02C 1/04 (2006.01)

(30) Priorität:
11.05.2012 AT A 50175/2012 beansprucht.
11.05.2012 AT A 50176/2012 beansprucht.
16.05.2012 AT A 50186/2012 beansprucht.

(56) Entgegenhaltungen:
EP 1408224 A1 DE 19960762 A1
DE 102010047518 A1
US 5442904 A

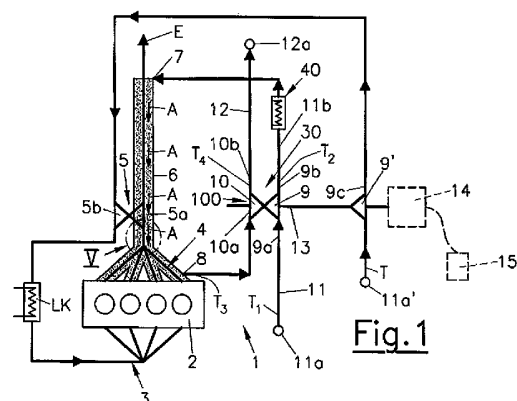
(73) Patentinhaber:
AVL LIST GMBH
8020 GRAZ (AT)

(72) Erfinder:
Schöggel Peter Dipl.Ing. Dr.
Hitzendorf (AT)

(54) Fahrzeug, insbesondere Rennfahrzeug

(57) Die Erfindung betrifft ein Fahrzeug, mit einer Brennkraftmaschine (2) aufweisenden Antriebseinheit (1), wobei die Brennkraftmaschine (2) einen Abgasturbolader (5) mit einer Abgasturbine (5a) im Auslasssystem und einem Ladeluftverdichter (5b) im Einlasssystem (3) aufweist, mit zumindest einer Wärmekraftanlage (30) zur Rückgewinnung von Wärme aus einem wärmeabgebenden Bauteil oder einer Wärme abgebenden Baugruppe, wobei der Bauteil oder die Baugruppe an zumindest einen von einem Arbeitsgas, insbesondere Luft, durchströmten Raum (6) grenzt, mit einem ersten Verdichter (9) und einer ersten Turbine (10), wobei eine erste Austrittsseite (9b) des ersten Verdichters (9) mit einem Einlassbereich (7) des Raumes (6) strömungsverbunden ist und eine zweite Austrittsseite (9c) eines von der ersten Turbine (10) angetriebenen zweiten Verdichters (9') oder eine zweite Austrittsseite (9d) des vorzugsweise mehrflutig ausgebildeten ersten Verdichters (9) mit dem Einlasssystem (3) strömungsverbunden ist, und wobei der Wärme abgebende Bauteil oder die Wärme abgebende Baugruppe durch das Auslasssystem (4) der Brennkraftmaschine (2) gebildet ist. Um auf möglichst einfache Weise den Wirkungsgrad des Fahrzeuges zu verbessern, ist vorgesehen, dass das Auslasssystem (4) zumindest einen von mindestens einem durchströmten Raum (6) umgebenen Abgaskrümmter (4a) und/oder

zumindest einen von mindestens einem durchströmten Raum (6) umgebenen Abgaskanal im Zylinderkopf der Brennkraftmaschine (2) aufweist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Fahrzeug, insbesondere Rennfahrzeug, mit einer Brennkraftmaschine aufweisenden Antriebseinheit, wobei die Brennkraftmaschine einen Abgasturbolader mit einer Abgasturbine im Auslasssystem und einem Ladeluftverdichter im Einlasssystem aufweist, mit zumindest einer Wärmekraftanlage zur Rückgewinnung von Wärme aus einem wärmeabgebenden Bauteil oder einer Wärme abgebenden Baugruppe, wobei der Bauteil oder die Baugruppe an zumindest einen von einem Arbeitsgas, insbesondere Luft, durchströmten Raum grenzt, insbesondere zumindest teilweise von dem durchströmten Raum umgeben ist, mit einem ersten Verdichter und einer ersten Turbine, wobei eine erste Austrittsseite des ersten Verdichters mit einem Einlassbereich des Raumes strömungsverbunden ist und eine zweite Austrittsseite eines von der ersten Turbine angetriebenen zweiten Verdichters oder eine zweite Austrittsseite des vorzugsweise mehrflutig ausgebildeten ersten Verdichters mit dem Einlasssystem strömungsverbunden ist, und wobei der Wärme abgebende Bauteil oder die Wärme abgebende Baugruppe durch das Auslasssystem der Brennkraftmaschine gebildet ist.

[0002] Bei Renn- und Sportfahrzeuge werden Beschleunigungen, Verzögerungen und Kurvenbeschleunigungen erzielt, die den Wert von 1 g (= Erdbeschleunigung) erheblich überschreiten. Solche Werte sind nur möglich, wenn die Haftungsgrenzen zwischen den Reifen und der Fahrbahnoberfläche mit aerodynamischen Hilfsmitteln heraufgesetzt werden. Am Fahrzeugkörper wird starker Abtrieb erzeugt. Diesem Zweck dienen Frontflügel, Heckflügel und eine besondere Formgebung des eigentlichen Fahrzeugkörpers. Eine dominierende Rolle spielt dabei die Gestaltung des Fahrzeugunterbodens. Es wird angestrebt, die unter dem Fahrzeugboden strömende Luft so stark wie nur möglich zu beschleunigen. Je höher deren Geschwindigkeit, desto stärker ist nach dem Bernoullischen Gesetz deren Saugkraft und desto stärker ist der auf den Fahrzeugunterboden ausgeübte Abtrieb. Um eine möglichst starke Beschleunigung der Unterbodenluft zu erreichen, wird bei heutigen Rennfahrzeugen die kinetische Energie der Abgase herangezogen: Der Unterboden wird am Heck des Fahrzeugs nach oben gebogen und meist mit senkrechten aerodynamischen Luftleitblechen zur Seite hin abgeschildert und eventuell noch in der Mitte unterteilt. Auf diese Weise entsteht für die Luft, die unter dem Fahrzeug entlang strömt, ein Diffusor. In diese Diffusorzone werden die Enden der Auspuffrohre mit waagrechten nach hinten zielender Strahlrichtung eingeleitet. Die mit hoher Geschwindigkeit austretenden Abgase üben auf die Luft unter dem Unterboden eine Saugwirkung aus. Sie erhöhen deren Geschwindigkeit und damit deren Saugwirkung auf den Unterboden und somit den Abtrieb des Fahrzeugs.

[0003] Die DE 2 554 953 A1 beschreibt eine Antriebseinheit für ein Brennkraftmaschine aufweisendes Fahrzeug mit einer Einrichtung zur Rückgewinnung von Wärme aus dem Abgasstrang, wobei ein Teil des Auslasssystems von einem Mantelraum umgeben ist, dessen Eintrittsbereich mit einem Verdichter und dessen Austrittsbereich mit einer Heißluftturbine strömungsverbunden ist. Der Verdichter ist mit der Kurbelwelle der Brennkraftmaschine antriebsverbunden. Die Heißluftturbine steht über ein Getriebe und eine Überholkupplung mit dem Differential des Fahrzeuges in mechanischer Verbindung. Nachteilig ist, dass zum Antrieb des Verdichters mechanische Leistung von der Kurbelwelle aufgebracht werden muss.

