



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2007 052 117 A1** 2009.05.07

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2007 052 117.2**

(22) Anmeldetag: **30.10.2007**

(43) Offenlegungstag: **07.05.2009**

(51) Int Cl.⁸: **F02G 5/02** (2006.01)

(71) Anmelder:
Voith Patent GmbH, 89522 Heidenheim, DE

(74) Vertreter:
Dr. Weitzel & Partner, 89522 Heidenheim

(72) Erfinder:
Berger, Jürgen, 89547 Gerstetten, DE; Bartosch, Stephan, 89192 Rammingen, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:
DE10 2006 036122 A1
BOSCH: Kraftfahrtechnisches Taschenbuch, 23. Aufl.
, Braunschweig, Wiesbaden: Vieweg, 1999, S. 435, B
ild unten - ISBN 3-528-03876-4;

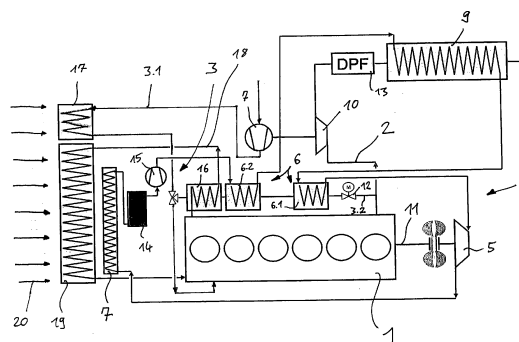
Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Antriebsstrang, insbesondere für Lkw und Schienenfahrzeuge**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Antriebsstrang, insbesondere für ein Nutzkraftfahrzeug,

- mit einem Verbrennungsmotor, der einen Abgasstrom erzeugt;
- mit einer Abgasleitung, die am Verbrennungsmotor angeschlossen ist;
- mit einem Zuluftleitungssystem zum Zuführen eines Zuluftstromes für die Verbrennung im Verbrennungsmotor, das am Verbrennungsmotor angeschlossen ist;
- mit einem Dampfkreislauf, umfassend eine Expansionsmaschine, wenigstens einen Wärmetauscher, um das Arbeitsmedium des Dampfkreislaufes zu verdampfen, und einen Kondensator, dadurch gekennzeichnet, dass
- der Wärmetauscher im Zuluftleitungssystem angeordnet ist und dem Zuluftstrom Wärme zur Verdampfung des Arbeitsmediums des Dampfkreislaufes entzieht.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Antriebsstrang, insbesondere für Nutzkraftfahrzeuge wie zum Beispiel Lkw, Busse, Baumaschinen, Triebwagen von Schienenfahrzeugen oder Lokomotiven, mit einem Verbrennungsmotor und einem Dampfkreislauf, der zumindest teilweise mit bei dem Betrieb des Verbrennungsmotors anfallender Wärme betrieben wird. Sie ist jedoch auch bei Pkw oder anderen mobilen oder stationären Anlagen verwendbar.

[0002] Antriebsstränge, bei welchen neben einem Verbrennungsmotor als erstes Antriebsaggregat eine Expansionsmaschine in einem Dampfkreislauf als zweites Antriebsaggregat vorgesehen ist, sind bekannt. Der Verbrennungsmotor dient dem Antrieb des Antriebsstranges beziehungsweise des Fahrzeugs. Die Expansionsmaschine kann gemäß einer ersten Ausführungsform ebenfalls dem Antrieb des Fahrzeugs dienen, das heißt Antriebsleistung in den Antriebsstrang zur Übertragung auf Antriebsräder des Fahrzeugs einspeisen, oder ein Nebenaggregat, beispielsweise einen Generator, im Antriebsstrang antreiben. Zum Verdampfen des Arbeitsmediums des Dampfkreislaufes wird dabei herkömmlich Wärme aus dem Abgasstrom des Verbrennungsmotors verwendet, wobei ein das Arbeitsmedium des Dampfkreislaufes führender Wärmetauscher im Abgasstrom des Verbrennungsmotors angeordnet ist und durch das Abgas derart beaufschlagt wird, dass die Wärme aus dem Abgas in das Arbeitsmedium übertragen wird.

[0003] Herkömmlich wird somit Wärme, die ohne Vorsehen des Dampfkreislaufes und Nutzen der Abgaswärme über einen Auspuff an die Umgebung abgegeben würde, zur Dampferzeugung verwendet. Der erzeugte Dampf wird dann durch die Expansionsmaschine geleitet, in welcher er unter Abgabe von Arbeit expandiert. Anschließend wird der expandierte Dampf durch einen Kondensator geführt, in welchem er unter Abgabe von Wärme an das Fahrzeugkühlsystem kondensiert wird, um anschließend im flüssigen Zustand über eine Pumpe wieder dem Wärmetauscher im Abgasstrom, auch Dampferzeuger genannt, zugeleitet zu werden.

