



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
08.12.2021 Patentblatt 2021/49

(51) Int Cl.:
F01P 3/12 (2006.01) **F01P 3/20** (2006.01)
F02M 26/06 (2016.01)

(21) Anmeldenummer: **21174420.6**

(22) Anmeldetag: **18.05.2021**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(72) Erfinder:
• **Kiel, Marco**
39116 Magdeburg (DE)
• **Holthoff, Oliver**
38446 Wolfsburg (DE)

(74) Vertreter: **karo IP**
karo IP Patentanwälte
Kahlhöfer Rößler Kreuels PartG mbB
Platz der Ideen 2
40476 Düsseldorf (DE)

(30) Priorität: **05.06.2020 DE 102020115018**

(71) Anmelder: **VOLKSWAGEN AG**
38440 Wolfsburg (DE)

(54) **KÜHLKREISLAUFANORDNUNG EINER VERBRENNUNGSKRAFTMASCHINE**

(57) Kühlkreislaufanordnung (1) einer Verbrennungskraftmaschine (2), wobei die Verbrennungskraftmaschine (2) zumindest eine Einlassseite (3) und eine Auslassseite (4) aufweist, die über mindestens eine Brennkammer (23) miteinander verbunden sind, wobei die Auslassseite (4) und die Einlassseite (3) zusätzlich über eine Niederdruck-Abgasrückführungsleitung (5) miteinander verbunden sind, über die ein Abgas von der Auslassseite (4) zurück zur Einlassseite (3) förderbar ist,

wobei die Niederdruck-Abgasrückführungsleitung (5) in wärmeleitender Verbindung mit einem ersten Wärmetauscher (6) der Kühlkreislaufanordnung (1) angeordnet ist zur Ableitung von Wärmeenergie aus dem über die Niederdruck-Abgasrückführungsleitung (5) geführten Abgas; wobei die Kühlkreislaufanordnung (1) zumindest einen ersten Teilkühlkreislauf (7) und einen zweiten Teilkühlkreislauf (8) aufweist.

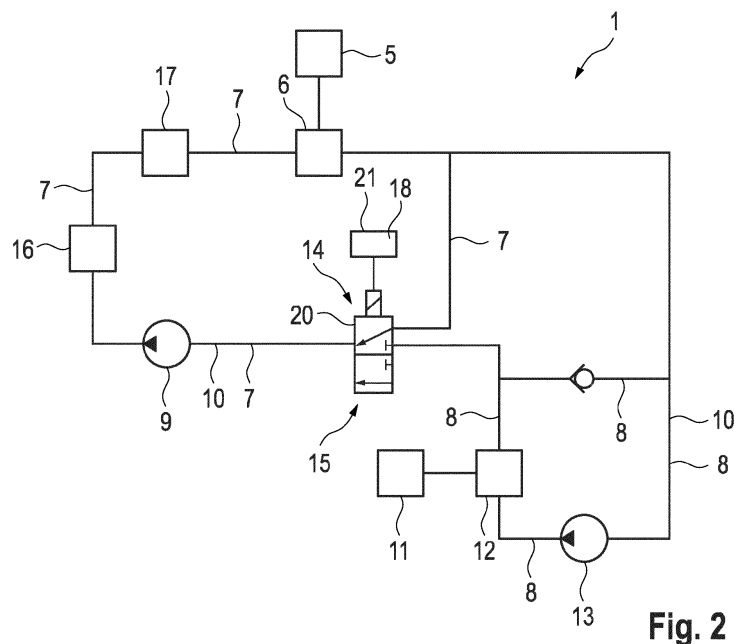


Fig. 2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Kühlkreislaufanordnung einer Verbrennungskraftmaschine, insbesondere eines Kraftfahrzeuges.

[0002] Eine Verbrennungskraftmaschine umfasst zumindest eine Einlassseite und eine Auslassseite, die über mindestens eine Brennkammer miteinander verbunden sind. Die Auslassseite und die Einlassseite können zusätzlich über eine Niederdruck-Abgasrückführungsleitung miteinander verbunden sein, über die ein Abgas von der Auslassseite zurück zur Einlassseite förderbar ist. Die Niederdruck-Abgasrückführungsleitung kann in wärmeleitender Verbindung mit einem ersten Wärmetauscher der Kühlkreislaufanordnung angeordnet sein zur Ableitung von Wärmeenergie aus dem über die Niederdruck-Abgasrückführungsleitung geführten Abgas.

[0003] Eine Niederdruck-Abgasrückführung dient insbesondere der Reduzierung von Emissionen der Verbrennungskraftmaschine.

[0004] Eine Verbrennungskraftmaschine umfasst regelmäßig einen oder mehrere Kühlkreisläufe als Kühlkreislaufanordnung, z. B. einen Hochtemperaturkreislauf (hohe Wärmeabgabekapazität) und einen Niedertemperaturkreislauf (geringere Wärmeabgabekapazität). In jedem Kühlkreislauf ist zumindest eine Pumpe angeordnet.

[0005] Die einzelnen Kühlkreisläufe sind, wenn separate Pumpen vorgesehen sind, in der Regel fluidtechnisch voneinander getrennt angeordnet. Dabei können die Kühlkreisläufe aber über einen gemeinsamen Ausgleichbehälter verbunden sein, so dass ein Austausch eines gemeinsam genutzten Kühlfluids über den Ausgleichbehälter möglich sein kann. Die Trennung der Kühlkreisläufe ist erforderlich, um eine hinsichtlich der vorgesehenen Betriebstemperatur wirksame Trennung in Niedertemperatur- und Hochtemperaturkreislauf zu ermöglichen.