[0004] Die DE 40 15 104 A1 beschreibt eine kombinierte Wärmekraftanlage aus teils hintereinander geschalteten Wärmekraftmaschinen, die ihre nutzbare Abwärme auf eine der jeweils kombinierten anderen Kraftmaschinen übertragen, wobei die vorgeschaltete Wärmekraftmaschine bei der Ausgestaltung als Brennkraftmaschine ihr Abgas als Druckgas für die nachfolgende Wärmekraftmaschine liefert und hierzu einen Verdichter treibt und das Abgas der nachfolgenden Wärmekraftmaschine als Einsatzwärme auf eine Dampfkraftanlage überträgt.

[0005] Aus der DE 10 2010 003 537 A1 ist eine Wärmekraftanlage mit einem Verdichter, einer Druckgas-Arbeitsmaschine, einen Gaserhitzer und einem Gaskühler in einer zum Verdichter führenden Druckgasverbindung bekannt, wobei der Verdichter, die Druckgas-Arbeitsmaschine, der Gaserhitzer und der Gaskühler in einem geschlossenen Joule-Kreisprozess zusammenwir-

ken.

[0006] Die US 3,554,849 A offenbart ein Fahrzeug mit einer Brennkraftmaschine, deren Abgaswärme über einen in den Abgasstrang mündenden Wärmetauscher und einen dampfbetriebenen Motor genutzt werden kann.

[0007] Weiters ist aus der US 5,806,332 A ein Energieerzeugungssystem für ein Motorfahrzeug mit einer Brennkraftmaschine bekannt, dessen Abgasenergie mittels eines geschlossenen Kreisprozesses mit Wärmetauschern im Abgassystem und eine mit einem Generator verbundene Expansionseinheit zum Teil rückgewonnen wird, wobei Energie in einer Batterie gespeichert wird.

[0008] Die EP 1 408 224 A1 offenbart eine Antriebseinheit mit einer Brennkraftmaschine für ein Fahrzeug, wobei die Brennkraftmaschine einen Abgasturbolader mit einer Abgasturbine im Auslasssystem und einen Ladeluftverdichter im Einlasssystem aufweist. Mittels einer Wärmekraftanlage kann Wärme aus einem Abwärme abgebenden Bauteil oder eine wärmeabgebende Baugruppe rückgewonnen werden, wobei der Bauteil oder die Baugruppe an zumindest einen von einem Arbeitsgas durchströmten Raum grenzt. Die Wärmekraftanlage weist einen Verdichter und eine Turbine auf, wobei eine Austrittsseite des Verdichters mit einem Einlassbereich des Raumes strömungsverbunden ist. Mit der Turbine ist ein weiterer Verdichter antriebsverbunden, wobei die Austrittsseite eines der beiden Verdichter mit dem Einlasssystem strömungsverbunden ist.

[0009] Die DE 199 60 762 A1 beschreibt ein Gasturbinensystem zur mechanischen Energierückgewinnung bei einem Verbrennungsmotor, welches mindesten einen Verdichter, einen Wärmetauscher und eine Turbine aufweist, wobei ein Verdichter und eine Turbine mechanisch miteinander gekoppelt sind und wobei der Verdichter vor dem Wärmetauscher und die Turbine nach dem Wärmetauscher angeordnet und mit der Primärseite des Wärmetauschers verbunden sind. Die Sekundärseite des Wärmetauschers ist mit einem Abgasrohr des Verbrennungsmotors verbunden. Die Austrittsseite eines zweiten Verdichters ist mit dem Einlasssystem strömungsverbunden.

[0010] Die DE 10 2010 047 518 A1 beschreibt eine Vorrichtung zur Energierückgewinnung aus einem Abgasstrom einer Verbrennungskraftmaschine in einem Fahrzeug, wobei in einer Abwärmerückgewinnungsvorrichtung ein Arbeitsmedium in einem geschlossenen Joule-Kreisprozess geführt ist und dem geschlossenen Joule-Kreisprozess ein Claudius-Rankine-Kreisprozess nachgeschaltet ist. Eine im Joule-Kreisprozess angeordnete Turbine und eine im Claudius-Rankine-Kreisprozess angeordnete Expansionsmaschine sind mechanisch mit einer Schwungscheibe der Verbrennungskraftmaschine koppelbar.

[0011] Die US 5,442,904 A offenbart ein Fahrzeug mit einer Brennkraftmaschine aufweisenden Antriebseinheit, mit zumindest einer Wärmekraftanlage zur Rückgewinnung von Wärme aus einem wärmeabgebenden Bauteil oder einer wärmeabgebenden Baugruppe, wobei der Bauteil oder die Baugruppe an zumindest einen von einem Arbeitsgas durchströmten Raum grenzt. Die Wärmekraftanlage weist einen Verdichter und eine Turbine auf, wobei die Austrittsseite des Verdichters mit einem Einlassbereich des Raumes strömungsverbunden ist.

[0012] Aufgabe der Erfindung ist es, auf möglichst einfache Weise die Abgaswärme auf effiziente Weise zu nutzen. Dabei sollen gute Strömungseigenschaften des Fahrzeuges erzielt und insbesondere der Strömungswiderstand und die Straßenlage des Fahrzeuges verbessert werden.

[0013] Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, dass das Auslasssystem zumindest einen von mindestens einem durchströmten Raum umgebenen Abgaskrümmern und/oder zumindest einen von mindestens einem durchströmten Raum umgebenen Abgaskanal im Zylinderkopf der Brennkraftmaschine aufweist.

[0014] Der erste Verdichter ist entweder mit einem zweiten Verdichter antriebsverbunden, oder weist mehrere Fluten auf. Eine Austrittsseite zumindest einer zweiten Flut des mehrflutig ausge-

bildeten ersten Verdichters, oder die Austrittsseite des zweiten Verdichters mündet in das Einlasssystem und bewirkt somit eine Aufladung der Einlassluft im Einlasssystem der Brennkraftmaschine.

[0015] Der zweite Verdichter oder die zweite Flut des ersten Verdichters kann entweder seriell oder parallel zum Ladeluftverdichter des Abgasturboladers angeordnet sein und somit dessen Aufladearbeit unterstützen. Vorzugsweise ist stromabwärts des zweiten Verdichters oder der zweiten Flut des ersten Verdichters zumindest ein Ladeluftkühler angeordnet. Bei serieller Schaltung mit dem Ladeluftverdichter des Abgasturboladers kann zwischen dem zweiten Verdichter oder der zweiten Flut des ersten Verdichters und dem Ladeluftkühler ein Zwischenkühler angeordnet sein.