[0004] Das Vorsehen eines Dampfkreislaufes führt herkömmlich demnach dazu, dass über das Fahrzeugkühlsystem mehr Wärme abgeführt werden muss, und das Fahrzeugkühlsystem entsprechend leistungsfähiger ausgelegt werden muss. Beispielsweise muss ein Kühlluftstrom von einem Ventilator des Fahrzeugkühlsystems durch den Kondensator geleitet werden.

[0005] In jüngerer Zeit werden Antriebsstränge, insbesondere von Kraftfahrzeugen, mit einer sogenannten Abgasrückführung (AGR) ausgerüstet, um die

Emissionswerte des Verbrennungsmotors an die gesetzlich vorgegebenen Anforderungen anzupassen. Hierbei wird Abgas von der Abgasseite des Verbrennungsmotors auf die Frischluftseite des Verbrennungsmotors geleitet und mit Frischluft gemischt. Das Gemisch wird dann zur Verbrennung gemeinsam mit Kraftstoff in die verschiedenen Zylinder des Verbrennungsmotors eingeleitet, verdichtet und unter Abgabe von Arbeit verbrannt. Dabei wirkt der Anteil von Abgas sozusagen als Inertgas bei der Verbrennung.

[0006] Der in der Abgasrückführung auf die Frischluftseite geleitet Anteil des Abgasstromes muss aufgrund seiner hohen Temperatur, mit welcher er aus dem Verbrennungsmotor austritt, gekühlt werden. Dies erfolgt wiederum herkömmlich über das Fahrzeugkühlsystem, und zwar mit Kühlwasser in einem entsprechend in der Abgasrückführung vorgesehenen Wärmetauscher. Die über die Abgasrückführung in das Kühlwasser eingeleitete Wärme muss entsprechend über den Fahrzeugkühler an die Umgebung abgegeben werden, was wiederum eine große Kühlerfläche oder stark erhöhter Antriebsleistung für den Kühlerlüfter erfordert, und gegebenenfalls eine entsprechend starke Kühlwasserpumpe, um einen großen Kühlwasserstrom im Kühlwasserkreislauf umzuwälzen.

[0007] Bei Antriebssträngen, insbesondere in Kraftfahrzeugen, mit Abgasrückführung und einem Dampfkreislauf wird demnach eine besonders große Wärmemenge in das Fahrzeugkühlsystem eingetragen.

[0008] Die in das Fahrzeugkühlsystem eingetragene Wärmemenge kann noch dadurch vergrößert werden, dass der Antriebsstrang mit einem sogenannten aufgeladenen Verbrennungsmotor versehen ist. Bekanntlich wird bei einer solchen Aufladung eine Abgasturbine im Abgasstrom angeordnet, welche einen Verdichter antreibt, der Frischluft für die Verbrennung in dem Verbrennungsmotor verdichtet. Bei der Verdichtung erwärmt sich die Frischluft und muss entsprechend, bevor sie in den Verbrennungsmotor eingeleitet wird, wieder gekühlt werden. Dies erfolgt herkömmlich ebenfalls über den Fahrzeugkühler, in der Regel über einen Luft-Luft-Wärmetauscher im Unterschied zum Abkühlen des Kühlwassers in einem Luft-Wasser-Wärmetauscher. Auch dieser Luft-Luft-Wärmetauscher muss entsprechend leistungsstark ausgelegt werden.

[0009] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Antriebsstrang, insbesondere für ein Kraftfahrzeug, beispielsweise Schienenfahrzeug oder LKW, jedoch auch Pkw anzugeben, welcher hinsichtlich der Emissionswerte des Verbrennungsmotors und des Kraftstoffbedarfs optimiert ist und zugleich eine Belastung des Kühlsystems durch einen

vergleichsweise geringeren Wärmeeintrag in dieses vermindert.

[0010] Die erfindungsgemäße Aufgabe wird durch einen Antriebsstrang mit den Merkmalen von Anspruch 1 gelöst. In den abhängigen Ansprüchen sind vorteilhafte und besonders zweckmäßige Ausgestaltungen der Erfindung angegeben.

[0011] Der erfindungsgemäße Antriebsstrang weist einen Verbrennungsmotor auf, der einen Abgasstrom erzeugt. Der Abgasstrom wird in einer Abgasleitung geführt, die dementsprechend an dem Verbrennungsmotor angeschlossen ist.

[0012] Selbstverständlich können auch mehrere Abgasleitungen parallel und/oder in Reihe zueinander vorgesehen sein.

