

(19)



(11)

EP 2 481 652 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
01.08.2012 Patentblatt 2012/31

(51) Int Cl.:
B61C 5/02 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: 11009005.7

(22) Anmeldetag: 12.11.2011

(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

(72) Erfinder:
• Schmid, Roland
89551 Königsbronn (DE)
• Dochtermann, Tobias
89518 Heidenheim (DE)

(30) Priorität: 27.01.2011 DE 102011009562

(74) Vertreter: Weitzel, Wolfgang
Dr. Weitzel & Partner
Patent- und Rechtsanwälte
Friedenstrasse 10
89522 Heidenheim (DE)

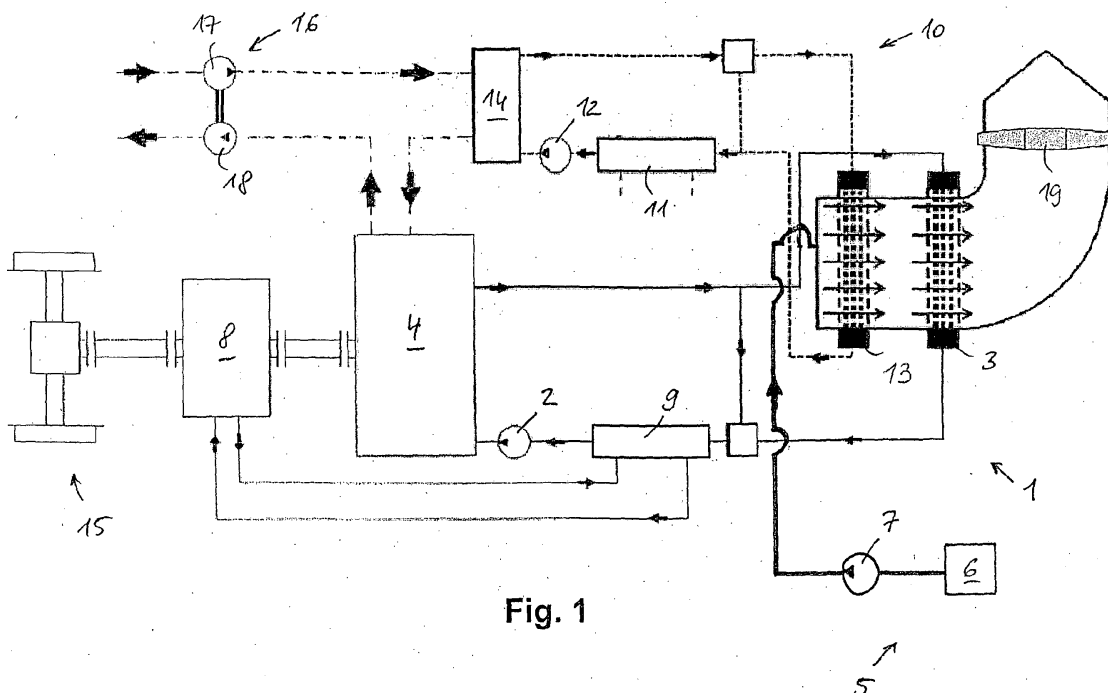
(71) Anmelder: Voith Patent GmbH
89522 Heidenheim (DE)

(54) Kühlanlage für ein Schienenfahrzeug

(57) Die Erfindung betrifft eine Kühlanlage für ein Schienenfahrzeug
- mit wenigstens einem Kühlkreislauf (1,10), umfassend eine Kühlmediumpumpe (2,12), die ein Kühlmedium in dem Kühlkreislauf umwälzt;
- mit wenigstens einem Wärmetauscher (3,13) als Kühler, der von dem Kühlmedium und von Kühlluft angeströmt ist;

- mit einem mittels des Kühlmediums gekühlten Antriebsmotors (4) und/oder sonstigen wärmeerzeugenden Aggregat.

Die Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass in Strömungsrichtung vor oder im Bereich des Wärmetauschers ein verdampfungsfähiger oder verdunstungsfähiger Stoff der in den Wärmetauscher strömenden Kühlluft während Phasen hohen Kühlbedarfs zugeführt wird.