[0016] Um die Kühlflächen der Hauptkühlers des Kühlsystems der Brennkraftmaschine verringern zu können, ist es vorteilhaft, wenn im Strömungsweg zum oder vom ersten oder zweiten Verdichter zumindest ein Kühler, vorzugsweise zur Kühlung eines Kühl- und/oder Schmiermediums der Brennkraftmaschine, angeordnet ist.

[0017] Der Kühler kann durch einen Ölkühler oder Wasserkühler gebildet sein, welcher in den Öl- oder Kühlwasserkreislauf der Brennkraftmaschine eingebunden ist.

[0018] Vorzugsweise kann über ein steuerbares Schalt- oder Mischventil der Kühler mit dem Öl- oder Kühlwasserkreislauf bei Bedarf verbunden werden.

[0019] Der Kühler kann stromaufwärts des Einlassbereiches in den durchströmten Raum, beispielsweise stromabwärts des ersten Verdichters, angeordnet sein. Dies ermöglicht eine ausreichende Kühlung des Kühl- oder Schmiermediums. Alternativ oder eventuell zusätzlich dazu kann es von Vorteil sein, den ersten Wärmetauscher stromaufwärts des zweiten Verdichters anzuordnen.

[0020] Die erste Turbine kann durch eine Heißluftturbine gebildet sein, wobei zumindest ein Austrittsbereich des durchströmten Raumes mit der Heißluftturbine strömungsverbunden sein kann. Alternativ dazu kann die erste Turbine eine im Auslasssystem der Brennkraftmaschine angeordnete Abgasturbine sein.

[0021] Der erste Verdichter und der zweite Verdichter werden bevorzugt durch die erste Turbine angetrieben. Die durch die erste Turbine angetriebene erste Verdichter fördert Luft, wobei die verdichtete Luft dem Raum zugeführt, durch die heißen Angase erwärmt und zum Antrieb der ersten Turbine verwendet wird.

[0022] Auch der zweite Verdichter fördert Luft. Diese Luft wird aber- zum Unterschied zum ersten Verdichter - durch den ersten Kühler angesaugt, wodurch die Luft mit hoher Strömungsgeschwindigkeit die Kühlflächen des ersten Kühlers überstreicht. Der dadurch entstehende Kühleffekt erlaubt es, die Kühlflächen des ersten Kühlers kleiner zu gestalten und/oder gegebenenfalls sogar auf ein separates Gebläse zu verzichten.

[0023] Nach dem Austritt aus der ersten Turbine weist die Luft noch Temperaturen über 400° C auf. Um die Restwärme zu nutzen und den Wirkungsgrad zu verbessern, ist es vorteilhaft, wenn der Austrittsströmungsweg der ersten Turbine und der Austrittsströmungsweg des ersten Verdichters, vorzugsweise über zumindest einen Wärmetauscher, thermisch miteinander verbunden sind. Vorzugsweise ist dabei vorgesehen, dass die thermische Verbindung mit dem Austrittsströmungsweg des ersten Verdichters im Austrittsströmungsweg der ersten Turbine stromaufwärts einer Austrittsöffnung des Austrittsströmungsweges der ersten Turbine, und die thermische Verbindung mit dem Austrittsströmungsweg der ersten Turbine im Austrittsströmungsweg des ersten Verdichters stromaufwärts des Einlassbereiches des Raumes angeordnet ist angeordnet ist. Dies erlaubt eine besonders hohe Effizienz.

[0024] Bei Fahrzeugen mit aerodynamischen abtriebserhöhenden Einrichtungen, insbesondere bei Rennfahrzeugen, ist es von besonderem Vorteil, wenn die abtriebserhöhende Einrichtung im druckseitigen Strömungsweg des ersten und des zweiten Verdichters so angeordnet ist, dass das verdichtete Arbeitsgas, insbesondere verdichtete Luft, auf die abtriebserhöhende

Einrichtung geleitet wird. Somit kann sowohl der aus der Heißluftturbine ausströmende, als auch der aus dem zweiten Verdichter austretende Volumenstrom genutzt werden, um zusätzlichen Abtrieb zu erzeugen. Die Austrittsöffnungen sind dabei so angeordnet, dass der entstehende Überdruck den Wirkungsgrad von aerodynamischen Bauteilen erhöht. Dadurch kann der Abtrieb des Fahrzeuges wesentlich erhöht werden. Die abtriebserhöhende Einrichtung kann dabei durch einen Heckflügel gebildet sein, wobei vorzugsweise zumindest eine Austrittsöffnung aus dem druckseitigen Strömungsweg des ersten Verdichters eines von der ersten Turbine kommenden Austrittsströmungsweges im Bereich unterhalb der der Fahrbahn zugewandten Unterseite des Heckflügels, besonders vorzugsweise im Bereich der Vorderkante des Heckflügels angeordnet ist. Die abtriebserhöhende Einrichtung kann auch durch einen vorzugsweise durch einen Fahrzeugunterboden des Fahrzeuges gebildeten Diffusor im Heckbereich des Fahrzeuges gebildet sein, wobei zumindest eine Austrittsöffnung aus dem druckseitigen Strömungsweg des ersten Verdichters und/oder eines von der ersten Turbine kommenden Austrittsströmungsweges im Bereich des Diffusors angeordnet ist. Insbesondere kann dabei die Austrittsöffnung im Bereich eines Staupunktes an der der Fahrbahn zugewandten Seite des Diffusors angeordnet oder auf der der Fahrbahn zugewandten Seite des Diffusors angeordnet sein, wobei vorzugsweise die Austrittsöffnung in einem Anfangsbereich des Diffusors angeordnet ist.

[0025] Dadurch, dass die Antriebseinheit eine Wärmekraftanlage zur Rückgewinnung von Wärme aus einem wärmeabgebenden Bauteil oder einer Wärme abgebenden Baugruppe aufweist, können Wärmeverluste verringert werden. Der Bauteil oder die Baugruppe grenzt dabei an zumindest einen von einem Gas, vorzugsweise Luft, durchströmten Raum, wobei der Bauteil oder die Baugruppe zumindest teilweise oder überwiegend, vorzugsweise vollständig, von dem durchströmten Raum umgeben sein kann. Es ist aber auch möglich, dass der luftdurchströmte Raum Teil eines zweiten Wärmetauschers ist. Zumindest ein Eintrittsbereich des luftdurchströmten Raumes ist mit der Druckseite des ersten Verdichters strömungsverbunden. In dieser Ausführung ist die erste Turbine bevorzugt durch eine Heißluftturbine gebildet, wobei zumindest ein Austrittsbereich des luftdurchströmten Raumes mit der Heißluftturbine strömungsverbunden ist. Die erste Turbine ist somit im druckseitigen Strömungsweg des ersten Verdichters stromabwärts des luftdurchströmten Raumes angeordnet.