[0006] Für eine Niederdruck-Abgasrückführungsleitung ist regelmäßig ein AGR-Kühler vorgesehen (im Folgenden als erster Wärmetauscher bezeichnet), durch den das rückgeführte Abgas im Betrieb der Verbrennungskraftmaschine abkühlbar ist. Gerade bei Kaltstartbedingungen, also bei einer Inbetriebnahme der Verbrennungskraftmaschine, sind die einzelnen Komponenten der Verbrennungskraftmaschine noch kalt, so dass das über die Niederdruck-Abgasrückführungsleitung rückgeführte Abgas stark abgekühlt wird. Da das Abgas einen gegenüber Umgebungsluft erhöhten Wassergehalt aufweist, kann Wasser z. B. in der Abgasrückführungsleitung kondensieren.

[0007] Das so gebildete Kondensat ist insbesondere problematisch, wenn die Verbrennungskraftmaschine einen Turbolader bzw. einen Kompressor aufweist. Die mit hohen Geschwindigkeiten rotierenden Komponenten können bei Kontakt mit den Wassertropfen mechanisch geschädigt werden. Weiter kann Kondenswasser aber

auch zu Fehlzündungen bei Ottomotoren führen.

[0008] Um die Bildung von zu viel Kondensat bzw. von zu großen Tropfen zu unterbinden, wird Abgas erst dann über die Abgasrückführungsleitung hin zur Einlassseite geleitet, wenn die beteiligten Komponenten eine entsprechende Mindesttemperatur erreicht haben. Insbesondere erfolgt eine Freigabe für die Niederdruck-Abgasrückführungsleitung, wenn das den ersten Wärmetauscher beaufschlagende Kühlfluid eine Grenztemperatur erreicht hat.

[0009] Aus der DE 10 2018 210 572 A1 ist ein Niederdruckabgasrückführungssystem bekannt, wobei ein Wärmespeicher zur Temperierung des AGR-Kühlers vorgesehen ist. Der Wärmespeicher soll bei einem Kaltstart ggf. verfügbare Restwärme zur Temperierung des AGR-Kühlers bereitstellen.

[0010] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, die mit Bezug auf den Stand der Technik angeführten Probleme zumindest teilweise zu lösen. Insbesondere soll eine Kühlkreislaufanordnung vorgeschlagen werden, mit der z. B. nach einem Kaltstart möglichst frühzeitig eine Freigabe der Niederdruck-Abgasrückführungsleitung erfolgen kann.

[0011] Zur Lösung dieser Aufgaben trägt eine Kühlkreislaufanordnung mit den Merkmalen gemäß Patentanspruch 1 bei. Vorteilhafte Weiterbildungen sind Gegenstand der abhängigen Patentansprüche. Die in den Patentansprüchen einzeln aufgeführten Merkmale sind in technologisch sinnvoller Weise miteinander kombinierbar und können durch erläuternde Sachverhalte aus der Beschreibung und/oder Details aus den Figuren ergänzt werden, wobei weitere Ausführungsvarianten der Erfindung aufgezeigt werden.

[0012] Es wird eine Kühlkreislaufanordnung einer Verbrennungskraftmaschine, insbesondere eines Kraftfahrzeuges, vorgeschlagen. Die Verbrennungskraftmaschine weist zumindest eine Einlassseite und eine Auslassseite auf, die über mindestens eine Brennkammer miteinander verbunden sind. Die Auslassseite und die Einlassseite sind zusätzlich über eine Niederdruck-Abgasrückführungsleitung miteinander verbunden, über die ein Abgas von der Auslassseite zurück zur Einlassseite förderbar ist. Die Niederdruck-Abgasrückführungsleitung ist in wärmeleitender Verbindung mit einem ersten Wärmetauscher der Kühlkreislaufanordnung angeordnet zur Ableitung von Wärmeenergie aus dem über die Niederdruck-Abgasrückführungsleitung geführten Abgas. Die Kühlkreislaufanordnung weist zumindest einen ersten Teilkühlkreislauf und einen zweiten Teilkühlkreislauf auf; wobei in dem ersten Teilkühlkreislauf zumindest der erste Wärmetauscher und eine erste Pumpe zur Förderung eines Kühlfluids durch den ersten Teilkühlkreislauf angeordnet sind. In dem zweiten Teilkühlkreislauf sind zur Temperierung anderer Komponenten der Verbrennungskraftmaschine zumindest ein zweiter Wärmetauscher und eine zweite Pumpe zur Förderung eines Kühlfluids durch den zweiten Teilkühlkreislauf angeordnet. Der erste Teilkühlkreislauf und der zweite Teilkühlkreis-

lauf sind in Abhängigkeit von einem Betriebszustand der Kühlkreislaufanordnung fluidtechnisch verbindbar und voneinander trennbar.

[0013] Insbesondere dient der erste Wärmetauscher der Kühlung bzw. Temperierung der Niederdruck-Abgasrückführungsleitung. Im Betrieb der Verbrennungskraftmaschine wird das über die Niederdruck-Abgasrückführungsleitung geleitete Abgas in der Regel abgekühlt. Gerade nach einem Kaltstart ist es jedoch erforderlich, dass der erste Wärmetauscher möglichst schnell eine Mindesttemperatur erreicht hat, so dass zumindest eine Kondensation des im Abgas enthaltenen Wassers an den Wandungen des ersten Wärmetauschers verhindert werden kann. Weiter soll verhindert werden, dass das rückgeführte Abgas durch den noch kalten ersten Wärmetauscher so weit abgekühlt wird, dass sich Kondensat im Abgasstrom bildet.