[0013] Ferner ist ein Zuluftleitungssystem vorgesehen, welches wenigstens eine Zuluftleitung zum Zuführen eines Zuluftstromes für die Verbrennung im Verbrennungsmotor umfasst. Das Zuluftleitungssystem ist entsprechend am Verbrennungsmotor angeschlossen. Bei der Zuluft kann es sich um Frischluft oder, wie dargestellt, um ein mit Abgas gemischtes Frischluft-Abgas-Gemisch handeln, für welches dann im Zuluftleitungssystem entsprechend eine Frischluftleitung und eine Rückführungsleitung von der Abgasseite auf die Frischluftseite des Verbrennungsmotors vorgesehen sind.

[0014] Der erfindungsgemäße Antriebsstrang weist ferner einen Dampfkreislauf auf, der mit einem Arbeitsmedium betrieben wird, das in einem Wärmetauscher verdampft, dann durch eine Expansionsmaschine unter Abgabe von Arbeit expandiert und anschließend in einem Kondensator kondensiert wird. Das Arbeitsmedium kann beispielsweise Wasser oder eine andere verdampfungsfähige Flüssigkeit sein.

[0015] Erfindungsgemäß ist der Wärmetauscher oder zumindest ein Wärmetauscher, mittels welchem das Arbeitsmedium im Dampfkreislauf zumindest teilweise verdampft wird, im Zuluftleitungssystem angeordnet, derart, dass dem Arbeitsmedium Wärme aus der Zuluft, insbesondere Frischluft, rückgeführtes Abgas oder ein Gemisch hieraus, übertragen wird und zur Verdampfung des Arbeitsmediums herangezogen wird. Unter Verdampfung des Arbeitsmediums ist jegliche Art von Wärmeübertragung in das Arbeitsmedium zu verstehen, ungeachtet dessen, ob am Ende des Wärmetauschers, in welchem die Wärmeübertragung stattfindet, auf der Arbeitsmediumseite bereits das Arbeitsmedium im dampfförmigen Zustand oder teilweise dampfförmigen Zustand vorliegt, oder noch nicht, und im letzteren Fall insbesondere in einem weiteren Wärmetauscher vollständig verdampft wird.

[0016] Besonders vorteilhaft ist der oder ein Wärmetauscher des Dampfkreislaufes, welcher zur Verdampfung des Arbeitsmediums herangezogen wird, in der Abgasrückführung angeordnet, das heißt in der eingangs beschriebenen Rückführungsleitung des Zuluftleitungssystems angeordnet. Insbesondere kann dann auf den herkömmlichen Wasser-Gas-Wärmetauscher des Fahrzeugkühlsystems, mittels welchem die Wärme aus dem durch die Abgasrückführung geleiteten Abgasstromanteils in das Kühlwasser geleitet wurde, verzichtet werden, oder ein entsprechend kleiner dimensionierter Wasser-Gas-Wärmetauscher des Fahrzeugkühlsystems, durch welchen Kühlwasser geleitet wird, kann zusätzlich vorgesehen sein. Dadurch, dass durch Nutzung von Wärme aus der Abgasrückführung für den Dampfkreislauf beziehungsweise zur Erzeugung von Dampf weniger Wärme als herkömmlich in das Kühlwasser eingetragen wird, ist es möglich, das Fahrzeugkühlsystem für eine geringere maximale Kühlleistung auszulegen, beispielsweise indem der Kühler, mittels welchem die Wärme aus dem Kühlwasser an die Umgebung abgeführt wird, verkleinert wird, oder der Kühlwasserstrom im Fahrzeugkühlsystem verringert wird.

[0017] Eine weitere Wärmequelle, die alternativ oder zusätzlich zur Erzeugung von Dampf, das heißt zur Verdampfung des Arbeitsmediums des Dampfkreislaufes herangezogen werden kann, ist bei einem Antriebsstrang mit aufgeladenem Verbrennungsmotor in Strömungsrichtung der Frischluft hinter einem Verdichter angeordnet, welcher die Frischluft verdichtet und insbesondere über eine Abgasturbine im Abgasstrom des Verbrennungsmotors angetrieben wird. Selbstverständlich ist es auch möglich, mit einem solchen Verdichter ein Gemisch aus Frischluft und Abgas zu verdichten und/oder den Verdichter anders als mit einer Abgasturbine anzutreiben, beispielsweise über die Kurbelwelle des Verbrennungsmotors. Ferner ist es möglich, einen einzigen Verdichter im Zuluftleitungssystem vorzusehen, hinter welchem in Strömungsrichtung der Frischluft dann der Wärmetauscher zur Dampferzeugung positioniert wird. Alternativ ist es möglich, mehrere Verdichter hintereinander oder einen mehrstufigen Verdichter im Zuluftleitungssystem vorzusehen, und dann einen entsprechenden Wärmetauscher zur Dampferzeugung zwischen zwei Verdichtern beziehungsweise zwischen zwei Verdichterstufen oder hinter mehreren oder allen Verdichtern beziehungsweise Verdichterstufen anzuordnen. Somit kann auch die bei der Verdichtung der Zuluft anfallende Wärme sinnvoll zum Betreiben der Expansionsmaschine und damit zum Erzeugen von Antriebsleistung verwendet werden.