[0026] Besonders vorteilhaft ist es, wenn der erste und zweite Verdichter und/oder die erste Turbine, vorzugsweise über eine gemeinsame Welle, mit einer elektrischen Maschine antriebsverbunden ist. Die nach Antrieb des ersten und zweiten Verdichters verbleibende restliche kinetische Energie der Heißluftturbine kann somit zur Erzeugung von elektrischer Energie genutzt werden. Weiters kann mittels der elektrischen Maschine das Laufzeug der ersten Turbine bzw. des ersten und/oder zweiten Verdichters besonders rasch auf Betriebsdrehzahl gebracht werden. Alternativ oder zusätzlich kann auch vorgesehen sein, dass die erste Turbine mit dem Antriebsstrang des Fahrzeuges mechanisch verbunden ist, wobei vorzugsweise die erste Turbine parallel zur Brennkraftmaschine und/oder parallel zu einer elektrischen Antriebsmaschine angeordnet sein kann.

[0027] Sowohl die Heißluftturbine, als auch der erste Verdichter, werden bevorzugt im Wesentlichen nur von Luft - und nicht hauptsächlich etwa von Abgas - durchströmt. Somit ist in den meisten Fällen keine Strömungsverbindung zwischen Abgasströmungsweg und luftdurchströmtem Raum erforderlich.

[0028] Abhängig von der Konfiguration kann es aber auch durchaus vorteilhaft sein, wenn zwischen dem Auslasssystem und dem Raum zumindest eine vorzugsweise über ein Ventil steuerbare Strömungsverbindung, beispielsweise stromaufwärts einer im Auslasssystem der Brennkraftmaschine vorgesehenen zweiten Turbine - einer Abgasturbine eines Abgasturboladers - angeordnet ist. Das steuerbare Ventil kann dabei etwa das Wastegate des Abgasturboladers ersetzen und zum Beispiel in Abhängigkeit des Ladedruckes betätigt werden. Somit kann über das Ventil in den luftdurchströmten Raum abgeblasenes Abgas noch zusätzlich zum Antrieb der Heißluftturbine genutzt werden.

[0029] Dadurch, dass sowohl der erste Verdichter, als auch der zweite Verdichter direkt durch die Heißluftturbine angetrieben wird, ist keine zusätzliche Antriebsenergie für die Verdichtung der Luft erforderlich, welche durch den vorzugsweise als Mantelraum ausgebildeten Raum des Wärme abgebenden Bauteils bzw. zur abtriebserhöhenden Einrichtung strömt.

[0030] Eine besonders effektive Nutzung der Wärmeenergie des Auslasssystems kann erfolgen, wenn die erste Turbine mehrflutig oder mehrstufig ausgebildet ist.

[0031] Die Erfindung wird im Folgenden anhand der Figuren näher erläutert: Es zeigen schematisch:

- [0032]** Fig. 1 eine Antriebseinheit eines erfindungsgemäßen Fahrzeuges in einer ersten Ausführungsvariante;
- [0033]** Fig. 2 bis Fig. 4 verschiedene Ausführungsvarianten von Antriebseinheiten von erfindungsgemäßen Fahrzeugen;
- [0034]** Fig. 5 das Detail V aus den Fig. 1 bis 4 in einer Ausführungsvariante der Erfindung;
- [0035]** Fig. 6 ein Detail aus Fig. 1 bis 4 in einer Ausführungsvariante der Erfindung;
- [0036]** Fig. 7 bis Fig. 10 verschiedenen Varianten für die Anordnung der Austrittsöffnung des Verdichters;
- [0037]** Fig. 11 eine Antriebseinheit mit parallelen Antriebsmaschinen; und
- [0038]** Fig. 12 eine weitere Variante einer Antriebseinheit mit parallel geschalteten Antriebsmaschinen.

[0039] Funktionsgleiche Teile sind mit gleichen Bezugszeichen versehen.

[0040] Die in Fig. 1 dargestellte Antriebseinheit 1 weist eine Brennkraftmaschine 2 mit einem Einlasssystem 3 und einem Auslasssystem 4 auf. Mit E ist die Abgasströmung und mit T die Einlassströmung angedeutet. Es ist eine Wärmekraftanlage 30 zur Rückgewinnung der Wärmeenergie aus dem Abgas vorgesehen. Das Auslasssystem 4 ist dabei zumindest teilweise mit einem durch einen Mantelraum gebildeten luftdurchströmten Raum 6 umgeben, welcher bezüglich der Abgasströmung nach dem Gleich- oder Gegenstromprinzip von verdichteter Luft entsprechend den Pfeilen A durchströmt wird. Der Raum 6 weist einen Einlassbereich 7 und einen Auslassbereich 8 auf, wobei der Einlassbereich 7 mit einem ersten Verdichter 9 und der Austrittsbereich 8 mit einer durch eine Heißluftturbine 100 gebildeten ersten Turbine 10 strömungsverbunden ist. Die Eintrittsseite des ersten Verdichters 9 ist mit 9a und die erste Austrittsseite des ersten Verdichters 9 mit 9b bezeichnet. Die Heißluftturbine 100 ist dabei wellengleich mit dem ersten Verdichter 9 angeordnet und treibt somit den ersten Verdichter 9 über die Welle 13 an. Der Ansaugströmungsweg in den ersten Verdichter 9 ist mit Bezugszeichen 11, der stromab des ersten Verdichters 9 angeordnete Austrittsströmungsweg aus der Heißluftturbine 100 ist mit Bezugszeichen 12 bezeichnet. Im Ein- und Auslasssystem 3, 4 ist ein Abgasturbolader 5 angeordnet sein, welcher eine zweite Turbine 5a (Abgasturbine) im Auslasssystem 4 und einen Ladeluftverdichter 5b im Einlasssystem 3 aufweist. Die Eintrittsseite der ersten Turbine 10 ist mit Bezugszeichen 10a, die Austrittsseite der Turbine 10 mit 10b bezeichnet.

[0041] Über den Ansaugströmungsweg 11 wird durch den ersten Verdichter 9 Umgebungsluft bei beispielsweise einer Temperatur $T_1 = 20^\circ \text{C}$ angesaugt und verdichtet. Nach dem ersten Verdichter 9 weist die verdichtete Luft beispielsweise eine Temperatur T_2 von etwa $90 - 100^\circ \text{C}$ auf. Die verdichtete Luft gelangt über den Eintrittsbereich 7 in den Raum 6, der Teil eines zweiten Wärmetauschers sein kann, und umströmt den ummantelten Bereich des Auslasssystems 4, zum Beispiel nicht weiter dargestellte Abgasnachbehandlungseinrichtungen, die Abgasturbine 5a des Abgasturboladers 5, sowie die Krümmer-Anordnung 4a des Auslasssystems 4 im Gegenstromprinzip. Die Temperatur der Luft nimmt dabei im Raum 6 stetig zu und kann im Auslassbereich 8 eine Temperatur $T_3 = 530^\circ - 600^\circ \text{C}$ betragen. Die erhitzte Luft verlässt den

Raum 6 im Austrittsbereich 8 und gelangt zur Heißluftturbine 100, wobei unter Arbeitsverrichtung eine Entspannung der verdichteten Luft eintritt. Auf der Austrittsseite 10b der ersten Turbine 10 können beispielsweise $T_4 = 460^\circ - 470^\circ\text{C}$ beobachtet werden. Die Heißluftturbine 100 treibt dabei den ersten Verdichter 9 an. Über den Austrittsströmungsweg 12 wird die entspannte Luft zumindest einer Austrittsöffnung 12a zugeführt.