[0014] Mit der vorliegenden zumindest zeitweisen Trennung der Teilkühlkreisläufe soll insbesondere ermöglicht werden, dass das dann geringere Volumen an Kühlfluid, nämlich nur das in dem ersten Teilkühlkreislauf zirkulierende Volumen des Kühlfluids (ohne Leitungen hin zum Ausgleichbehälter), möglichst schnell erwärmt wird.

[0015] Insbesondere sind in dem ersten Teilkühlkreislauf keine weiteren Wärmetauscher angeordnet, über die eine andere Komponente als die Niederdruck-Abgasrückführungsleitung und das in dem ersten Teilkühlkreislauf zirkulierende Fluid temperiert werden können.

[0016] Insbesondere werden die den ersten Teilkühlkreislauf mit einem Ausgleichbehälter verbindenden Leitungen hier nicht berücksichtigt, d. h. der erste Teilkühlkreislauf kann mit einem Ausgleichbehälter verbunden sein, wobei das in diesen Leitungen vorliegende Volumen an Kühlfluid nicht berücksichtigt wird.

[0017] Vorliegend bedeutet fluidtechnisch trennbar bzw. getrennt, dass ein Kühlfluid nicht von einem Teilkühlkreislauf in den anderen Teilkühlkreislauf übertreten kann. Dabei kann ein Austausch von Kühlfluid über einen Ausgleichbehälter insbesondere jederzeit erfolgen. D. h., dass ein Austausch von Kühlfluid über den Ausgleichbehälter hier nicht berücksichtigt wird.

[0018] Der zweite Teilkühlkreislauf ist z. B. ein für die Verbrennungskraftmaschine (d. h. zumindest für eine der folgenden Komponenten: Zylinderkopf, Kurbelgehäuse, Ölkühler, etc.) vorgesehener Kühlkreislauf, insbesondere ein Hochtemperatur-Kühlkreislauf. Ggf. können weitere Teilkühlkreisläufe vorgesehen sein, z. B. Niedertemperaturkühlkreisläufe. Insbesondere können in diesem weiteren Teilkühlkreislauf weitere Komponenten, z. B. Kühler für Abgasbehandlungseinrichtungen, Ladeluftkühler, Generatorkühler, etc. angeordnet sein.

[0019] Insbesondere ist in dem ersten Teilkühlkreislauf eine von einer Abgastemperatur unabhängig betreibbare Heizvorrichtung zur Temperierung des, insbesondere im ersten Teilkühlkreislauf zirkulierenden, Kühlfluids angeordnet.

[0020] Über die Heizvorrichtung kann das Kühlfluid

insbesondere unabhängig vom Abgas, und damit insbesondere schneller, aufgewärmt werden.

[0021] Die Heizvorrichtung weist insbesondere eine Heizleistung von mindestens 500 Watt auf, insbesondere von mindestens 1 Kilowatt, bevorzugt von mindestens 10 Kilowatt.

[0022] Insbesondere ist die Heizvorrichtung ein elektrisches Heizelement. Es können aber auch andere Formen von Heizvorrichtungen, z. B. Brenner, eingesetzt werden.

[0023] Der Betrieb der Heizvorrichtung kann insbesondere auch unabhängig von einem Betrieb der Verbrennungskraftmaschine erfolgen. Insbesondere kann also das Kühlfluid bereits durch die Heizvorrichtung erwärmt werden, bevor die Verbrennungskraftmaschine in Betrieb genommen wird. Dabei kann das Kühlfluid in dem ersten Teilkühlkreislauf bereits durch die erste Pumpe gefördert werden. Es ist aber auch möglich, dass zumindest zeitweise die erste Pumpe nicht betrieben wird, so dass die Heizvorrichtung das nicht zirkulierende Kühlfluid bereits erwärmt.

[0024] Insbesondere kann die Trennung der Teilkühlkreisläufe ebenfalls unabhängig vom Betrieb der Verbrennungskraftmaschine erfolgen. Insbesondere sind die Teilkühlkreisläufe immer dann getrennt, wenn die Verbrennungskraftmaschine nicht betrieben wird. Insbesondere sind die Teilkühlkreisläufe nur dann getrennt, wenn das in dem ersten Teilkühlkreislauf zirkulierende oder befindliche Kühlfluid eine Grenztemperatur unterschreitet.

[0025] Insbesondere ist die Heizvorrichtung unmittelbar stromaufwärts des ersten Wärmetauschers angeordnet. Es ist aber auch möglich, dass die Heizvorrichtung unmittelbar stromabwärts des ersten Wärmetauschers oder an anderer Stelle im ersten Teilkühlkreislauf angeordnet ist.

[0026] Insbesondere ist in dem ersten Teilkühlkreislauf (nur noch) ein dritter Wärmetauscher angeordnet, der Wärmeenergie zwischen dem ersten Teilkühlkreislauf und einem weiteren Teilkühlkreislauf der Kühlkreislaufanordnung überträgt. Der weitere Teilkühlkreislauf kann z. B. der zweite Teilkühlkreislauf oder ein weiterer Teilkühlkreislauf, z. B. ein Niedertemperatur-Kühlkreislauf, sein. Der dritte Wärmetauscher kann insbesondere dazu dienen, Wärme möglichst frühzeitig auf den ersten Teilkühlkreislauf zu übertragen. Ggf. kann ein Bypass für den dritten Wärmetauscher vorgesehen sein, so dass je nach Betriebszustand eine Ableitung von Wärme aus dem ersten Teilkühlkreislauf verhindert wird.

