



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2020 102 884.9**

(22) Anmeldetag: **05.02.2020**

(43) Offenlegungstag: **24.06.2021**

(51) Int Cl.: **B60K 11/02 (2006.01)**

(66) Innere Priorität:

10 2019 134 941.9 18.12.2019

(71) Anmelder:

Schaeffler Technologies AG & Co. KG, 91074 Herzogenaurach, DE

(72) Erfinder:

Grethel, Marco, 77830 Bühlertal, DE; Rathke, Götz, 77749 Hohberg, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	10 2013 204 784	A1
DE	10 2015 007 235	A1
US	2012 / 0 043 836	A1
US	2016 / 0 031 288	A1
US	2018 / 0 086 224	A1
US	2018 / 0 339 583	A1
EP	2 392 486	B1
WO	2017/ 214 234	A1

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Elektrifizierter Antriebsstrang mit Wärmetauscher-Anordnung in Wärmeabfuhrkreis sowie Elektrofahrzeug mit Antriebsstrang**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen elektrifizierten Antriebsstrang (1) für ein Kraftfahrzeug, mit einem Wärmeerzeuger (2), umfassend zumindest eine elektrische Antriebsmaschine (3), und einem Wärmeabfuhrkreis (25), der zumindest einen ersten Wärmetauscher (26) und einen zweiten Wärmetauscher (27) zum Abführen von Wärme aus einem durch den Wärmeerzeuger (2) geführten Kühlkreis besitzt, wobei im Betrieb ein im Wärmeabfuhrkreis (25) verwendetes Fluid durch den ersten Wärmetauscher (26) und parallel dazu durch den zweiten Wärmetauscher (27) strömt. Ferner betrifft die Erfindung ein Elektrofahrzeug mit einem solchen elektrifizierten Antriebsstrang (1).

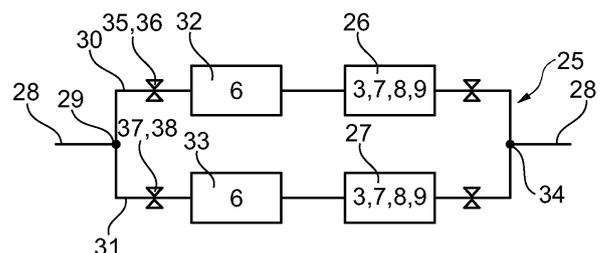


Fig. 3

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen elektrifizierten Antriebsstrang für ein Kraftfahrzeug, mit zumindest einem Wärmeerzeuger, umfassend zumindest eine elektrische Antriebsmaschine, und einem Wärmeabfuhrkreis, der zumindest einen ersten Wärmetauscher und einen zweiten Wärmetauscher zum Abführen von Wärme aus einem durch den Wärmeerzeuger geführten Kühlkreis besitzt. Ferner betrifft die Erfindung ein Elektrofahrzeug mit einem solchen elektrifizierten Antriebsstrang.

[0002] Aus dem Stand der Technik sind bereits elektrifizierte Antriebsstränge bekannt, die anstelle durch einen Verbrennungsmotors rein elektrisch angetrieben werden. Der Stand der Technik hat jedoch immer den Nachteil, dass insbesondere bei Elektrofahrzeugen die Reichweite durch erforderliche Leistung für einen Verbraucher, wie beispielsweise eine (Kühl-) Fluidpumpe, negativ beeinträchtigt werden kann.

[0003] Es ist also die Aufgabe der Erfindung, die Nachteile aus dem Stand der Technik zu vermeiden oder wenigstens zu mildern. Insbesondere sollen ein elektrifizierter Antriebsstrang sowie ein Elektrofahrzeug bereitgestellt werden, bei denen durch einen Wärmeabfuhrkreis eine hohe erreichbare Kühlleistung bei geringer erforderlicher Pumpenleistung erzielt werden kann, um die Reichweite des Elektrofahrzeugs zu vergrößern.

[0004] Diese Aufgabe wird bei einer gattungsgemäßen Vorrichtung erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass im Betrieb ein im Wärmeabfuhrkreis, insbesondere im Kühlwasserkreis, verwendetes Fluid, vorzugsweise Wasser, durch den ersten Wärmetauscher und parallel dazu durch den zweiten Wärmetauscher strömt. Mit anderen Worten wird erfindungsgemäß eine zumindest Teil-Parallelisierung der Durchflutung des Wärmeabfuhrkreises vorgeschlagen.

[0005] Dies hat den Vorteil, dass insbesondere die Probleme, die entstehen, wenn mehrere Wärmetauscher mit Kühlfluid/Kühlwasser zu durchfluten sind, wie etwa eine Summation der Durchflusswiderstände sowie eine Reihenfolge der Wärmetauscher gelöst werden können. Beispielsweise müssen bei zwei E-Antrieben zwei Leistungselektroniken und zwei E-Motoren gekühlt werden, so dass vier Wärmetauscher zu durchfluten wären. Wenn man diese Wärmetauscher sequentiell anordnen würde, müssten die Reihenfolge der Wassererwärmung, die Restkühlkapazität für den Folgewärmetauscher sowie die Summation der Durchflusswiderstände berücksichtigt werden. In der Regel ergibt sich bei einer solchen sequentiellen Anordnung ein zu hoher Lastdruck für die Pumpe. Durch die erfindungsgemäß teilparallele Durchflutung kann der Lastdruck zur Bereitstel-

lung des Kühlwasserstroms gering gehalten werden, so dass auch die für die Pumpe erforderliche Leistung ($Q \cdot p$) geringer ist und die Reichweite des Elektrofahrzeugs weniger negativ beeinflusst wird. Dementsprechend wird erfindungsgemäß eine vorteilhafte Ausgestaltung hinsichtlich der Durchflusswiderstände des Fluids/Wasser durch den Wärmetauscher, einer Wechselwirkung mit der Durchflussmenge und der erreichbaren Kühlleistung vorgeschlagen.

[0006] Vorteilhafte Ausführungsformen sind in den Unteransprüchen beansprucht und werden nachfolgend näher erläutert.

[0007] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform kann sich ein Volumenstrom des Wärmeabfuhrkreises an einem Knotenpunkt auf einen ersten Teilvolumenstrom, der durch den ersten Wärmetauscher geführt ist, und auf einen zweiten Teilvolumenstrom, der durch den zweiten Wärmetauscher geführt ist, aufteilen. Alternativ ist es auch möglich, den Volumenstrom des Wärmeabfuhrkreises mehrfach aufzuteilen, d.h. auf mehr als zwei Teilvolumenströme zu verteilen.