[0042] Wie in Fig. 1 durch strichlierte Linien dargestellt ist, kann die Welle 13 des ersten Verdichters 9 und der Heißluftturbine 100 mit einer elektrischen Maschine 14, welche an einen elektrischen Speicher 15 angeschlossen ist, antriebsverbunden sein, wodurch ein Teil der Wärmeenergie zur Stromerzeugung verwendet werden kann. Weiters kann die elektrische Maschine 14 zum Hochfahren des ersten Verdichters 9 verwendet werden.

[0043] Fig. 5 zeigt ein Detail einer Ausführungsvariante der Erfindung, bei der das Abgassystem 4 und der luftdurchströmte Raum 6 durch eine Strömungsverbindung 6a miteinander verbunden sind, wobei in der Strömungsverbindung 6a ein Ventil 6b angeordnet ist, welches beispielsweise in Abhängigkeit des Ladedruckes steuerbar sein kann. Das steuerbare Ventil 6b kann dabei die Funktionen eines Wastegates 5c der Abgasturbine 5a des Abgasturboladers 5 übernehmen. Das Ventil 6b kann aber auch ein durch Differenzdruck betätigtes Rückschlagventil sein.

[0044] Neben der Stromerzeugung können erster Verdichter 9 und Heißluftturbine 100 auch zur Unterstützung der Kühlung von Kühlkreisläufen in Fahrzeug und/oder zur Generierung von zusätzlicher Abtriebskraft für das Fahrzeug eingesetzt werden, wie in den Fig. 1 bis Fig. 9 dargestellt ist.

[0045] Wie in den Fig. 1 und Fig. 3 ersichtlich, kann achsgleich mit dem ersten Verdichter 9 ein zweiter Verdichter 9' vorgesehen sein, welcher zusammen mit dem ersten Verdichter 9 durch die erste Turbine 10 angetrieben wird. Die Ansaugöffnung des ersten Verdichters 9 ist mit 11a, die Ansaugöffnung des zweiten Verdichters 9' mit 11a' bezeichnet. Die zweite Austrittsseite 9c des zweiten Verdichters 9' mündet in das Einlasssystem 3.

[0046] Die Fig. 2 und Fig. 4 zeigen Ausführungsvarianten, bei denen der erste Verdichter 9 zumindest zweiflutig ausgebildet ist. Die erste Austrittsseite 9b der ersten Flut des ersten Verdichters 9 ist - wie bei den Fig. 1 und 3 - mit dem Einlassbereich 7 des Raumes 6 strömungsverbunden. Die zweite Austrittsseite 9d der zweiten Flut 9" dagegen führt zum Einlasssystem 3 und unterstützt - wie bei den Fig. 1 und 3 die Aufladung der Ansaugluft der Brennkraftmaschine 2.

[0047] Der zweite Verdichter 9' oder die zweite Flut 9" des ersten Verdichters 9 kann dabei seriell oder parallel zum Ladeluftverdichter 5b des Abgasturboladers 5 angeordnet sein. Die Fig. 1 und 2 zeigen Ausführungen mit seriellen Anordnungen, die Fig. 3 und Fig. 4 dagegen Beispiele mit parallelen Anordnungen.

[0048] Stromabwärts des zweiten Verdichters 9' oder der zweiten Flut 9" des ersten Verdichters 9 kann zumindest ein Ladeluftkühler LK angeordnet sein.

[0049] Wie aus Fig. 1 bis Fig. 4 ersichtlich ist, kann im Strömungsweg zum oder vom ersten oder zweiten Verdichter 9' zumindest ein Kühler 40, vorzugsweise zur Kühlung eines Kühl- und/oder Schmiermediums der Brennkraftmaschine 2 angeordnet sein.

[0050] Die in Fig. 6 gezeigte Ausführung entspricht im Wesentlichen den Fig. 1 bis Fig. 4, wobei allerdings der Austrittsströmungsweg 12 der ersten Turbine 10 und der Austrittsströmungsweg 11b des ersten Verdichters 9 über zumindest einen ersten Wärmetauscher 42 thermisch miteinander verbunden sind. Dadurch wird Restwärme des Austrittsströmungsweges 12 stromaufwärts des Eintrittsbereiches 7 dem Austrittsströmungsweg des ersten Verdichters 9 zugeführt.

[0051] Die Austrittsöffnung 12a aus dem Austrittsströmungsweg 12 kann so angeordnet sein, dass die Wirkung einer abtriebserhöhenden Einrichtung 32 gesteigert werden kann, wie im Detail im Folgenden noch anhand der Fig. 7 bis Fig. 10 erläutert wird.

[0052] Die Fig. 7 bis Fig. 10 zeigen Ausführungsvarianten, bei denen durch eine definierte

Anordnung der Austrittsöffnung 12a der ersten Turbine 10 im Bereich einer abtriebserhöhenden Einrichtung 32 eine Abtriebserhöhung des Fahrzeuges erreicht werden kann. Die abtriebserhöhende Einrichtung 32 kann dabei beispielsweise durch eine spezielle Form der Karosserie, des Fahrzeugbodens 19 und/oder durch aerodynamische Elemente wie zum Beispiel Heckflügel 22 gebildet sein. In den Fig. 7 bis Fig. 10 ist schematisch ein Fahrzeug, beispielsweise ein Rennfahrzeug, angedeutet. Mit Bezugszeichen 18 sind die Hinterräder des Fahrzeuges bezeichnet. Der in weiten Bereichen parallel zur Fahrbahn 20 ausgebildete Fahrzeugunterboden 19 weist im Bereich der Hinterräder 18 einen ansteigenden Bereich 19a auf, welcher einen sogenannten Diffusor 21 ausbildet. Dadurch, dass der Fahrzeugunterboden 19 am Heck des Fahrzeuges nach oben gebogen und eventuell mit senkrechten aerodynamischen Luftleitblechen zur Seite hin abgeschildert ist, entsteht für die Luft, die unter dem Fahrzeug entlang strömt, ein Diffusor 21, welcher die Abtriebswirkung im restlichen Bereich des Fahrzeugunterbodens 19 erhöht. Zusätzliche Abtriebskräfte können durch gezielte Positionierung der Austrittsöffnung 12a des Austrittsströmungsweges 12 generiert werden.

[0053] Fig. 7 zeigt dazu eine Anordnung, bei der die Austrittsöffnung 12a unterhalb des -in Fahrtrichtung gesehen - vorderen Bereiches 22a des Heckflügels 22 angeordnet ist. Eine Abtriebserhöhung kann auch erreicht werden, wenn die Austrittsöffnung 12a im Bereich des Staupunktes des Diffusors 21 (Fig. 8) oder innerhalb des Diffusors 21, beispielsweise im Anfangsbereich des Diffusors 21 (Fig. 9) oder in einem zentralen Bereich des Diffusors 21 (Fig. 10) angeordnet wird.