[0027] Insbesondere weist der in einem ersten Betriebszustand von dem zweiten Teilkühlkreislauf getrennt betriebene erste Teilkühlkreislauf ein, insbesondere bei Betrieb der ersten Pumpe zirkulierendes, erstes Volumen des Kühlfluids von höchstens drei Litern, bevorzugt von höchstens zwei Litern, besonders bevorzugt von höchstens 1,5 Litern oder sogar von höchstens einem Liter auf.

[0028] Insbesondere wird dabei das den ersten Teil-

kühlkreislauf mit einem Ausgleichbehälter verbindende Volumen von Leitungen nicht berücksichtigt.

[0029] Infolge der zumindest zeitweisen Trennung des ersten Teilkühlkreislauf von anderen Teilkühlkreisläufen kann die Menge an Kühlfluid, die möglichst schnell erwärmt werden soll, deutlich reduziert werden. Damit kann auch z. B. eine Heizvorrichtung kleiner ausgelegt bzw. eine ausreichende Temperierung des ersten Wärmetauschers schneller erreicht werden.

[0030] Insbesondere sind der erste Teilkühlkreislauf und der zweite Teilkühlkreislauf in einem ersten Betriebszustand getrennt voneinander betreibbar, wobei in dem ersten Betriebszustand das in dem ersten Teilkühlkreislauf geförderte Kühlfluid eine Temperatur aufweist, die unterhalb einer Grenztemperatur liegt.

[0031] Insbesondere sind der erste Teilkühlkreislauf und der zweite Teilkühlkreislauf in einem zweiten Betriebszustand fluidtechnisch miteinander verbunden, so dass das Kühlfluid über zumindest eine Pumpe, also die erste Pumpe oder die zweite Pumpe, durch beide Teilkühlkreisläufe förderbar ist.

[0032] Insbesondere wird dabei eine Verbindung über einen Ausgleichbehälter oder eine Verbindung über die Teilkühlkreisläufe mit dem Ausgleichbehälter verbindende Leitungen nicht berücksichtigt.

[0033] Die Grenztemperatur bezeichnet insbesondere eine Temperatur des Kühlfluids, bei der die Bildung von Kondensat im Abgasstrom bzw. an den Wandungen des ersten Wärmetauschers oder des dritten Wärmetauschers verhindert werden kann.

[0034] Insbesondere kann die fluidtechnische Trennung bzw. Verbindung der Teilkühlkreisläufe über ein Schaltelement erfolgen, z. B. über ein temperaturabhängig schaltendes Schaltelement oder durch ein von einem Steuergerät der Kühlkreislaufanordnung oder der Verbrennungskraftmaschine gesteuertes Schaltelement.

[0035] Ein temperaturabhängig schaltendes Schaltelement ist z. B. ein Thermostat, ein Bimetall oder eine Formgedächtnislegierung. Ein gesteuertes Schaltelement umfasst z. B. ein Schaltventil oder ähnliches.

[0036] Es wird weiter ein Verfahren zum Betrieb der beschriebenen Kühlkreislaufanordnung vorgeschlagen. Das Verfahren umfasst zumindest die folgenden Schritte:

- a) Bestimmen einer Temperatur des in dem ersten Teilkühlkreislauf geförderten Kühlfluids; und wenn die Temperatur unterhalb einer Grenztemperatur liegt,
- b) Trennen des ersten Teilkühlkreislaufs von dem zweiten Teilkühlkreislauf und
- c) Betreiben der ersten Pumpe zur Förderung des Kühlfluids ausschließlich durch den ersten Teilkühlkreislauf; oder wenn die Temperatur mindestens die Grenztemperatur aufweist,
- d) Verbinden des ersten Teilkühlkreislaufs und des zweiten Teilkühlkreislaufs und Betreiben zumindest

einer der Pumpen zur Förderung des Kühlfluids durch die Teilkühlkreisläufe.

[0037] Die obige (nicht abschließende) Einteilung der Verfahrensschritte in a) bis d) soll vorrangig nur zur Unterscheidung dienen und keine Reihenfolge und/oder Abhängigkeit erzwingen. Auch die Häufigkeit der Verfahrensschritte z. B. während der Einrichtung und/oder des Betriebes der Kühlkreislaufanordnung kann variieren. Ebenso ist möglich, dass Verfahrensschritte einander zumindest teilweise zeitlich überlagern. Ganz besonders bevorzugt finden die Verfahrensschritte b) und c) sowie d) jeweils nach Schritt a) statt. Insbesondere werden die Schritte b) und c) einerseits und d) andererseits jeweils in Abhängigkeit von Schritt a) durchgeführt. Schritte b) und c) einerseits und Schritt d) andererseits sind insbesondere bedingt und werden ggf. nur dann ausgeführt, wenn Schritt a) ein bestimmtes Ergebnis liefert.

[0038] Insbesondere ist in dem ersten Teilkühlkreislauf eine von einer Abgastemperatur unabhängig betreibbare Heizvorrichtung zur Temperierung des Kühlfluids angeordnet. In Schritt c) wird das in dem ersten Teilkühlkreislauf befindliche Kühlfluid durch die Heizvorrichtung erwärmt.

[0039] Insbesondere wird die Heizvorrichtung nur dann betrieben, wenn die Teilkühlkreisläufe getrennt voneinander sind.