[0008] In einer vorteilhaften Ausführungsform kann der Wärmeabfuhrkreis einen hydraulischen Widerstand besitzen, durch den die Aufteilung des Volumenstroms auf den ersten Teilvolumenstrom und den zweiten Teilvolumenstrom einstellbar ist. Mit anderen Worten wird vorgeschlagen, in Strömungsrichtung in dem Knotenpunkt oder hinter dem Knotenpunkt der Parallelisierung einen justierbaren hydraulischen Widerstand vorzusehen. Dadurch kann eine unerwünschte Aufteilung des Volumenstroms und damit der Kühlleistung vermieden werden. Eine solche unerwünschte Aufteilung ergibt sich dadurch, dass einzelne Wärmetauscher, beispielsweise toleranzbedingt, unterschiedliche Durchflusswiderstände haben.

[0009] Gemäß der vorteilhaften Ausführungsform kann der hydraulische Widerstand als ein passives Stellelement/eine passive Ventilanordnung ausgebildet sein. Dadurch kann bei der Inbetriebnahme der Strecke/Wasserstrecke einmal eine notwendige Aufteilung des Volumenstroms realisiert werden. Unter einem passiven Stellelement wird verstanden, dass das Stellelement aus den vorhandenen hydraulischen Stellgrößen, wie eine Durchflussmenge, eine Stellaktion, wie eine Begrenzung der Durchflussmenge, ausführt. Eine solche hydraulische Stellgröße kann auch aus dem durch den Wärmeerzeuger geführten Kühlkreis abgegriffen werden und dem Stellelement über entsprechende hydraulische Wirkflächen zugeführt werden.

[0010] Gemäß der vorteilhaften Ausführungsform kann der hydraulische Widerstand als ein aktives Stellelement/eine aktive Ventilanordnung ausgebildet sein. Durch das Vorsehen eines aktiven Stel-

lements kann der Volumenstrom beliebig eingestellt werden. Vorzugsweise kann der Volumenstrom abhängig von einem Betriebszustand des (Elektro-) Fahrzeugs und/oder einem Betriebszustand der elektrischen Antriebsmaschine durch das aktive Stellelement einstellbar sein. So kann der Volumenstrom durch die Parallelisierung, beispielsweise temporär, asymmetrisch aufgeteilt werden. Durch die bedarfsgerechte Steuerung kann eine Kühleffizienz gesteigert werden. Unter einem aktiven Stellelement wird verstanden, dass das Stellelement durch einen elektrischen Aktor, wie einen Elektromagneten oder einen Elektromotor, steuerbar ist.

[0011] Zudem ist es bevorzugt, wenn das (aktive oder passive) Stellelement als Sitz-, Sieber- oder Drehschieber-Ventil ausgebildet ist. Dadurch kann ein verhältnismäßig einfaches und kostengünstiges Stellelement eingebaut werden.

[0012] In einer bevorzugten Ausführungsform kann der Antriebsstrang zwei elektrische Antriebsmaschinen mit jeweils einer Leistungselektronik und einem Elektromotor aufweisen, wobei ein Wärmetauscher für die beiden Leistungselektroniken, d.h. für den durch die Leistungselektroniken geführten Kühlkreis, vor dem Knotenpunkt in dem gemeinsamen Volumenstrom angeordnet ist.

[0013] In einer anderen bevorzugten Ausführungsform kann der Antriebsstrang zwei elektrische Antriebsmaschinen mit jeweils einer Leistungselektronik und einem Elektromotor aufweisen, wobei ein Wärmetauscher für die eine Leistungselektronik, d.h. für den durch die eine Leistungselektronik geführten Kühlkreis, nach dem Knotenpunkt in dem ersten Teilvolumenstrom angeordnet ist und ein Wärmetauscher für die andere Leistungselektronik, d.h. für den durch die andere Leistungselektronik geführten Kühlkreis, nach dem Knotenpunkt in dem zweiten Teilvolumenstrom angeordnet ist.

[0014] Gemäß der bevorzugten Ausführungsform können die Wärmetauscher für die Leistungselektroniken, d.h. für den oder die durch die Leistungselektroniken geführten Kühlkreis/Kühlkreise, in Strömungsrichtung des Fluids vor den Wärmetauschern für die Elektromotoren, d.h. für die jeweils durch den Elektromotor geführten Kühlkreise, angeordnet sein.

[0015] Die Aufgabe der Erfindung wird auch durch ein Elektrofahrzeug mit einem erfindungsgemäßen elektrifizierten Antriebsstrang gelöst.

[0016] Gemäß einem von dem ersten Aspekt der Erfindung unabhängigen zweiten Aspekt betrifft die Erfindung auch einen elektrifizierten Antriebsstrang für ein Kraftfahrzeug, mit einem Wärmeerzeuger, umfassend zumindest eine elektrische Antriebsmaschine, und einem durch die elektrische Antriebsma-

chine geführten Kühlkreis, der einen Wärmetauscher zum Abführen von Wärme aus dem Kühlkreis besitzt, wobei der Wärmetauscher im Kühlkreis, insbesondere im Kühlölkreis, in Strömungsrichtung des im Kühlkreis verwendeten Fluids, vorzugsweise Öl, hinter dem zu kühlenden Wärmeerzeuger angeordnet ist. Dies hat den Vorteil, dass die Abwärme der zu kühlenden Wärmeerzeuger genutzt werden kann, indem die an einen Wärmeabfuhrkreis, meist einen Wasserkreis, abgegebene Wärme dem Fahrzeug zur Verfügung gestellt wird. Dadurch, dass der Wärmetauscher hinter dem zu kühlenden Wärmeerzeuger angeordnet wird, kann ein größerer Anteil der Wärme als Abwärme genutzt werden, verglichen mit dem Fall, wenn der Wärmetauscher vor dem zu kühlenden Wärmeerzeuger zur Maximierung der Kühlleistung angeordnet ist. Es werden also bereits vorhandene Wärmequellen für die Heizfunktion genutzt. Dadurch kann der Nachteil überwunden werden, dass insbesondere bei solchen rein elektrisch angetriebenen Fahrzeugen der Verbrennungsmotor als Wärmequelle fehlt und elektrischer Zuheizung eingesetzt werden müssen, um beispielsweise eine Komfort-Funktion, wie etwa Heizen, des Fahrgastraumes realisieren zu können. Somit wird ein elektrifizierter Antriebsstrang bereitgestellt, bei dem möglichst keine Zuheizung erforderlich sind, sondern andere Wärmequellen genutzt werden.

[0017] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform kann der Wärmetauscher direkt hinter dem zu kühlenden Wärmeerzeuger angeordnet sein. Dadurch kann in vorteilhafter Weise sichergestellt werden, dass die Abwärme des Antriebsstrangs möglichst vollständig dem Fahrzeug zu Verfügung gestellt werden. Durch das Anordnen des Wärmetauschers direkt nach dem Wärmeerzeuger kann ein Wärmeverlust durch Konvektion verhindert oder zumindest minimiert werden.