[0054] Insbesondere für die Erhöhung des Abtriebs des Fahrzeuges lässt sich die Kombination aus erstem Verdichter 9 und erster Turbine 10, insbesondere Heißluftturbine 100, und einem zweiten Verdichter 9' mit besonderem Vorteil einsetzen, da die Heißluftturbine 100 nur sehr träge auf Drehzahl- und Laständerungen der Brennkraftmaschine 2 reagiert. Während ein in konventioneller Weise durch die Abgasströmung induzierter Abtrieb stark von der Motordrehzahl abhängig ist, kann der durch die Heißluftturbine 100 gestützte Abtrieb auch bei plötzlichen Drehzahlverminderungen der Brennkraftmaschine 2, insbesondere in Kurvenfahrten aufrecht erhalten werden. Dies verbessert wesentlich die Straßenlage und die Fahrsicherheit des Fahrzeuges.

[0055] Die aus der Austrittsöffnung 12a austretende Luft kann aber nicht nur zur Abtriebserhöhung, sondern eventuell auch zur Störung des Abtriebes verwendet werden, indem absichtlich ein Strömungsabriss bei abtriebserhöhenden Einrichtungen herbeigeführt wird, um den Strömungswiderstand zu verringern. Dies kann beispielsweise auf langen geraden Streckenabschnitten einer Rennstrecke von Vorteil sein, um die Spitzengeschwindigkeit zu steigern. Dazu wird die Luft der abtriebserhöhenden Einrichtung an einer Stelle zugeführt, die besonders sensitiv für Strömungsabrisse ist, beispielsweise in einem der Fahrtrichtung abgewandten Bereich des Heckflügels oder Diffusors. Es ist dabei vorteilhaft, wenn die Luft mit Schaltorganen wahlweise zwischen abtriebserhöhenden und abtriebsvernichtenden Austrittsöffnungen 12a bei Bedarf manuell oder automatisch umgeschaltet werden kann.

[0056] Zum Anfahren der Wärmekraftanlage kann gegebenenfalls Druckluft zwischen dem Raum 6 und der ersten Turbine 10, eventuell durch den über die elektrische Maschine 14 angetriebenen ersten oder zweiten Verdichter 9, 9' eingeblasen werden. Weiters kann es in gewissen Betriebsbereichen vorteilhaft sein, einen Teil der heißen Luft vom Austritt aus der ersten Turbine 10 stromaufwärts des ersten Verdichters 9 rückzuführen oder stromaufwärts des zweiten Verdichters 9' zuzuführen.

[0057] Die Einrichtung 30 zur Rückgewinnung von Wärmeenergie aus dem Abgas kann weiters zum Antrieb des Fahrzeuges im Antriebsstrang parallel zur Brennkraftmaschine 2 und parallel zur einer elektrischen Antriebsmaschine 31 angeordnet sein, wie in den Fig. 11 und Fig. 12 dargestellt ist. Dabei wirken die erste Turbine 10 - insbesondere die Heißluftturbine 100 - der Wärmekraftanlage 30, die Brennkraftmaschine 2 und die elektrische Antriebsmaschine 31 über eine oder mehrere Kupplungen 24, 25, 26, 27 und/oder über Übersetzungs- und/oder Planetengetriebe 29, 29a, 29b auf eine Antriebswelle 28 ein.

Patentansprüche

1. Fahrzeug, insbesondere Rennfahrzeug, mit einer Brennkraftmaschine (2) aufweisenden Antriebseinheit (1), wobei die Brennkraftmaschine (2) einen Abgasturbolader (5) mit einer Abgasturbine (5a) im Auslasssystem und einem Ladeluftverdichter (5b) im Einlasssystem (3) aufweist, mit zumindest einer Wärmekraftanlage (30) zur Rückgewinnung von Wärme aus einem wärmeabgebenden Bauteil oder einer Wärme abgebenden Baugruppe, wobei der Bauteil oder die Baugruppe an zumindest einen von einem Arbeitsgas, insbesondere Luft, durchströmten Raum (6) grenzt, insbesondere zumindest teilweise von dem durchströmten Raum (6) umgeben ist, mit einem ersten Verdichter (9) und einer ersten Turbine (10), wobei eine erste Austrittsseite (9b) des ersten Verdichters (9) mit einem Einlassbereich (7) des Raumes (6) strömungsverbunden ist und eine zweite Austrittsseite (9c) eines von der ersten Turbine (10) angetriebenen zweiten Verdichters (9') oder eine zweite Austrittsseite (9d) des vorzugsweise mehrflutig ausgebildeten ersten Verdichters (9) mit dem Einlasssystem (3) strömungsverbunden ist, und wobei der Wärme abgebende Bauteil oder die Wärme abgebende Baugruppe durch das Auslasssystem (4) der Brennkraftmaschine (2) gebildet ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Auslasssystem (4) zumindest einen von mindestens einem durchströmten Raum (6) umgebenden Abgaskrümmter (4a) und/oder zumindest einen von mindestens einem durchströmten Raum (6) umgebenden Abgaskanal im Zylinderkopf der Brennkraftmaschine (2) aufweist.
2. Fahrzeug nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der zweite Verdichter (9') oder die zweite Flut (9'') des ersten Verdichters (9) seriell zum Ladeluftverdichter (5b) des Abgasturboladers (5) angeordnet ist.
3. Fahrzeug nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der zweite Verdichter oder die zweite Flut des zweiten Verdichters (9') parallel zum Ladeluftverdichter (5b) des Abgasturboladers (5) angeordnet ist.
4. Fahrzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 3 **dadurch gekennzeichnet**, dass stromabwärts des zweiten Verdichters (9') oder der zweiten Flut (9'') des ersten Verdichters (9) zumindest ein Ladeluftkühler (LK) angeordnet ist.
5. Fahrzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Strömungsweg zum oder vom ersten oder zweiten Verdichter (9') zumindest ein Kühler (40), vorzugsweise zur Kühlung eines Kühl- und/oder Schmiermediums der Brennkraftmaschine (2) angeordnet ist.
6. Fahrzeug nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Kühler (40) durch einen Ölkühler oder Wasserkühler gebildet ist, wobei vorzugsweise der Kühler (40) in den Öl- oder Kühlwasserkreislauf der Brennkraftmaschine (2), eingebunden ist.
7. Fahrzeug nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Kühler (40) stromaufwärts des Einlassbereiches (7) in den durchströmten Raum (6) angeordnet ist.
8. Fahrzeug nach einem der Ansprüche 5 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest ein Kühler (40) stromabwärts des ersten Verdichters (9) angeordnet ist.
9. Fahrzeug nach einem der Ansprüche 5 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest ein Kühler (40) stromaufwärts des zweiten Verdichters (9') angeordnet ist.
10. Fahrzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Austrittsströmungsweg (12) der ersten Turbine (10) und der Austrittsströmungsweg (11b) des ersten Verdichters (9), vorzugsweise über zumindest einen Wärmetauscher (42), thermisch miteinander verbunden sind.
11. Fahrzeug nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die thermische Verbindung mit dem Austrittsströmungsweg (11b) des ersten Verdichters (9) im Austrittsströmungsweg (12) der ersten Turbine (9) stromaufwärts einer Austrittsöffnung (12a) des Austrittsströmungsweges (12) der ersten Turbine (10) angeordnet ist.