[0040] Es wird weiter ein Kraftfahrzeug vorgeschlagen, zumindest umfassend eine Verbrennungskraftmaschine und die beschriebene Kühlkreislaufanordnung. Die Kühlkreislaufanordnung ist mit dem beschriebenen Verfahren betreibbar, wobei die Trennung und Verbindung der Teilkühlkreisläufe selbsttätig durch ein temperaturabhängig schaltendes Schaltelement oder durch ein von einem Steuergerät gesteuertes Schaltelement erfolgt.

[0041] Die Ausführungen zur Kühlkreislaufanordnung sind insbesondere auf das Verfahren und das Kraftfahrzeug übertragbar und jeweils umgekehrt.

[0042] Es wird weiter ein Steuergerät vorgeschlagen, das zur Durchführung des beschriebenen Verfahrens ausgestattet, konfiguriert oder programmiert ist.

[0043] Weiter kann das Verfahren auch von einem Computer bzw. mit einem Prozessor einer Steuereinheit ausgeführt werden.

[0044] Es wird demnach auch ein System zur Datenverarbeitung vorgeschlagen, das einen Prozessor umfasst, der so angepasst/konfiguriert ist, dass er das Verfahren bzw. einen Teil der Schritte des vorgeschlagenen Verfahrens durchführt.

[0045] Es kann ein computerlesbares Speichermedium vorgesehen sein, das Befehle umfasst, die bei der Ausführung durch einen Computer/Prozessor diesen veranlassen, das Verfahren bzw. mindestens einen Teil der Schritte des vorgeschlagenen Verfahrens auszuführen.

[0046] Die Ausführungen zu der Kühlkreislaufanordnung sind insbesondere auf das Verfahren, das Kraft-

fahrzeug und/oder das computerimplementierte Verfahren (also den Computer bzw. den Prozessor, das Steuergerät, das System zur Datenverarbeitung, das computerlesbare Speichermedium) übertragbar und umgekehrt.

[0047] Die Verwendung unbestimmter Artikel ("ein", "eine", "einer" und "eines"), insbesondere in den Patentansprüchen und der diese wiedergebenden Beschreibung, ist als solche und nicht als Zahlwort zu verstehen. Entsprechend damit eingeführte Begriffe bzw. Komponenten sind somit so zu verstehen, dass diese mindestens einmal vorhanden sind und insbesondere aber auch mehrfach vorhanden sein können.

[0048] Vorsorglich sei angemerkt, dass die hier verwendeten Zahlwörter ("erste", "zweite", ...) vorrangig (nur) zur Unterscheidung von mehreren gleichartigen Gegenständen, Größen oder Prozessen dienen, also insbesondere keine Abhängigkeit und/oder Reihenfolge dieser Gegenstände, Größen oder Prozesse zueinander zwingend vorgeben. Sollte eine Abhängigkeit und/oder Reihenfolge erforderlich sein, ist dies hier explizit angegeben oder es ergibt sich offensichtlich für den Fachmann beim Studium der konkret beschriebenen Ausgestaltung. Soweit ein Bauteil mehrfach vorkommen kann ("mindestens ein"), kann die Beschreibung zu einem dieser Bauteile für alle oder ein Teil der Mehrzahl dieser Bauteile gleichermaßen gelten, dies ist aber nicht zwingend.

[0049] Die Erfindung sowie das technische Umfeld werden nachfolgend anhand der beiliegenden Figuren näher erläutert. Es ist darauf hinzuweisen, dass die Erfindung durch die angeführten Ausführungsbeispiele nicht beschränkt werden soll. Insbesondere ist es, soweit nicht explizit anders dargestellt, auch möglich, Teilaspekte der in den Figuren erläuterten Sachverhalte zu extrahieren und mit anderen Bestandteilen und Erkenntnissen aus der vorliegenden Beschreibung zu kombinieren. Insbesondere ist darauf hinzuweisen, dass die Figuren und insbesondere die dargestellten Größenverhältnisse nur schematisch sind. Es zeigen:

Fig. 1: ein Kraftfahrzeug mit einer Verbrennungskraftmaschine; und

Fig. 2: eine Kühlkreislaufanordnung.

[0050] Die Fig. 1 zeigt ein Kraftfahrzeug 19 mit einer Verbrennungskraftmaschine 2. Das Kraftfahrzeug 19 umfasst eine Verbrennungskraftmaschine 2 mit einer Einlassseite 3 und eine Auslassseite 4, die über mindestens eine Brennkammer 23 miteinander verbunden sind. Die Auslassseite 4 und die Einlassseite 3 sind zusätzlich über eine Niederdruck-Abgasrückführungsleitung 5 miteinander verbunden, über die ein Abgas von der Auslassseite 4 zurück zur Einlassseite 3 förderbar ist. Die Verbrennungskraftmaschine 2 umfasst weiter einen Abgasturbolader 22.

[0051] Fig. 2 zeigt eine Kühlkreislaufanordnung 1. Die Niederdruck-Abgasrückführungsleitung 5 ist in wärme-

leitender Verbindung mit einem ersten Wärmetauscher 6 der Kühlkreislaufanordnung 1 angeordnet zur Ableitung von Wärmeenergie aus dem über die Niederdruck-Abgasrückführungsleitung 5 geführten Abgas. Die Kühlkreislaufanordnung 1 weist einen ersten Teilkühlkreislauf 7 und einen zweiten Teilkühlkreislauf 8 auf. In dem ersten Teilkühlkreislauf 7 sind zumindest der erste Wärmetauscher 6 und eine erste Pumpe 9 zur Förderung eines Kühlfluids 10 durch den ersten Teilkühlkreislauf 7 angeordnet. In dem zweiten Teilkühlkreislauf 8 sind zur Temperierung anderer Komponenten 11 der Verbrennungskraftmaschine 2 zumindest ein zweiter Wärmetauscher 12 und eine zweite Pumpe 13 zur Förderung eines Kühlfluids 10 durch den zweiten Teilkühlkreislauf 8 angeordnet. Der erste Teilkühlkreislauf 7 und der zweite Teilkühlkreislauf 8 sind in Abhängigkeit von einem Betriebszustand 14, 15 der Kühlkreislaufanordnung 1 fluidtechnisch verbindbar und voneinander trennbar.