[0018] Zudem ist es von Vorteil, wenn der Wärmeerzeuger die elektrische Antriebsmaschine oder ein Sekundäraggregat, wie eine Leistungselektronik und/oder eine Kupplung und/oder ein Getriebe, ist. Insbesondere die elektrische Antriebsmaschine stellt einen großen Teil an Abwärme zur Verfügung. Auch die Leistungselektronik ist ein großer Wärmeerzeuger.

[0019] Ferner ist es zweckmäßig, wenn der Antriebsstrang mehrere zu kühlende Wärmeerzeuger aufweist, wobei der Wärmetauscher hinter dem zu kühlenden Wärmeerzeuger mit der größten Wärmeerzeugung angeordnet ist. Somit kann gewährleistet werden, dass möglichst viel Abwärme für die Komfort-Funktionen wie eine Heizfunktion des Fahrzeugs zur Verfügung gestellt wird.

[0020] Weiterhin kann der Wärmetauscher gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung, vorzugsweise direkt, vor den zu kühlenden Wärmeerzeugern, abgesehen von dem Wärmeerzeuger mit der größten Wär-

meerzeugung, angeordnet sein. Dies hat den Vorteil, dass die Kühlleistung optimal ausgenutzt wird.

[0021] Außerdem ist es zweckmäßig, wenn sich ein Volumenstrom des Kühlkreises in Teilvolumenströme aufteilt, die parallel zueinander verlaufen. Das heißt, dass der Volumenstrom des Kühlkreises zumindest teilparallelisiert ist. Vorzugsweise befindet sich ein Knotenpunkt des Kühlkreises, an dem sich der Volumenstrom in die Teilvolumenströme aufteilt, vorzugsweise direkt, hinter dem Wärmetauscher.

[0022] Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung kann der Volumenstrom einen ersten Teilvolumenstrom zur Kühlung des Getriebes aufweisen. Alternativ oder zusätzlich kann der Volumenstrom einen zweiten Teilvolumenstrom zur Kühlung der Kupplung aufweisen.

[0023] Ferner ist es zweckmäßig, wenn der Kühlkreis einen in dem Volumenstrom angeordneten hydraulischen Widerstand zur Einstellung des Durchflusses der Teilvolumenströme aufweist. Somit kann der Durchfluss der Teilvolumenströme an dem in dem jeweiligen Teilvolumenstrom angeordneten zu kühlenden Wärmeerzeuger angepasst werden. So kann das Kühlfluid bedarfsgerecht zugeführt werden.

[0024] Vorzugsweise kann der hydraulische Widerstand als ein aktives Stellelement, d.h. als ein über einen elektrischen Aktor, wie einen E-Magneten oder einen E-Motor, gesteuertes Stellelement, oder als ein passives Stellelement, d.h. als ein aus den vorhandenen hydraulischen Steuergrößen (fest) eingestelltes Stellelement, ausgebildet sein.

[0025] Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform kann der Antriebsstrang den durch die elektrische Antriebsmaschine geführten Kühlkreis und einen durch die Leistungselektronik geführten zweiten Kühlkreis besitzen, wobei der Wärmetauscher des Kühlkreises hinter der elektrischen Antriebsmaschine angeordnet ist und ein Wärmetauscher des zweiten Kühlkreises hinter der Leistungselektronik angeordnet ist.

[0026] Gemäß einem dritten Aspekt der Erfindung können der erste Aspekt der Erfindung und der zweite Aspekt der Erfindung auch kombiniert werden. Die Erfindung betrifft also auch einen elektrifizierten Antriebsstrang für ein Kraftfahrzeug mit einer erfindungsgemäßen Ausbildung des Kühlkreises/Kühlölkreises und einer erfindungsgemäßen Ausbildung des Wärmeabfuhrkreises/Kühlwasserkreises.

[0027] Mit anderen Worten betrifft die Erfindung eine bestimmte Wärmetauscher-Anordnung im Wasserkühlkreis und/oder im Ölkühlkreis in Fahrzeugen mit Elektromotoren. Insbesondere betrifft die Erfindung also einen Antriebsstrang mit mindestens einem E-Antrieb. Ähnlich wie bei einem Antriebsstrang

mit einem Verbrennungsmotor soll ein Verlust der Antriebsmaschinen zum Bauteilschutz effektiv abgeführt werden und beispielsweise zur Steigerung des Wirkungsgrads des Fahrzeugs sinnvoll genutzt werden. Insbesondere bei einem Antriebsstrang mit mehreren elektrischen Antriebsmaschinen werden demnach erfindungsgemäß der Kühlwasserkreislauf/Wärmeabfuhrkreis und der Kühlölkreislauf/Kühlkreis verbessert.

[0028] Bei bisherigen Kühl(öl-)kreisen wurde ein Wärmetauscher typischerweise vor dem zu kühlenden Objekt/Wärmeerzeuger angeordnet, damit das Kühlfluid, wie etwa Öl, möglichst kühl und somit die Kühlleistung möglichst hoch ist. Da aber insbesondere bei (rein) elektrisch angetriebenen Fahrzeugen eine wichtige Wärmequelle durch den Verbrennungsmotor fehlt, müssen elektrische Zuheizter eingesetzt werden, beispielsweise um den Komfort des Fahrgastraums zu steigern und diesen zu beheizen. Erfindungsgemäß wird der Wärmetauscher so in dem Kühlkreis angeordnet, dass die Abwärme der Antriebsfunktion zumindest teilweise als Wärmequelle oder für die Heizfunktion einsetzbar ist. Demnach wird der Wärmetauscher (oder die Wärmetauscher) hinter dem zu kühlenden Objekt/Wärmeerzeuger angeordnet, um möglichst viel Wärme in einen Wärmeabfuhrkreis zu überführen. Diese Wärme kann dann für die Heizfunktionen des Fahrzeugs genutzt werden. Mit anderen Worten wird der Wärmetauscher/Kühler (direkt) nach dem Hauptwärmeerzeuger angeordnet, um Konvektion zu verhindern und die Abwärme des Antriebsstrangs möglichst vollständig dem Fahrzeug zuführen zu können.

[0029] Bei dem erfindungsgemäßen Wärmeabfuhrkreis/Kühl(wasser-)kreis geht es um die Durchflusswiderstände des Wassers durch den Wärmetauscher und die Wechselwirkung mit der Durchflussmenge und somit der erreichbaren Kühlleistung. Um den Lastdruck zur Bereitstellung des Kühlwasserstroms und damit die erforderliche Leistung so gering wie möglich zu halten, ist es problematisch, mehrere Wärmetauscher - im Fall von zwei E-Antrieben vier Wärmetauscher für zwei Leistungselektroniken und zwei E-Motoren - mit Kühlwasser sequentiell zu durchfluten, da die Reihenfolge der Wärmetauscher und die Summation der Durchflusswiderstände zu beachten sind. Erfindungsgemäß wird eine zumindest Teilparallelisierung der Durchflutung vorgeschlagen. Aufgrund von Toleranzen können sich jedoch unterschiedliche Durchflusswiderstände ergeben, die zu einer unerwünschten Aufteilung der Kühlleistung führen kann. Deshalb wird in Strömungsrichtung hinter dem Knotenpunkt der Parallelisierung ein justierbarer hydraulischer Widerstand vorgesehen, der aktiv, d.h. kontinuierlich regelbar, oder passiv, initial einstellbar, sein kann.