[0018] Die Erfindung soll nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen exemplarisch beschrieben werden.

[0019] Es zeigen:

[0020] [Fig. 1](#) einen erfindungsgemäßen Antriebsstrang mit einer Vielzahl von zur Dampferzeugung verwendeten Wärmetauschern in der Abgasrückführung und einem weiteren Wärmetauscher im Abgasstrom des Verbrennungsmotors;

[0021] [Fig. 2](#) eine Ausführungsform gemäß der [Fig. 1](#), jedoch mit einem zusätzlich integrierten Turbocompound-System.

[0022] In der [Fig. 1](#) erkennt man einen Verbrennungsmotor **1** mit einer Abgasleitung **2** und einem Zuluftsystem **3**. Das Zuluftsystem **3** umfasst eine Frischluftleitung **3.1**, in welcher ein Verdichter **7** angeordnet ist. Die verdichtete Frischluft wird mit einem über eine Rückführungsleitung **3.2** auf die Frischluftseite des Verbrennungsmotors **1** rückgeführten Anteil des Abgases gemischt und dem Verbrennungsmotor **1** zur Verbrennung zugeführt. Vorliegend ist die Menge des rückgeführten Anteils, welche durch die Rückführungsleitung **3.2** strömt, über ein Regelventil **12** regelbar.

[0023] Der Verdichter **7** zum Verdichten von Frischluft wird über eine Abgasturbine **10** angetrieben, die im Abgasstrom des Verbrennungsmotors **1** angeordnet ist. In Strömungsrichtung hinter der Abgasturbine **10** ist ein Partikelfilter **13** zum Ausfiltern von Partikeln, insbesondere Rußpartikeln, aus dem Abgasstrom angeordnet.

[0024] Erfindungsgemäß ist ein Dampfkreislauf **4** vorgesehen, in welchem Dampf erzeugt wird, der in einer Expansionsmaschine **5** expandiert und in einem Kondensator **7** kondensiert wird. Vorliegend dient die Expansionsmaschine **5**, beispielsweise in Form einer Dampfturbine oder einer Kolbenmaschine, zum Einleiten von Antriebsleistung auf die Kurbelwelle **11** des Verbrennungsmotors. Alternativ wäre es auch möglich, mit der Expansionsmaschine **5** ein Nebenaggregat des Antriebsstranges anzutreiben, oder – bei einer Verwendung in einem Kraftfahrzeug – über eine andere Triebverbindung Antriebsleistung auf die Antriebsräder einzuleiten.

[0025] Bei der gezeigten Ausführungsform wird der kondensierte Dampf in einen Sammelbehälter **14** geleitet und anschließend durch eine Pumpe **15**, um das Arbeitsmedium des Dampfkreislaufes **4** in dem Dampfkreislauf umzuwälzen beziehungsweise das Arbeitsmedium auf den erforderlichen Druck zu bringen.

[0026] Bei der in der [Fig. 1](#) dargestellten Ausführungsform sind in der Rückführungsleitung **3.2** des Zuluftleitungssystems **3** drei Wärmetauscher **6.1**, **6.2** und **16** angeordnet, welche in Strömungsrichtung des rückgeführten Abgases in der genannten Rei-

henfolge nacheinander durchströmt werden, bevor das Abgas mit der Frischluft aus der Frischluftleitung **3.1** gemischt wird. Demnach wird dem ersten Wärmetauscher **6.1** der rückgeführte Anteil des Abgasstromes mit einer höheren Temperatur zugeleitet als dem zweiten Wärmetauscher **6.2**, und der dritte Wärmetauscher **16** wird nur dann vorgesehen oder eine Kühlung des rückgeführten Abgases findet nur dann statt, wenn dies aufgrund einer zu hohen Austrittstemperatur des rückgeführten Abgasstromes aus dem zweiten Wärmetauscher **6.2** notwendig ist.