12. Fahrzeug nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass die thermische Verbindung mit dem Austrittsströmungsweg (12) der ersten Turbine (10) im Austrittsströmungsweg (11b) des ersten Verdichters (9) stromaufwärts des Einlassbereiches (7) des Raumes (6) angeordnet ist.
13. Fahrzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste Verdichter (9) mit der ersten Turbine (10), vorzugsweise über eine gemeinsame Welle (13), antriebsverbunden ist.
14. Fahrzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Auslassbereich (8) des durchströmten Raumes (6) mit einer Eintrittsseite (10a) der ersten Turbine (10) strömungsverbunden ist.
15. Fahrzeug nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Turbine (10) durch eine Heißluftturbine (100) gebildet ist wobei zumindest ein Austrittsbereich (8) des durchströmten Raumes (6) mit der Heißluftturbine (100) strömungsverbunden ist.
16. Fahrzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste Verdichter (9), der zweite Verdichter (9') und/oder die erste Turbine (10), vorzugsweise über eine gemeinsame Welle (13), mit einer elektrischen Maschine (14) antriebsverbunden ist.
17. Fahrzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Turbine (10) mehrflutig oder mehrstufig ausgebildet ist.
18. Fahrzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Austrittsströmungsweg (12) der ersten Turbine (10), vorzugsweise stromabwärts der thermischen Verbindung mit dem Austrittsströmungsweg (11b) des ersten Verdichters (9), zumindest eine abtriebserhöhende Einrichtung (32) angeordnet ist, wobei vorzugsweise zumindest eine Austrittsöffnung (12a) des Austrittsströmungsweges (12) der ersten Turbine (10) im Bereich der abtriebserhöhenden Einrichtung (32) des Fahrzeuges angeordnet ist.
19. Fahrzeug nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass die abtriebserhöhende Einrichtung (32) durch einen Heckflügel (22) gebildet ist, wobei vorzugsweise zumindest eine Austrittsöffnung (12a, 12a') im Bereich unterhalb der der Fahrbahn (20) zugewandten Unterseite des Heckflügels (22), besonders vorzugsweise im - in Fahrtrichtung gesehenen - vorderen Bereich (22a), insbesondere im vorderen Drittel, des Heckflügels (22), angeordnet ist.
20. Fahrzeug nach einem der Ansprüche 18 oder 19, **dadurch gekennzeichnet**, dass die abtriebserhöhende Einrichtung (32) durch einen vorzugsweise durch einen Fahrzeugunterboden (19) des Fahrzeuges gebildeten Diffusor (21) im Heckbereich des Fahrzeuges gebildet ist, wobei zumindest eine Austrittsöffnung (12a, 12a') im Bereich des Diffusors (21) angeordnet ist.
21. Fahrzeug nach einem der Ansprüche 18 bis 20, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Austrittsöffnung (12a, 12a') im Bereich eines Staupunktes an der der Fahrbahn (20) zugewandten Seite des Diffusors (21) angeordnet ist.
22. Fahrzeug nach einem der Ansprüche 18 bis 21, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest eine Austrittsöffnung (12a, 12a') auf der der Fahrbahn (20) zugewandten Seite des Diffusors (21) angeordnet ist, wobei vorzugsweise die Austrittsöffnung (12a, 12a') in einem Anfangsbereich des Diffusors (21) angeordnet ist.
23. Fahrzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 22, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Turbine (10) vorzugsweise über zumindest eine Schaltkupplung (24, 27) oder ein Getriebe (29a, 29b, 29) mit einer Antriebswelle (28) des Fahrzeuges verbunden ist, wobei vorzugsweise die Heißluftturbine (10) im Antriebsstrang des Fahrzeuges parallel zur Brennkraftmaschine (2), besonders vorzugsweise parallel zu einer elektrischen Antriebsmaschine (31) angeordnet ist.

24. Fahrzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 23, **dadurch gekennzeichnet**, dass der durchströmte Raum (6) ein Mantelraum ist, welcher den Bauteil oder die Baugruppe zumindest teilweise, vorzugsweise überwiegend, umgibt.
25. Fahrzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 24, **dadurch gekennzeichnet**, dass der durchströmte Raum (6) Teil zumindest eines zweiten Wärmetauschers ist.
26. Fahrzeug nach Anspruch 25, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen dem Auslasssystem (4) und dem Raum (6) zumindest eine Strömungsverbindung (6a) angeordnet ist.
27. Fahrzeug nach Anspruch 26, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Strömungsverbindung (6a) stromaufwärts einer im Auslasssystem (4) der Brennkraftmaschine (2) angeordneten zweiten Turbine (5a) eines Abgasturboladers (5) angeordnet ist.
28. Fahrzeug nach Anspruch 26 oder 27, **dadurch gekennzeichnet**, dass in der Strömungsverbindung (6a) zumindest ein vorzugsweise steuerbares Ventil (6b) angeordnet ist.
29. Fahrzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 29, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Wärmekraftanlage (30) einen offenen Kreisprozess aufweist.