[0030] Die Erfindung wird nachfolgend mit Hilfe von Zeichnungen erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Teils eines erfindungsgemäßen Kühlkreises in einer ersten Ausführungsform,

Fig. 2 eine schematische Darstellung eines anderen Teils des erfindungsgemäßen Kühlkreises,

Fig. 3 eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Wärmeabfuhrkreises in einer ersten Ausführungsform,

Fig. 4 eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Wärmeabfuhrkreises in einer zweiten Ausführungsform

Fig. 5 eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Wärmeabfuhrkreises in einer dritten Ausführungsform,

Fig. 6 eine schematische Darstellung eines beispielhaften Wärmeabfuhrkreises, und

Fig. 7 ein beispielhafter Grundaufbau eines Kühlsystems mit einem Kühlkreis und einem Wärmeabfuhrkreis.

[0031] Die Figuren sind lediglich schematischer Natur und dienen ausschließlich dem Verständnis der Erfindung. Die gleichen Elemente sind mit denselben Bezugszeichen versehen. Die Merkmale der einzelnen Ausführungsformen können untereinander ausgetauscht werden.

[0032] **Fig. 1** zeigt schematisch einen ersten Teil eines erfindungsgemäßen Antriebsstrangs **1** für ein Kraftfahrzeug, insbesondere ein Elektrofahrzeug. Der Antriebsstrang **1** ist elektrifiziert. Der Antriebsstrang **1** weist einen Wärmerezeuger **2** auf. Der Wärmerezeuger **2** umfasst zumindest eine elektrische Antriebsmaschine **3**. Der Antriebsstrang **1** weist einen durch die elektrische Antriebsmaschine **3** geführten Kühlkreis **4** auf. Der Kühlkreis **4** besitzt einen Wärmetauscher **5** zum Abführen von Wärme aus dem Kühlkreis **4**.

[0033] Erfindungsgemäß ist der Wärmetauscher **5** im Kühlkreis **4** in Strömungsrichtung des im Kühlkreis **4** verwendeten Fluids, insbesondere Öl, hinter dem zu kühlenden Wärmerezeuger **2** angeordnet ist. In dem in **Fig. 1** dargestellten Kühlkreis **4** ist der Wärmetauscher **5** hinter der elektrischen Antriebsmaschine **3** angeordnet. Dadurch kann eine großer Teil der durch die elektrische Antriebsmaschine **3** erzeugten Wärme als Abwärme zum Heizen eines Fahrgastinnenraums verwendet werden.

[0034] Der Antriebsstrang **1** weist auch ein oder mehrere Sekundäraggregate auf. Ein Sekundäraggregate kann beispielsweise eine Leistungselektronik **6** (vergleiche **Fig. 2**) sein. Ein Sekundäraggregate

kann beispielsweise eine erste Kupplung **7** oder eine zweite Kupplung **8** sein. Ein Sekundäraggregate kann beispielsweise auch ein Getriebe **9** sein. Der Antriebsstrang **1** weist demnach in der Regel mehrere zu kühlende Wärmerezeuger **2** auf. Dabei ist der Wärmetauscher **5** erfindungsgemäß insbesondere hinter dem zu kühlenden Wärmerezeuger **2** mit der größten Wärmerezeugung angeordnet, wie etwa der Antriebsmaschine **3**. Zudem kann der Wärmetauscher **5** vor, insbesondere direkt vor, den zu kühlenden Wärmerezeugern **2**, abgesehen von dem Wärmerezeuger **2** mit der größten Wärmerezeugung, also hier der Antriebsmaschine **3** angeordnet sein. Dadurch kann den anderen Wärmerezeugern **2** genügend Kühlenergie bereitgestellt werden.

[0035] In der dargestellten Ausführungsform teilt sich ein Volumenstrom **10** des Kühlkreises **4** in Teilvolumenströme auf, die parallel zueinander verlaufen. Das Öl wird also aus einem Ölsumpf **11**, vorzugsweise über einen Saugfilter **12**, von einer Kühlpumpe **13** angesaugt. Dann wird das Öl des Volumenstroms **10** durch die Kühlpumpe **13** durch die Antriebsmaschine **3** gefördert. In Strömungsrichtung dahinter wird der Wärmetauscher **5** durchflutet. Stromabwärts teilt sich der Volumenstrom **10** auf. Ein erster Teilvolumenstrom **14** zweigt an einem ersten Knotenpunkt **15** von dem Volumenstrom **10** ab, der eine geringere Durchströmung als der Volumenstrom **10** besitzt. Stromabwärts teilt sich der Volumenstrom an einem zweiten Knotenpunkt **16** auf einen zweiten Teilvolumenstrom **17** und einen dritten Teilvolumenstrom **18** auf. Der erste Teilvolumenstrom **17** kann beispielsweise zur Kühlung der ersten Kupplung **7** und/oder der zweiten Kupplung **8** ausgelegt sein. Der erste Teilvolumenstrom **17** kann beispielsweise zur Kühlung des Getriebes **9** ausgelegt sein. Vorzugsweise sind der Durchfluss des ersten Teilvolumenstroms **14** und der Durchfluss des zweiten Teilvolumenstroms **17** und des dritten Teilvolumenstroms **18** zusammen im Wesentlichen gleich groß.

[0036] In dem Volumenstrom **10** ist ein hydraulischer Widerstand **19** zur Einstellung des Durchflusses der Teilvolumenströme angeordnet. In der dargestellten Ausführungsform ist in jedem der drei Teilvolumenströme **14**, **17**, **18** ein hydraulischer Widerstand **19** angeordnet. In der dargestellten Ausführungsform ist der hydraulische Widerstand **19** als ein passives Stellelement **20** ausgebildet. Der hydraulische Widerstand **19** kann auch als ein aktives Stellelement ausgebildet sein, auch wenn dies in **Fig. 1** nicht dargestellt ist.

[0037] Erfindungsgemäß weist der Antriebsstrang **1** also den durch die elektrische Antriebsmaschine **3** geführten Kühlkreis **4** auf, in dem der Wärmetauscher **5** des Kühlkreises **4** hinter der elektrischen Antriebsmaschine **3** angeordnet ist.