[0027] Das Arbeitsmedium des Dampfkreislaufes **4** wird zunächst durch den zweiten Wärmetauscher **6.2** in der Rückführungsleitung **3.2** geleitet, bevor es in den ersten Wärmetauscher **6.1** in der Rückführungsleitung **3.2** eintritt. Ferner ist im Dampfkreislauf zwischen dem zweiten Wärmetauscher **6.2** und dem ersten Wärmetauscher **6.1** ein weiterer Wärmetauscher **9** vorgesehen, um das Arbeitsmedium des Dampfkreislaufes **4** zu erhitzen beziehungsweise zu verdampfen. Dieser weitere Wärmetauscher **9** ist im Abgasstrom jenes Anteils von Abgas angeordnet, der nach dem Durchströmen des weiteren Wärmetauschers **9** an die Umgebung abgegeben wird. Vorliegend ist der weitere Wärmetauscher **9** in Strömungsrichtung des Abgases hinter dem Partikelfilter **13** vorgesehen.

[0028] Die gezeigte Vielzahl von Wärmetauschern und die vorliegend beschriebene spezifische Durchströmungsreihenfolge derselben mit Abgas und Arbeitsmedium des Dampfkreislaufes **4** optimiert den Wärmeeintrag in das Arbeitsmedium mittels des Temperaturniveaus, auf welchem die jeweilige Wärmeübertragung stattfindet. Dabei kann jedoch von der gezeigten Ausführungsform abgewichen werden, beispielsweise kann der weitere Wärmetauscher **9** im Abgasstrom eingespart werden oder an einer anderen Position im Abgasstrom vorgesehen sein. Alternativ oder zusätzlich könnte ein einziger arbeitsmediumdurchströmter Wärmetauscher in der Rückführungsleitung **3.2** oder drei oder mehr solcher Wärmetauscher in der Rückführungsleitung **3.2** vorgesehen sein. Schließlich könnte, wie dargestellt, der kühlwasserdurchströmte Wärmetauscher **16** eingespart werden oder auch beispielsweise durch einen Abgas-Kühlluft-Wärmetauscher oder sonstigen Wärmetauscher ersetzt werden.

[0029] Bei der in der [Fig. 1](#) gezeigten Ausführungsform wird die im Verdichter **7** in der Frischluftleitung **3.1** verdichtete Frischluft (Ladeluft) in einem luftgekühlten Wärmetauscher **17** des Kühlsystems, bei einer Anwendung in einem Kraftfahrzeug, insbesondere Kraftfahrzeugkühlsystems, gekühlt, bevor sie mit dem rückgeführten Abgas gemischt wird. Eine entsprechende Kühlung könnte zusätzlich oder alternativ auch nach der Mischung vorgesehen sein. Besonders vorteilhaft könnte ein entsprechender Wärme-

tauscher oder mehrere Wärmetauscher zum Kühlen dieser verdichteten Frischluft, vor oder hinter ihrer Mischung mit dem rückgeführten Abgas, durch das Arbeitsmedium des Dampfkreislaufes 4 „gekühlt“ werden, so dass auch diese anfallende Wärme zur Dampferzeugung genutzt werden könnte.

[0030] In der [Fig. 1](#) ist mit 18 ein Kühlwasserkreislauf bezeichnet, in dem ein Kühler 19 (Wasser-Luft-Kühler) wie bekannt angeordnet ist. Mit 20 ist die entsprechende Kühlluft, die durch den Kühler 19 beziehungsweise den Wärmetauscher 17 geleitet wird, bezeichnet. Wie man sieht, dient das Kühlwasser im Kühlkreislauf – insbesondere Fahrzeugkühlkreislauf – zum Kühlen des Verbrennungsmotors 1 und, bei der speziellen gezeigten Ausgestaltung, zum zusätzlichen Herunterkühlen des rückgeführten Abgasstromes, nachdem diesem die maximal mögliche Wärme mittels des Dampfkreislaufes 4 entzogen wurde.

[0031] Bei der gezeigten Ausführungsform wird der Kondensator 7 ebenfalls mit der Kühlluft 20 beaufschlagt.

[0032] Bei der in der [Fig. 2](#) dargestellten Ausführungsform, zu welcher das in der [Fig. 1](#) beschriebene entsprechend gilt, wird Antriebsleistung der Abgasturbine 10 zusätzlich auf die Kurbelwelle 11 des Verbrennungsmotors 1 übertragen, hier über ein entsprechendes Getriebe. Bei einer Umkehrung der Leistungsrichtung kann somit der Verdichter 7 zur Verdichtung der Frischluft mittels dem Verbrennungsmotor 1 angetrieben werden, vorteilhaft immer dann, wenn nur ein vergleichsweise geringer Abgasstrom zur Verfügung steht. Hierdurch kann das sogenannte Turboloch vermindert oder vermieden werden.