[0052] In dem ersten Teilkühlkreislauf 7 sind keine weiteren Wärmetauscher angeordnet, über die eine andere Komponente 11 als die Niederdruck-Abgasrückführungsleitung 5 und das in dem ersten Teilkühlkreislauf 7 zirkulierende Kühlfluid 10 temperiert werden können. In dem ersten Teilkühlkreislauf 7 ist aber ein dritter Wärmetauscher 17 angeordnet, der Wärmeenergie zwischen dem ersten Teilkühlkreislauf 4 und einem weiteren Teilkühlkreislauf 8, hier z. B. dem zweiten Teilkühlkreislauf 8, der Kühlkreislaufanordnung 1 überträgt. Der dritte Wärmetauscher 17 dient dazu, Wärme möglichst frühzeitig auf den ersten Teilkühlkreislauf 7 bzw. auf das Kühlfluid 10 zu übertragen, also in dem ersten Teilkühlkreislauf 7 zirkulierendes Kühlfluid 10 zu temperieren.

[0053] In dem ersten Teilkühlkreislauf 7 ist eine von einer Abgastemperatur unabhängig betreibbare Heizvorrichtung 16 zur Temperierung des im ersten Teilkühlkreislauf 7 zirkulierenden Kühlfluids 10 angeordnet.

[0054] Die Heizvorrichtung 16 ist unmittelbar stromaufwärts des dritten Wärmetauschers 17 angeordnet. Es ist aber auch möglich, dass die Heizvorrichtung 16 unmittelbar stromaufwärts oder stromabwärts des ersten Wärmetauschers 6 oder an anderer Stelle im ersten Teilkühlkreislauf 7 angeordnet ist.

[0055] Der erste Teilkühlkreislauf 7 und der zweite Teilkühlkreislauf 8 sind in einem ersten Betriebszustand 14 (siehe vorliegende Schaltstellung des Schaltelements 20) getrennt voneinander betreibbar, wobei in dem ersten Betriebszustand 14 das in dem ersten Teilkühlkreislauf 7 geförderte Kühlfluid 10 eine Temperatur aufweist, die unterhalb einer Grenztemperatur 18 liegt.

[0056] Der erste Teilkühlkreislauf 7 und der zweite Teilkühlkreislauf 8 sind in einem zweiten Betriebszustand 15 (siehe alternative Schaltstellung des Schaltelements 20) fluidtechnisch miteinander verbunden, so dass das Kühlfluid 10 über zumindest eine Pumpe 9, 13, also die erste Pumpe 9 oder die zweite Pumpe 13, durch beide Teilkühlkreisläufe 7, 8 förderbar ist.

[0057] Die fluidtechnische Trennung bzw. Verbindung der Teilkühlkreisläufe 7, 8 erfolgt über ein Schaltelement

20, hier ein von einem Steuergerät 21 der Kühlkreislaufanordnung 1 oder der Verbrennungskraftmaschine 2 gesteuertes Ventil. In dem Steuergerät 21 ist die Grenztemperatur 18 hinterlegt, bei der eine Schaltung des Schaltelements 20 erfolgt.

Bezugszeichenliste

[0058]

1	Kühlkreislaufanordnung	
2	Verbrennungskraftmaschine	
3	Einlassseite	
4	Auslassseite	
5	Niederdruck-Abgasrückführungsleitung	
6	erster Wärmetauscher	
7	erster Teilkühlkreislauf	
8	zweiter Teilkühlkreislauf	
9	erste Pumpe	
10	Kühlfluid	
11	Komponente	
12	zweiter Wärmetauscher	
13	zweite Pumpe	
14	erster Betriebszustand	
15	zweiter Betriebszustand	
16	Heizvorrichtung	
17	dritter Wärmetauscher	
18	Grenztemperatur	
19	Kraftfahrzeug	
20	Schaltelement	
21	Steuergerät	
22	Abgasturbolader	
23	Brennkammer	