[0038] In **Fig. 2** ist ein anderer Teil des Antriebsstrangs **2** dargestellt. **Fig. 2** zeigt einen durch die Leistungselektronik **6** geführten zweiten Kühlkreis **21**. Dabei ist ein Wärmetauscher **22** des zweiten Kühlkreises **21** in Strömungsrichtung des Kühlfluids hinter, vorzugsweise direkt hinter, der Leistungselektronik **6** angeordnet. Dadurch kann die Abwärme der Leistungselektronik genutzt werden. In dem zweiten Kühlkreis **21** wird das Öl aus dem Ölsumpf **11**, vorzugsweise über einen Saugfilter **23**, von einer Kühlpumpe **24** angesaugt. Dann wird das Öl von der Kühlpumpe **24** durch die Leistungselektronik **6** gefördert. In Strömungsrichtung dahinter wird der Wärmetauscher **22** durchflutet.

[0039] **Fig. 3** bis **Fig. 6** zeigen schematische Darstellungen eines Wärmeabfuhrkreises **25** des erfindungsgemäßen Antriebsstrangs **1**. Insbesondere in **Fig. 3** bis **Fig. 5** ist der Aufbau des Wärmeabfuhrkreises **25** gemäß einem Aspekt der Erfindung hinsichtlich einer Wärmetauscher-Anordnung verdeutlicht.

[0040] Der Antriebsstrang **1** weist den Wärmeerzeuger **2**, umfassend die zumindest eine elektrische Antriebsmaschine **3** auf. Um die Wärme aus einem durch den Wärmeerzeuger **2** geführten Kühlkreis abführen zu können, weist der Antriebsstrang **1** den Wärmeabfuhrkreis **25** auf. Der Wärmeabfuhrkreis **25** besitzt zumindest einen ersten Wärmetauscher **26** und einen zweiten Wärmetauscher **27** zum Abführen von Wärme aus dem Kühlkreis. Der Kühlkreis kann beispielsweise durch die in **Fig. 1** und **Fig. 2** dargestellten ersten Kühlkreis **4** und den zweiten Kühlkreis **21** gebildet sein. Der Kühlkreis kann aber auch unterschiedlich dazu ausgebildet sein. Ein beispielhafter Aufbau eines Kühlsystems mit einem Kühlkreis und einem Wärmeabfuhrkreis wird mit Bezugnahme auf **Fig. 7** erläutert.

[0041] Der Wärmeabfuhrkreis **25** ist erfindungsgemäß so ausgebildet, dass im Betrieb ein im Wärmeabfuhrkreis **25** verwendetes Fluid, wie Wasser, durch den ersten Wärmetauscher **26** und parallel dazu durch den zweiten Wärmetauscher **27** strömt. Das heißt, dass ein Volumenstrom **28** des Wärmeabfuhrkreises **25** zumindest teilparallelisiert, also auf zumindest zwei Teilvolumenströme aufgeteilt wird. Der Volumenstrom **28** teilt sich an einem Knotenpunkt **29** in einen ersten Teilvolumenstrom **30** und einen zweiten Teilvolumenstrom **31** auf. In jedem der Teilvolumenströme **30**, **31** ist zumindest ein Wärmetauscher angeordnet, so dass die Wärmetauscher parallel durchströmt werden.

[0042] In den in **Fig. 3** bis **Fig. 5** dargestellten Ausführungsformen weist der Antriebsstrang **1** zwei elektrische Antriebsmaschinen **3** auf. Zudem weist der Antriebsstrang **1** je Antriebsmaschine **3** die Leistungselektronik **6**, die erste Kupplung **7** und/oder die zweite Kupplungen **8** und das Getriebe **9** auf.

[0043] In der in **Fig. 3** dargestellten Ausführungsform weist der Antriebsstrang **1** zur Kühlung der Komponenten je Antriebsmaschine **3** zwei Wärmetauscher auf. Je Antriebsmaschine **3** ist dabei ein Wärmetauscher zur Kühlung der Leistungselektroniken **6** und ein Wärmetauscher zur Kühlung der Antriebsmaschine **3**, der ersten Kupplung **7**, der zweiten Kupplung **8** und/oder des Getriebes **9** ausgelegt. In dem ersten Teilvolumenstrom **30** ist der erste Wärmetauscher **26** zur Kühlung der (ersten) Antriebsmaschine **3** (mit der ersten Kupplung **7**, der zweiten Kupplung **8** und/oder dem Getriebe **9**) angeordnet. In dem zweiten Teilvolumenstrom **31** ist der zweite Wärmetauscher **27** zur Kühlung der (zweiten) Antriebsmaschine **3** (mit der ersten Kupplung **7**, der zweiten Kupplung **8** und/oder dem Getriebe **9**) angeordnet. In dem ersten Teilvolumenstrom **30** ist ein dritter Wärmetauscher **32** zur Kühlung der (ersten) Leistungselektronik **6** angeordnet. In dem zweiten Teilvolumenstrom **31** ist ein vierter Wärmetauscher **33** zur Kühlung der (zweiten) Leistungselektronik **6** angeordnet. Der erste Teilvolumenstrom **30** und der zweite Teilvolumenstrom **31** vereinigen sich an einem zweiten Knotenpunkt **34** zu dem gemeinsamen Volumenstrom **28**. In dem ersten Teilvolumenstrom **30** ist ein erster hydraulischer Widerstand **35** angeordnet. Der erste hydraulische Widerstand **35** ist als ein passives Stellelement **36** ausgebildet. In dem zweiten Teilvolumenstrom **31** ist ein zweiter hydraulischer Widerstand **37** angeordnet. Der zweite hydraulische Widerstand **37** ist als ein passives Stellelement **38** ausgebildet. Durch die passiven Stellelemente **36**, **38** kann die Aufteilung des Volumenstroms **28** auf die Teilvolumenströme **30**, **31** initial eingestellt werden.

[0044] In der in **Fig. 4** dargestellten Ausführungsform weist der Antriebsstrang **1** zur Kühlung der (ersten und zweiten) Leistungselektroniken **6** einen Wärmetauscher und zur Kühlung der beiden Antriebsmaschinen **3** jeweils einen Wärmetauscher auf. In dem ersten Teilvolumenstrom **30** ist der erste Wärmetauscher **26** zur Kühlung der (ersten) Antriebsmaschine **3** (mit der ersten Kupplung **7**, der zweiten Kupplung **8** und/oder dem Getriebe **9**) angeordnet. In dem zweiten Teilvolumenstrom **31** ist der zweite Wärmetauscher **27** zur Kühlung der (zweiten) Antriebsmaschine **3** (mit der ersten Kupplung **7**, der zweiten Kupplung **8** und/oder dem Getriebe **9**) angeordnet. In dem Volumenstrom **28** ist der dritte Wärmetauscher **32** zur Kühlung der (ersten und der zweiten) Leistungselektroniken **6** angeordnet. Der erste Teilvolumenstrom **30** und der zweite Teilvolumenstrom **31** vereinigen sich an dem zweiten Knotenpunkt **34** zu dem gemeinsamen Volumenstrom **28**. An dem Knotenpunkt **29** ist ein hydraulischer Widerstand **39** angeordnet. Der hydraulische Widerstand **39** ist als ein aktives Stellelement **40** ausgebildet. Durch das aktive Stellelement **40** kann die Aufteilung des Volumenstroms **28** auf die Teilvolumenströme **30**, **31** kontinuierlich geregelt werden.