[0033] Wie gestrichelt angedeutet, kann der Verdichter 7 auch über eine zusätzlich zu der Abgasturbine 10 im Abgasstrom beziehungsweise der Abgasleitung 2 vorgesehene, in der Regel hinsichtlich der Abgasströmungsrichtung der Abgasturbine 10 vorgeschaltete Abgasturbine 8 (Turboladerturbine) angetrieben werden und die Abgasturbine 10 (dann als Abgasnutzturbine bezeichnet) ausschließlich zum Einleiten von Antriebsleistung auf die Kurbelwelle 11 des Verbrennungsmotors 1 verwendet werden, um ein Turbocompound-System auszubilden.

[0034] Die beschriebene Erfindung kommt vorzugsweise in einem Kraftfahrzeug zur Anwendung. Jedoch ist auch eine Anwendung in einem stationären Antriebsstrang, beispielsweise in einem Blockheizkraftwerk, möglich. Bei einer Anwendung in einem Fahrzeug kann der Verbrennungsmotor (gegebenenfalls neben der zum Antrieb des Fahrzeugs verwendeten Expansionsmaschine 5) das einzige Antriebsaggregat zum Antreiben des Fahrzeugs sein, oder es können weitere Antriebsaggregate zum Antreiben

des Fahrzeugs, beispielsweise ein Elektromotor, vorgesehen sein.

Patentansprüche

1. Antriebsstrang, insbesondere für ein Nutzkraftfahrzeug,

1.1 mit einem Verbrennungsmotor (1), der einen Abgasstrom erzeugt;

1.2 mit einer Abgasleitung (2), die am Verbrennungsmotor (1) angeschlossen ist;

1.3 mit einem Zuluftleitungssystem (3), zum Zuführen eines Zuluftstromes für die Verbrennung im Verbrennungsmotor (1), das am Verbrennungsmotor (1) angeschlossen ist;

1.4 mit einem Dampfkreislauf (4), umfassend eine Expansionsmaschine (5), wenigstens einem Wärmetauscher (6), um das Arbeitsmedium des Dampfkreislaufes zu verdampfen, und einen Kondensator (7), **dadurch gekennzeichnet**, dass

1.5 der Wärmetauscher (6) im Zuluftleitungssystem (3) angeordnet ist und dem Zuluftstrom Wärme zur Verdampfung des Arbeitsmediums des Dampfkreislaufes (4) entzieht.

2. Antriebsstrang gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Zuluftleitungssystem (3) eine Frischluftleitung (3.1) zum Zuführen eines Frischluftstromes für die Verbrennung im Verbrennungsmotor (1) und eine Rückführungsleitung (3.2) zum Rückführen eines Teiles des Abgasstromes auf die Frischluftseite für die Verbrennung im Verbrennungsmotor (1) umfasst, und der Wärmetauscher (6) in der Rückführungsleitung (3.2) angeordnet ist, um dem rückgeführten Abgasstrom Wärme zur Verdampfung des Arbeitsmediums des Dampfkreislaufes (4) zu entziehen.

3. Antriebsstrang gemäß einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass im Zuluftleitungssystem (3) ein Verdichter (7) angeordnet ist, der insbesondere von einer Abgasturbine (8, 10) im Abgasstrom angetrieben wird, und welcher insbesondere dem Verbrennungsmotor (1) zur Verbrennung zugeführte Frischluft verdichtet, und der Wärmetauscher (6) im Zuluftsystem (3) in Strömungsrichtung hinter dem Verdichter (7) angeordnet ist und mit der verdichteten Zuluft oder einem Gemisch aus verdichteter Zuluft und rückgeführtem Abgasstrom beaufschlagt wird.

4. Antriebsstrang gemäß Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Verdichter (7) oder ein mehrstufiger Verdichter im Zuluftleitungssystem vorgesehen ist, und der Wärmetauscher (6) in Strömungsrichtung zwischen den Verdichtern (7) oder Verdichterstufen angeordnet ist, oder jeweils ein Wärmetauscher (6) in Strömungsrichtung hinter einem und insbesondere hinter jedem Verdichter (7) angeordnet ist.