Patentansprüche

1. Kühlkreislaufanordnung (1) einer Verbrennungskraftmaschine (2), wobei die Verbrennungskraftmaschine (2) zumindest eine Einlassseite (3) und eine Auslassseite (4) aufweist, die über mindestens eine Brennkammer (23) miteinander verbunden sind, wobei die Auslassseite (4) und die Einlassseite (3) zusätzlich über eine Niederdruck-Abgasrückführungsleitung (5) miteinander verbunden sind, über die ein Abgas von der Auslassseite (4) zurück zur Einlassseite (3) förderbar ist, wobei die Niederdruck-Abgasrückführungsleitung (5) in wärmeleitender Verbindung mit einem ersten Wärmetauscher (6) der Kühlkreislaufanordnung (1) angeordnet ist zur Ableitung von Wärmeenergie aus dem über die Niederdruck-Abgasrückführungsleitung (5) geführten Abgas; wobei die Kühlkreislaufanordnung (1) zumindest einen ersten Teilkühlkreislauf (7) und einen zweiten Teilkühlkreislauf (8) aufweist; wobei in dem ersten Teilkühlkreislauf (7) zumindest der erste Wärmetauscher (6) und eine erste Pumpe (9) zur Förderung eines Kühlfluids (10) durch den ersten Teilkühlkreislauf (7) angeordnet sind; wobei in dem zweiten Teilkühlkreislauf (8) zur Temperierung anderer Komponenten (11) der Verbrennungskraftmaschine (2) zumindest ein zweiter Wärmetauscher (12) und eine zweite Pumpe (13) zur Förderung eines Kühlfluids (10) durch den zweiten Teilkühlkreislauf (8) angeordnet sind; wobei der erste Teilkühlkreislauf (7) und der zweite Teilkühlkreislauf (8) in Abhängigkeit von einem Betriebszustand (14, 15) der Kühlkreislaufanordnung (1) fluidtechnisch verbindbar und voneinander trennbar sind.
2. Kühlkreislaufanordnung (1) nach Patentanspruch 1, wobei in dem ersten Teilkühlkreislauf (7) eine von einer Abgastemperatur unabhängig betreibbare Heizvorrichtung (16) zur Temperierung des Kühlfluids (10) angeordnet ist.
3. Kühlkreislaufanordnung (1) nach Patentanspruch 2, wobei die Heizvorrichtung (16) ein elektrisches Heizelement ist.
4. Kühlkreislaufanordnung (1) nach einem der vorhergehenden Patentansprüche 2 und 3, wobei die Heizvorrichtung (16) unmittelbar stromaufwärts des ersten Wärmetauschers (6) angeordnet ist.
5. Kühlkreislaufanordnung (1) nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, wobei in dem ersten Teilkühlkreislauf (7) ein dritter Wärmetauscher (17) angeordnet ist, der Wärmeenergie zwischen dem ersten Teilkühlkreislauf (7) und einem weiteren Teilkühlkreislauf (8) der Kühlkreislaufanordnung (1) überträgt.

6. Kühlkreislaufanordnung (1) nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, wobei der in einem ersten Betriebszustand (14) von dem zweiten Teilkühlkreislauf (8) getrennt betriebene erste Teilkühlkreislauf (7) ein erstes Volumen des Kühlfluids (10) von höchstens drei Litern aufweist. 5
7. Kühlkreislaufanordnung (1) nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, wobei der erste Teilkühlkreislauf (7) und der zweite Teilkühlkreislauf (8) in einem ersten Betriebszustand (14) getrennt voneinander betreibbar sind, wobei in dem ersten Betriebszustand (14) das in dem ersten Teilkühlkreislauf (7) geförderte Kühlfluid (10) eine Temperatur aufweist, die unterhalb einer Grenztemperatur (18) liegt. 10 15
8. Verfahren zum Betrieb einer Kühlkreislaufanordnung (1) nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, zumindest umfassend die folgenden Schritte: 20
- a) Bestimmen einer Temperatur des in dem ersten Teilkühlkreislauf (7) geförderten Kühlfluids (10); und 25
 - wenn die Temperatur unterhalb einer Grenztemperatur (18) liegt,
 - b) Trennen des ersten Teilkühlkreislaufs (7) von dem zweiten Teilkühlkreislauf (8) und
 - c) Betreiben der ersten Pumpe (9) zur Förderung des Kühlfluids (10) ausschließlich durch den ersten Teilkühlkreislauf (7); oder 30
 - wenn die Temperatur mindestens die Grenztemperatur (18) aufweist,
 - d) Verbinden des ersten Teilkühlkreislaufs (7) und des zweiten Teilkühlkreislaufs (8) und Betreiben zumindest einer der Pumpen (9, 13) zur Förderung des Kühlfluids (10) durch die Teilkühlkreisläufe (7, 8). 35 40
9. Verfahren nach Patentanspruch 8, wobei in dem ersten Teilkühlkreislauf (7) eine von einer Abgastemperatur unabhängig betreibbare Heizvorrichtung (16) zur Temperierung des Kühlfluids (10) angeordnet ist; wobei in Schritt c) das in dem ersten Teilkühlkreislauf (7) befindliche Kühlfluid (10) durch die Heizvorrichtung (16) erwärmt wird. 45
10. Kraftfahrzeug (19), zumindest umfassend eine Verbrennungskraftmaschine (2) und eine Kühlkreislaufanordnung (1) nach einem der vorhergehenden Patentansprüche 1 bis 7; wobei die Kühlkreislaufanordnung (1) mit einem Verfahren nach einem der vorhergehenden Patentansprüche 8 und 9 betreibbar ist; wobei die Trennung und Verbindung der Teilkühlkreisläufe (7, 8) selbsttätig durch ein temperaturabhängig schaltendes Schaltelement (20) oder durch ein von einem Steuergerät (21) gesteuertes Schalt- 50 55