[0045] In der in **Fig. 5** dargestellten Ausführungsform weist der Antriebsstrang **1** zur Kühlung der (ersten und zweiten) Leistungselektroniken **6** einen Wärmetauscher und zur Kühlung der beiden Antriebsmaschinen **3** jeweils einen Wärmetauscher auf. In dem ersten Teilvolumenstrom **30** ist der erste Wärmetauscher **26** zur Kühlung der (ersten) Antriebsmaschine **3** angeordnet. In dem zweiten Teilvolumenstrom **31** ist der zweite Wärmetauscher **27** zur Kühlung der (zweiten) Antriebsmaschine **3** angeordnet. In dem Volumenstrom **28** ist der dritte Wärmetauscher **32** zur Kühlung der (ersten und der zweiten) Leistungselektroniken **6** angeordnet. In dem ersten Teilvolumenstrom **30** ist der als das passive Stellelement **36** ausgebildete erste hydraulischer Widerstand **35** angeordnet. In dem zweiten Teilvolumenstrom **31** ist der als das passive Stellelement **38** ausgebildete zweite hydraulischer Widerstand **37** angeordnet. Durch die passiven Stellelemente **36, 38** kann die Aufteilung des Volumenstroms **28** auf die Teilvolumenströme **30, 31** initial eingestellt werden.

[0046] Die in **Fig. 6** dargestellte Ausführungsform zeigt einen Wärmeabfuhrkreis **41**, bei dem ein Wärmetauscher **42** für die (erste und zweite) Leistungselektroniken **6**, ein Wärmetauscher **43** zur Kühlung der (ersten) Antriebsmaschine **3** (mit der ersten Kupplung **7**, der zweiten Kupplung **8** und/oder dem Getriebe **9**) und ein Wärmetauscher **44** zur Kühlung der (zweiten) Antriebsmaschine **3** (mit der ersten Kupplung **7**, der zweiten Kupplung **8** und/oder dem Getriebe **9**) sequentiell hintereinander angeordnet sind.

[0047] **Fig. 7** zeigt einen beispielhaften Grundaufbau eines Kühlsystems **45**. Das Kühlsystem **45** besitzt einen Wärmeabfuhrkreis/Wasserkühlkreis **46** und mehrere Kühlkreise/Kühlölkreise **47**. Der Aufbau des Wärmeabfuhrkreises **46** entspricht dem des in **Fig. 6** dargestellten Wärmeabfuhrkreises **41**, bei dem ein erster Wärmetauscher **48**, ein zweiter Wärmetauscher **49** und ein dritter Wärmetauscher **50** seriell hintereinander angeordnet sind. Eine Kühlpumpe **51** pumpt das Fluid, hier Wasser, durch den Wärmeabfuhrkreis **46**.

[0048] Der erste Wärmetauscher **48** tauscht Wärme mit einem ersten Kühlkreis **52** aus. Im ersten Kühlkreis **52** wird Fluid, hier Öl, von einer Kühlpumpe **53** zu der ersten Leistungselektronik **6** und zu der zweiten Leistungselektronik **6** gefördert. Der zweite Wärmetauscher **49** tauscht Wärme mit einem zweiten Kühlkreis **54** aus. Im zweiten Kühlkreis **54** wird Fluid, hier Öl, von einer Kühlpumpe **55** zu der ersten Antriebsmaschine **3**, der ersten Kupplung **7** und der zweiten Kupplung **8** einer Doppelkupplung und dem Getriebe **9** gefördert. Der dritte Wärmetauscher **50** tauscht Wärme mit einem dritten Kühlkreis **56** aus. Im dritten Kühlkreis **56** wird Fluid, hier Öl, von einer Kühlpumpe **57** zu der zweiten Antriebsmaschine **3**,

der ersten Kupplung **7** und der zweiten Kupplung **8** einer Doppelkupplung und dem Getriebe **9** gefördert.

Bezugszeichenliste

1	Antriebsstrang
2	Wärmeerzeuger
3	Antriebsmaschine
4	Kühlkreis
5	Wärmetauscher
6	Leistungselektronik
7	erste Kupplung
8	zweite Kupplung
9	Getriebe
10	Volumenstrom
11	Ölsumpf
12	Saugfilter
13	Kühlölpumpe
14	erster Teilvolumenstrom
15	erster Knotenpunkt
16	zweiter Knotenpunkt
17	zweiter Teilvolumenstrom
18	dritter Teilvolumenstrom
19	hydraulischer Widerstand
20	passives Stellelement
21	zweiter Kühlkreis
22	Wärmetauscher
23	Saugfilter
24	Kühlölpumpe
25	Wärmeabfuhrkreis
26	erster Wärmetauscher
27	zweiter Wärmetauscher
28	Volumenstrom
29	Knotenpunkt
30	erster Teilvolumenstrom
31	zweiter Teilvolumenstrom
32	dritter Wärmetauscher
33	vierter Wärmetauscher
34	zweiter Knotenpunkt
35	hydraulischer Widerstand
36	passives Stellelement
37	hydraulischer Widerstand

- 38 passives Stellelement
- 39 hydraulischer Widerstand
- 40 aktives Stellelement
- 41 Wärmeabfuhrkreis
- 42 erster Wärmetauscher
- 43 zweiter Wärmetauscher
- 44 dritter Wärmetauscher
- 45 Kühlsystem
- 46 Wärmeabfuhrkreis
- 47 Kühlkreis
- 48 erster Wärmetauscher
- 49 zweiter Wärmetauscher
- 50 dritter Wärmetauscher
- 51 Kühlpumpe
- 52 erster Kühlkreis
- 53 Kühlpumpe
- 54 zweiter Kühlkreis
- 55 Kühlpumpe
- 56 dritter Kühlkreis
- 57 Kühlpumpe

Patentansprüche

1. Elektrifizierter Antriebsstrang (1) für ein Kraftfahrzeug, mit einem Wärmeerzeuger (2), umfassend zumindest eine elektrische Antriebsmaschine (3), und einem Wärmeabfuhrkreis (25), der zumindest einen ersten Wärmetauscher (26) und einen zweiten Wärmetauscher (27) zum Abführen von Wärme aus einem durch den Wärmeerzeuger (2) geführten Kühlkreis besitzt, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Betrieb ein im Wärmeabfuhrkreis (25) verwendetes Fluid durch den ersten Wärmetauscher (26) und parallel dazu durch den zweiten Wärmetauscher (27) strömt.