5. Antriebsstrang gemäß einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass in der Rückführungsleitung (3.2) eine Vielzahl von Wärmetauschern (6.1, 6.2) zur Verdampfung des Arbeitsmediums des Dampfkreislaufes (4) vorgesehen ist, sowie ein weiterer Wärmetauscher (9) zur Verdampfung des Arbeitsmediums des Dampfkreislaufes (4) in der Abgasleitung (2) vorgesehen ist, welcher mit einem zur Weiterleitung an die Umgebung bestimmten Abgasstrom beaufschlagt ist, und das Arbeitsmedium des Dampfkreislaufes (4) zunächst durch einen zweiten Wärmetauscher (6.2) in der Rückführungsleitung (3.2), dann durch den weiteren Wärmetauscher (9) in der Abgasleitung (2) und im Anschluss durch einen ersten Wärmetauscher (6.1) in der Rückführungsleitung (3.2) geleitet wird, wobei der rückgeführte Teil des Abgasstromes zuerst durch den ersten Wärmetauscher (6.1) und anschließend durch den zweiten Wärmetauscher (6.2) und insbesondere anschließend durch einen im Kühlkreislauf, insbesondere Fahrzeugkühlkreislauf, eingebundenen Wärmetauscher (16) geleitet und gekühlt wird.

6. Antriebsstrang gemäß einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass im Abgasstrom eine Abgasturbine (10) angeordnet ist, mittels welcher Antriebsenergie auf eine Kurbelwelle (11) des Verbrennungsmotors (1) übertragbar ist, und der Teil des Abgasstromes, welcher durch die Rückführungsleitung (3.2) geleitet wird, in Strömungsrichtung vor der Abgasturbine (10) aus dem Abgasstrom abzweigt wird.

7. Antriebsstrang gemäß der Ansprüche 5 und 6, dadurch gekennzeichnet, dass der weitere Wärmetauscher (9) in Strömungsrichtung hinter der Abgasturbine (10) im Abgasstrom angeordnet ist.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