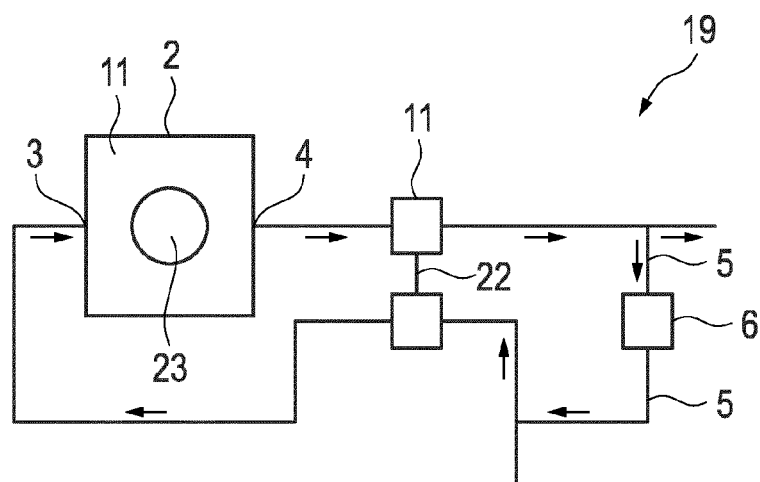


Fig. 1

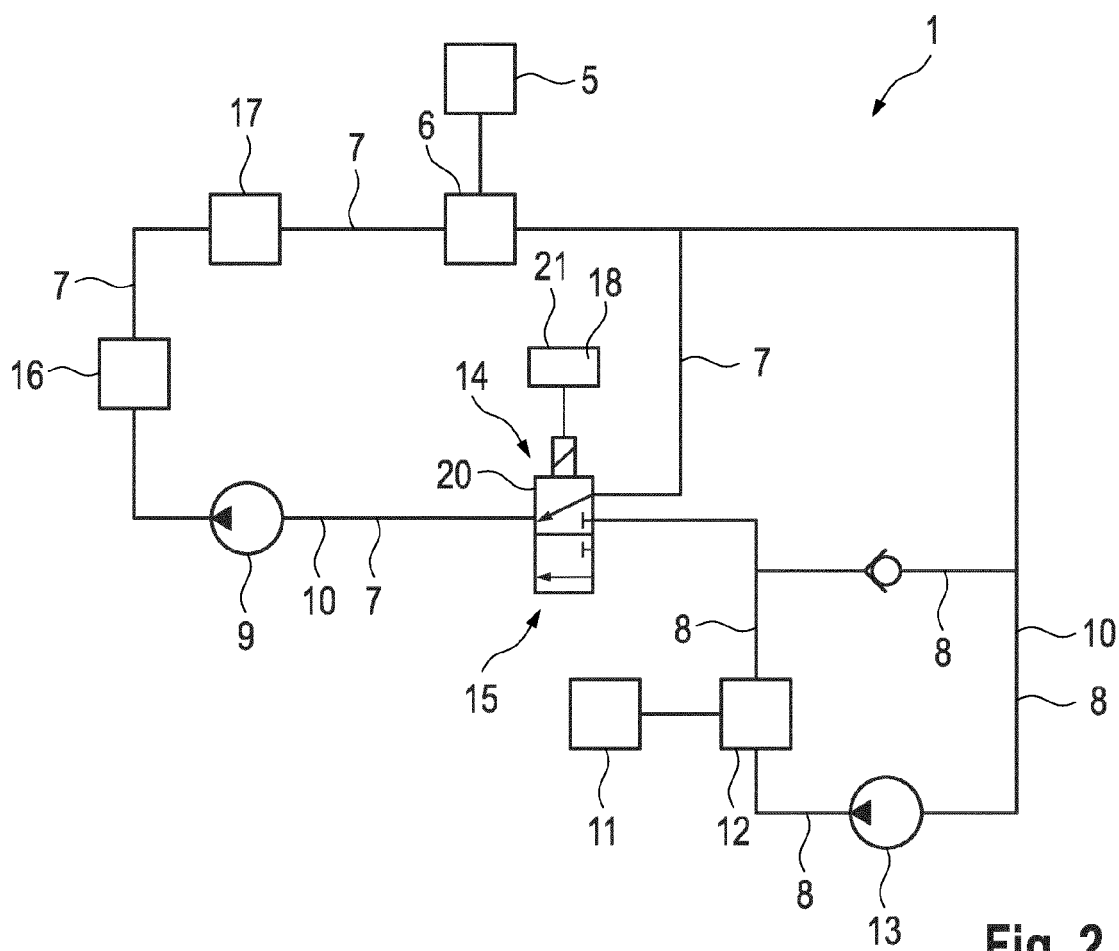


Fig. 2



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
 EP 21 17 4420

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 10 2017 123468 A1 (VOLKSWAGEN AG [DE]) 11. April 2019 (2019-04-11)	1,7,8	INV. F01P3/12 F01P3/20 F02M26/06
A	* Absätze [0020] - [0060] * * Abbildung 2 *	5	

X	WO 2019/185663 A1 (RENAULT SAS [FR]) 3. Oktober 2019 (2019-10-03)	1-4,6-10	
A	* Seiten 10-23 * * Seiten 1-5 *	5	

A,D	DE 10 2018 210572 A1 (FORD GLOBAL TECH LLC [US]) 2. Januar 2020 (2020-01-02)	1-10	
	* Absätze [0013], [0018] * * Abbildung 1 *		

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F01P F02M
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
München		25. Juni 2021	Schwaller, Vincent
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 21 17 4420

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

25-06-2021

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
15	DE 102017123468 A1	11-04-2019	CN 109854351 A DE 102017123468 A1 EP 3470645 A1 KR 20190040456 A US 2019107035 A1	07-06-2019 11-04-2019 17-04-2019 18-04-2019 11-04-2019
20	WO 2019185663 A1	03-10-2019	EP 3775517 A1 FR 3079558 A1 WO 2019185663 A1	17-02-2021 04-10-2019 03-10-2019
25	DE 102018210572 A1	02-01-2020	CN 110657050 A DE 102018210572 A1	07-01-2020 02-01-2020
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102018210572 A1 [0009]