Hierzu 4 Blatt Zeichnungen



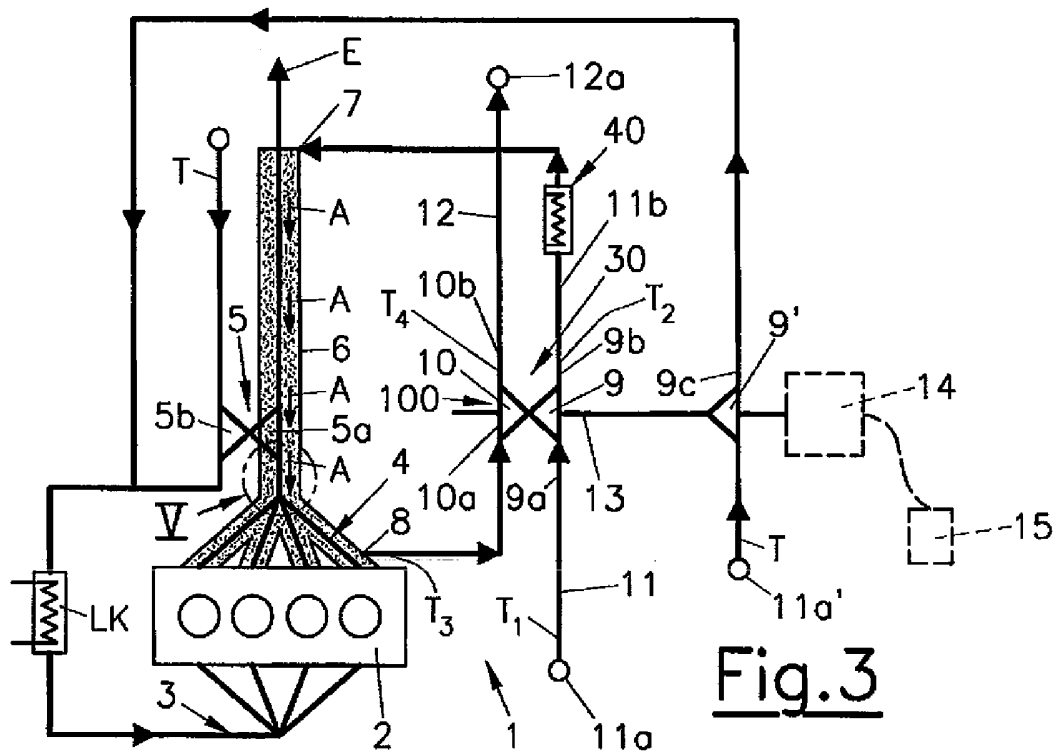


Fig. 3

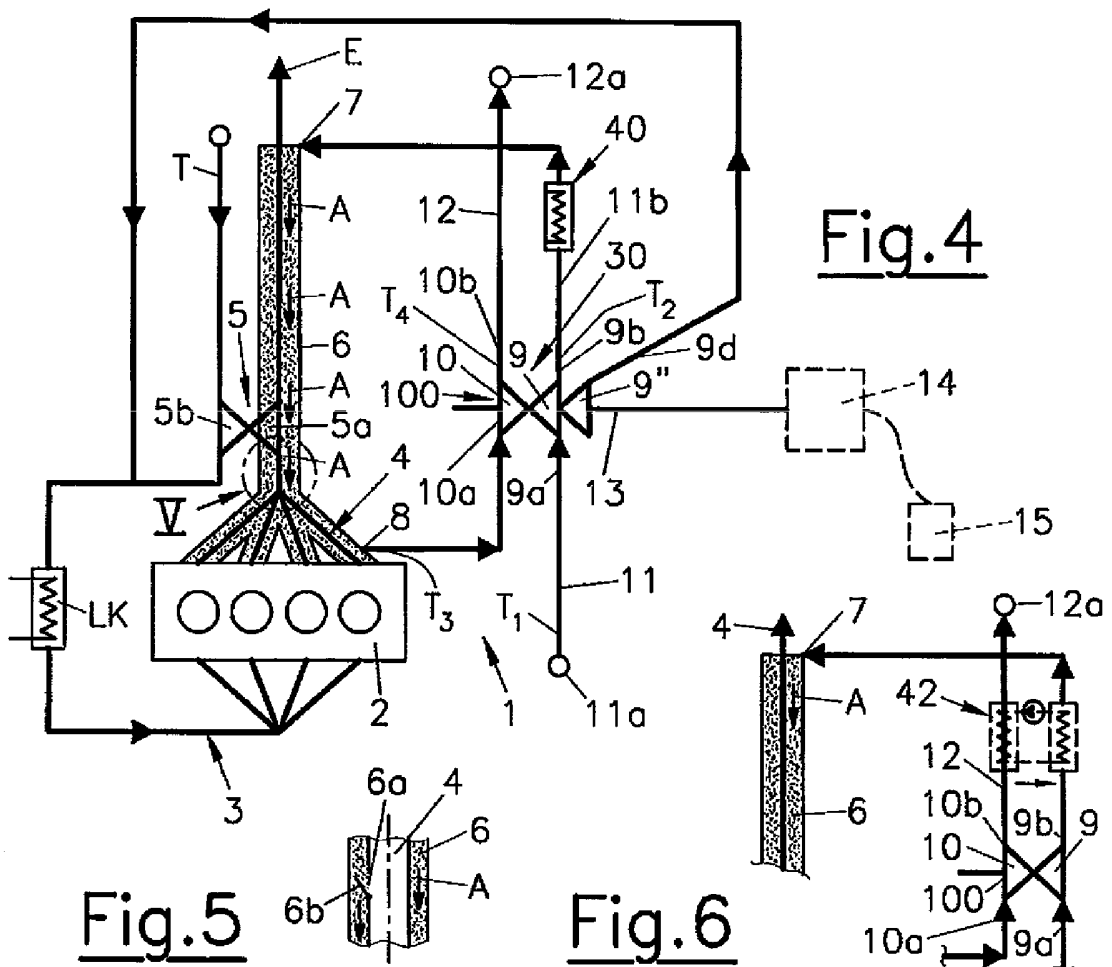


Fig. 5

Fig. 6

Fig.7

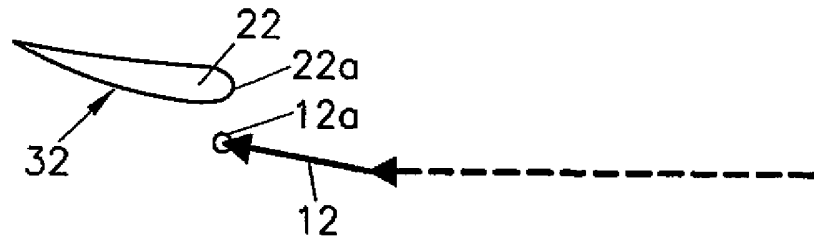


Fig.8

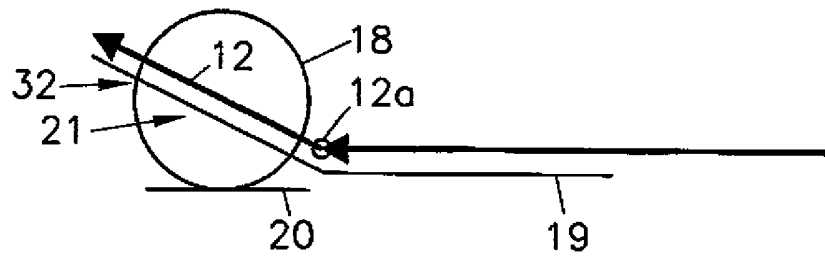


Fig.9

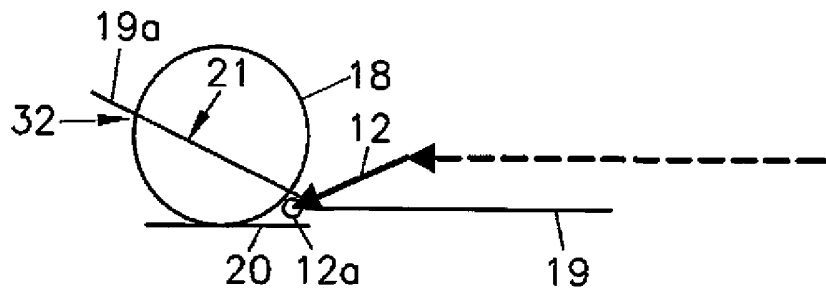


Fig.10