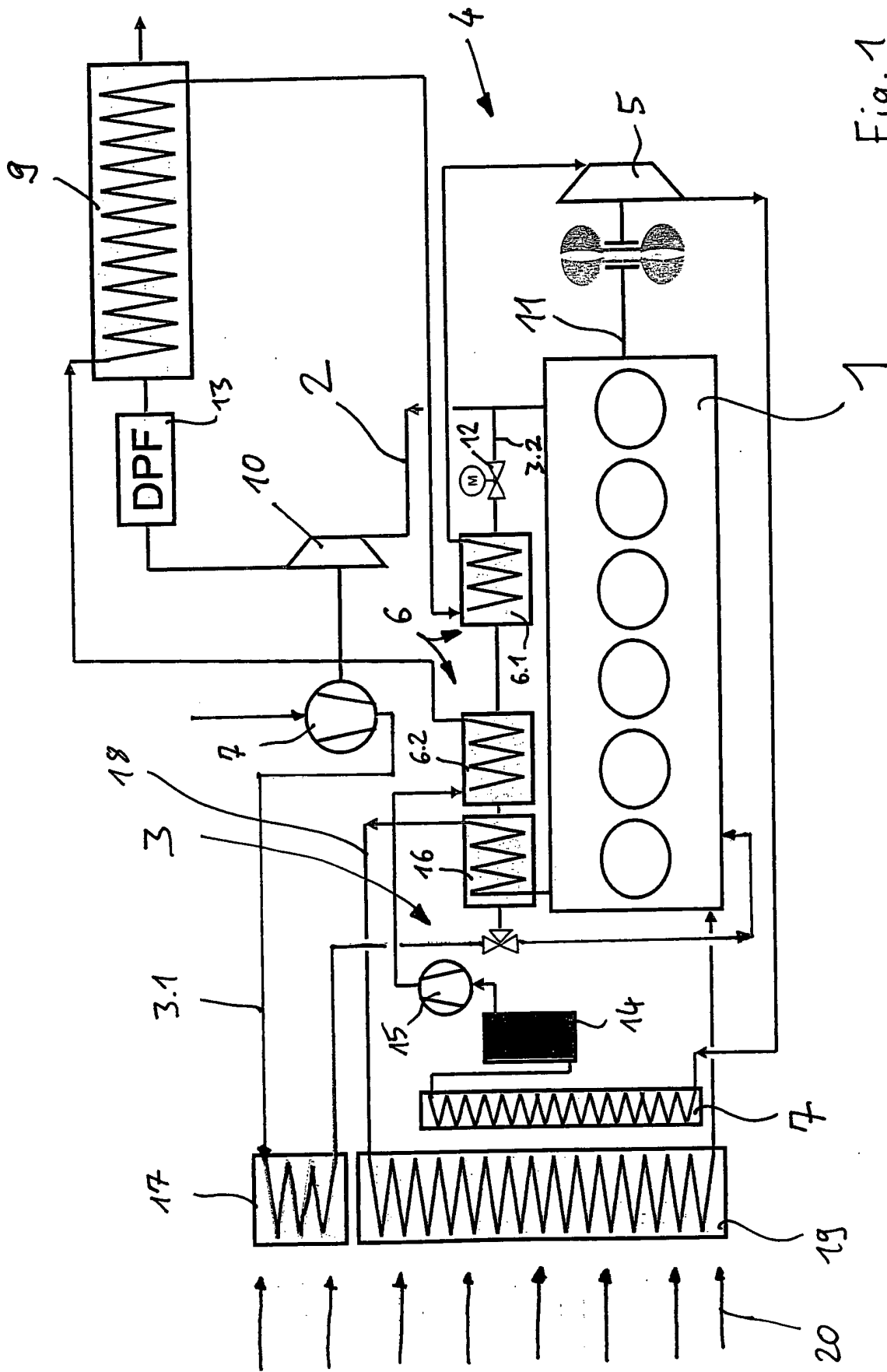


Fig. 1

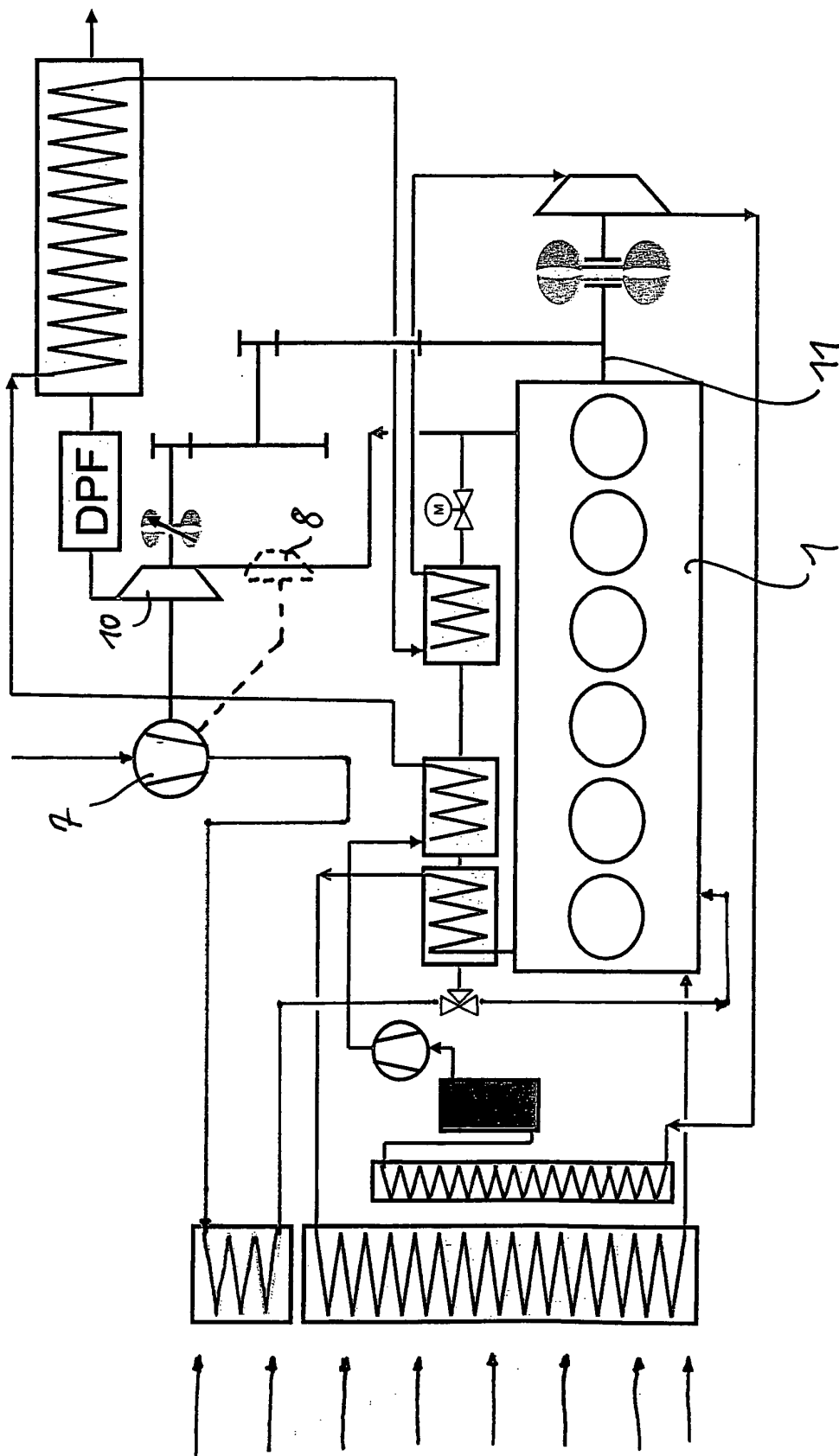


Fig. 2