2. Antriebsstrang (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich ein Volumenstrom (28) des Wärmeabfuhrkreises (25) an einem Knotenpunkt (29) auf einen ersten Teilvolumenstrom (30), der durch den ersten Wärmetauscher (26) geführt ist, und auf einen zweiten Teilvolumenstrom (31), der durch den zweiten Wärmetauscher (27) geführt ist, aufteilt.

3. Antriebsstrang (1) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Wärmeabfuhrkreis (25) einen hydraulischen Widerstand (35, 37, 39) besitzt, durch den die Aufteilung des Volumenstroms (28) auf den ersten Teilvolumenstrom (30) und den zweiten Teilvolumenstrom (31) einstellbar ist.

4. Antriebsstrang (1) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der hydraulische Widerstand (35, 37) als ein passives Stellelement (36, 38) ausgebildet ist.

5. Antriebsstrang (1) nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der hydraulische Widerstand (39) als ein aktives Stellelement (40) ausgebildet ist.

6. Antriebsstrang (1) nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Stellelement (36, 38, 40) als Sitz-, Sieber- oder Drehschieber-Ventil ausgebildet ist.

7. Antriebsstrang (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Antriebsstrang (1) zwei elektrische Antriebsmaschinen mit jeweils einer Leistungselektronik (6) und einem Elektromotor (3) aufweist, wobei ein Wärmetauscher (32) für die beiden Leistungselektroniken (6) vor dem Knotenpunkt (29) in dem gemeinsamen Volumenstrom (28) angeordnet ist.

8. Antriebsstrang (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Antriebsstrang (1) zwei elektrische Antriebsmaschinen mit jeweils einer Leistungselektronik (6) und einem Elektromotor (3) aufweist, wobei ein Wärmetauscher (32) für die eine Leistungselektronik (6) nach dem Knotenpunkt (29) in dem ersten Teilvolumenstrom (30) angeordnet ist und ein Wärmetauscher (33) für die andere Leistungselektronik (6) nach dem Knotenpunkt (29) in dem zweiten Teilvolumenstrom (31) angeordnet ist.

9. Antriebsstrang (1) nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Wärmetauscher (32, 33) für die Leistungselektronik (6) in Strömungsrichtung des Fluids vor dem Wärmetauscher (26, 27) für den Elektromotor (3) angeordnet ist.

10. Elektrofahrzeug mit einem elektrifizierten Antriebsstrang (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

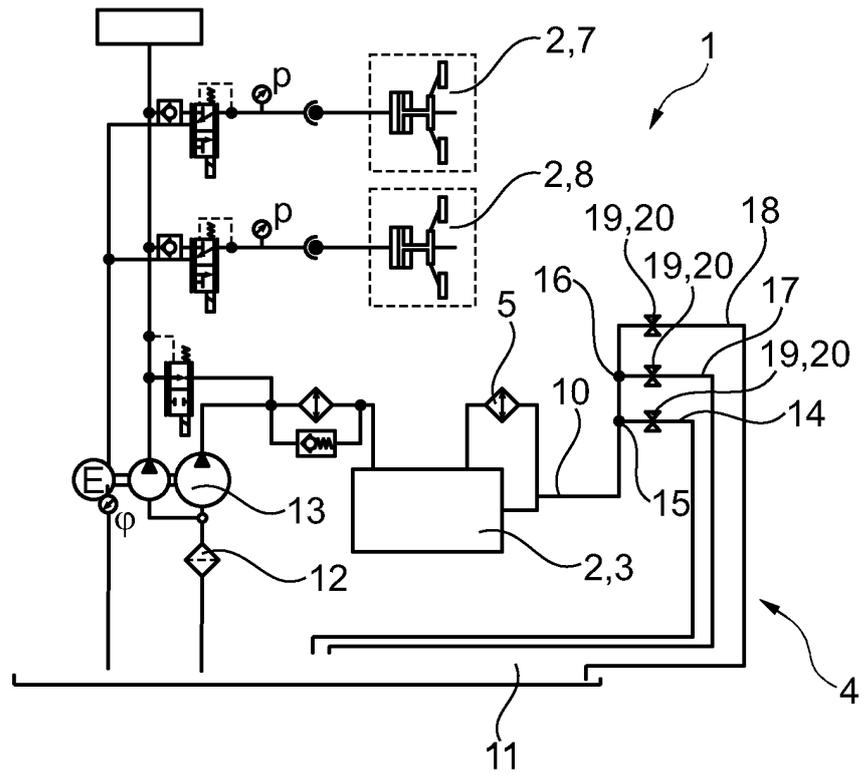


Fig. 1

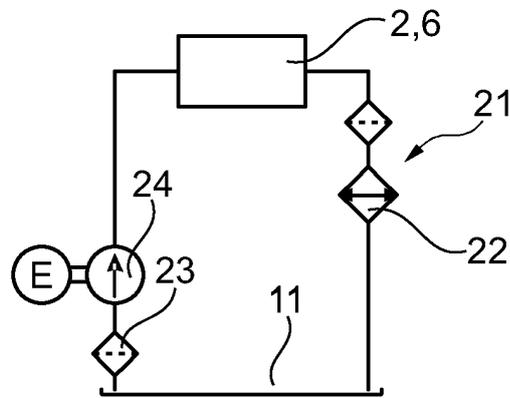


Fig. 2

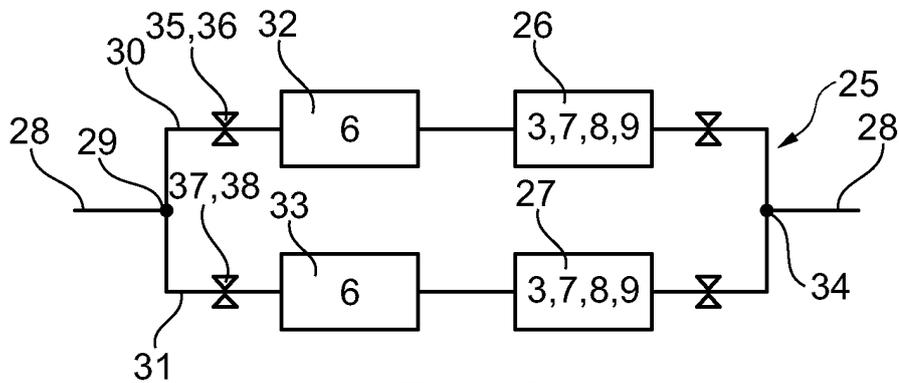


Fig. 3

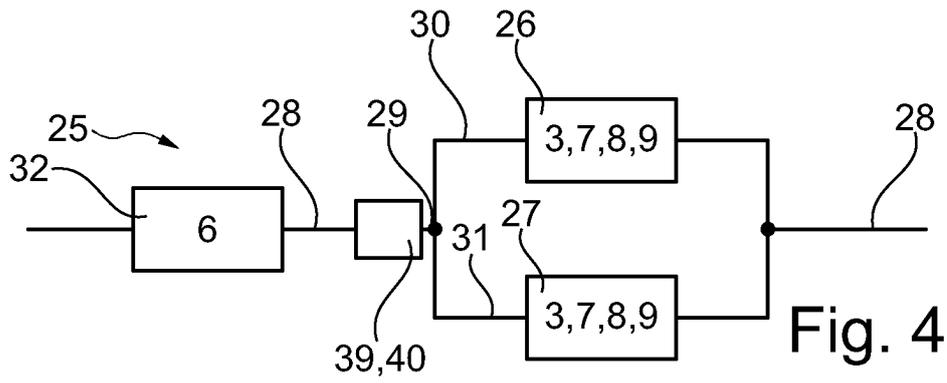


Fig. 4

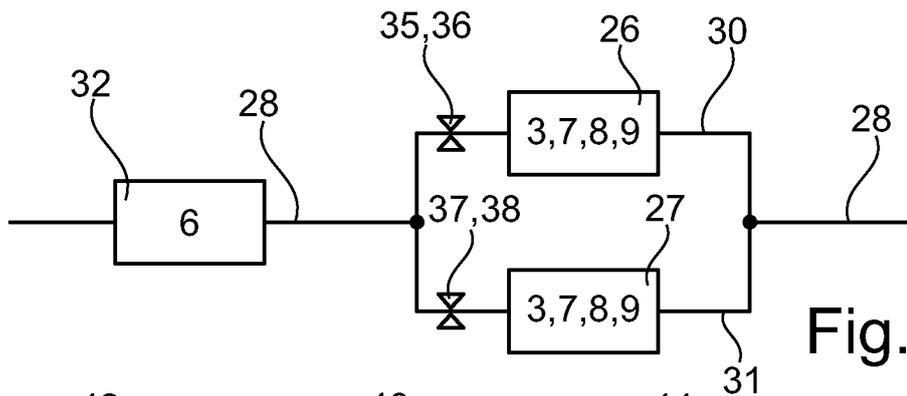


Fig. 5

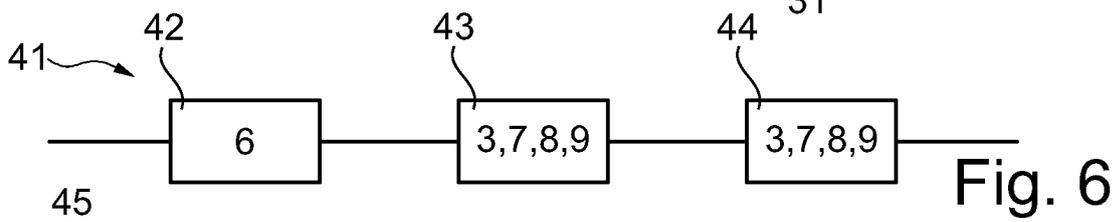


Fig. 6

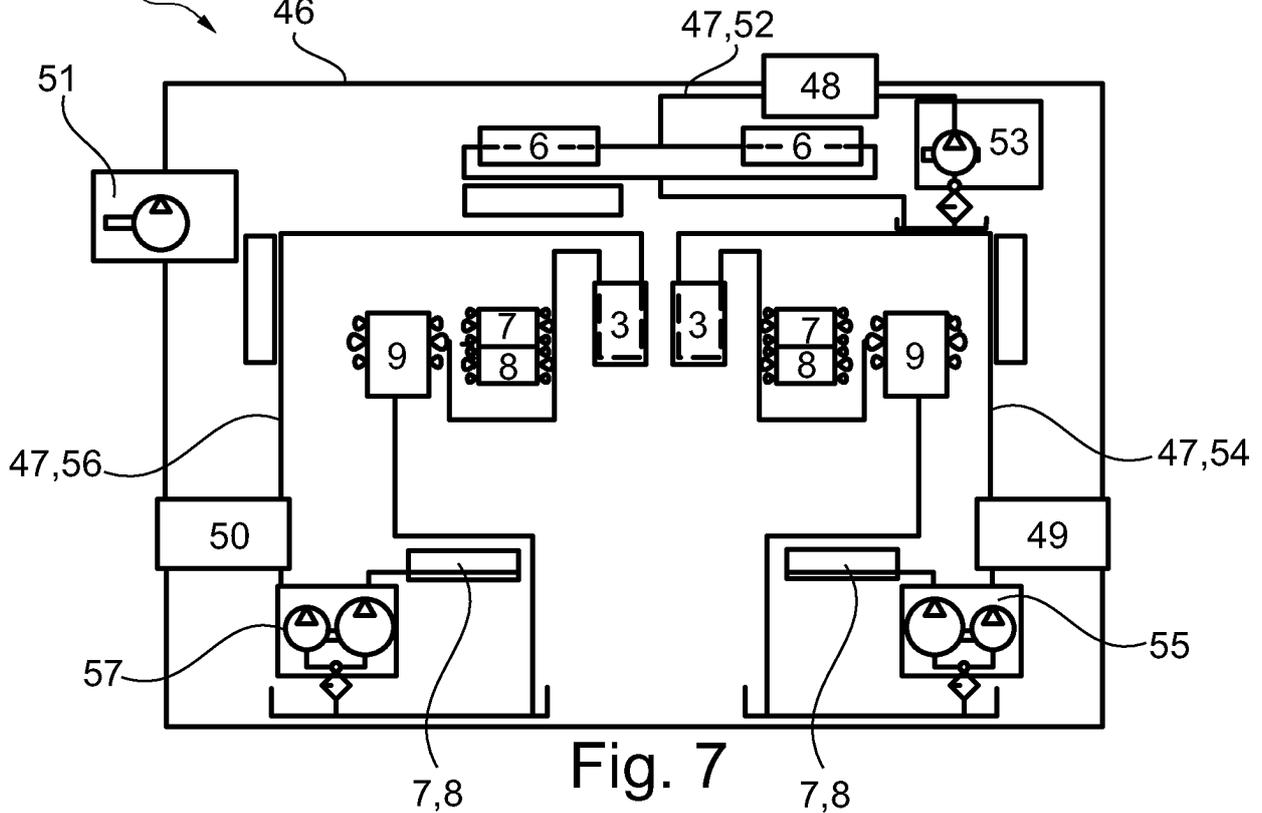


Fig. 7