**Fig. 1****EP 2 481 652 A2**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Kühlanlage für ein Schienenfahrzeug, mit wenigstens einem Kühlkreislauf, umfassend eine Kühlmediumpumpe, die ein Kühlmedium in dem Kühlkreislauf umwälzt, im Einzelnen gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Die Auslegung einer Kühlanlage für ein Schienenfahrzeug hängt von einer Vielzahl von Faktoren ab. Zunächst entscheidet das Grundkonzept des Schienenfahrzeugs - ob es sich also um eine Lokomotive oder einen Triebwagen handelt - über den verfügbaren Bau-
raum im Schienenfahrzeug und somit über die Bauart und Anordnung der Kühlanlage im Schienenfahrzeug. Während Triebwagen vorwiegend zur Beförderung von Personen dienen, werden Lokomotiven vorzugsweise im Güterzugverkehr eingesetzt und sind ebenso zur schnellen Beförderung von Reisenden geeignet. Abhängig vom Grundkonzept des Schienenfahrzeugs ist natürlich auch die Antriebsleistung derselben. Beim Einsatz von leistungsstarken Lokomotiven fällt eine größere Abwärme des Verbrennungsmotors an, als dies bei Triebwagen geringer Leistung der Fall ist. Die Leistung der Kühlanlage muss somit an die Leistung des Schienenfahrzeugs angepasst sein. Weiterhin zu beachten ist die Anzahl der Aggregate, wie beispielsweise Lüfteranlagen und Klimaanlage zur Innenraumkühlung von Triebwagen und Waggons beziehungsweise Hilfsaggregate bei Schieneninstandsetzungsfahrzeugen und -lokomotiven. Weiterhin sind auch die klimatischen Verhältnisse am Einsatzort des Schienenfahrzeugs in die Auslegung einer Kühlanlage mit einzubeziehen. Auch die geografische Lage der Einsatzorte und somit das Streckenprofil entscheiden über die Leistungsauslegung des Schienenfahrzeugs und dessen Kühlanlage.

[0003] Derartige Kühlanlagen für Schienenfahrzeuge sind seit langem bekannt. Sie umfassen im Wesentlichen einen oder mehrere Lüfter sowie einen oder mehrere Wärmetauscher, die in wenigstens einem Kühlkreislauf angeordnet sind. Dabei wird mittels einer Pumpe ein Kühlmedium im Kühlkreislauf gefördert, wobei

[0004] Abwärme vom Antriebssystem und den Aggregaten vom Kühlmedium aufgenommen wird, um diese über einen Luftvolumenstrom, der durch relativ große Wärmeabführflächen der Wärmetauscher hindurchströmt, an die Umgebung abzugeben. Dazu wurden in der Vergangenheit Kühlanlagen mit einem, zwei oder mehreren getrennten Kühlmittelkreisläufen eingesetzt. Solche Kühlanlagen weisen beispielsweise einen Hochtemperaturkühlkreislauf, insbesondere zur Kühlung des Verbrennungsmotors und dessen Schmier- beziehungsweise Hydrauliköle, und einen Niedertemperaturkreislauf, beispielsweise zur Kühlung der Ladeluft für den Verbrennungsmotor, auf. Entsprechend dem Kühlkreislauf werden auch entsprechende Hochtemperatur- und Niedertemperatur-Wärmetauscher eingesetzt. Entsprechende Hoch- und Niedertemperatur-Kreisläufe finden sich auch bei elektrisch angetriebenen Fahrzeugen, bei-

spielsweise für die Trafo- und Frequenzumrichter Kühlung.

[0005] Bisher werden solche Kühlanlagen derart dimensioniert ausgelegt, dass selbst bei den schlechtesten Umgebungsbedingungen die maximal nötige Kühlleistung stets zur Verfügung steht. Dabei ist die maximal nötige Kühlleistung als die Wärmemenge pro Zeiteinheit definiert, die abgeführt werden muss, wenn das Schienenfahrzeug sich im Volllastbetrieb befindet. Als Umgebungsbedingungen werden die klimatischen Verhältnisse am Einsatzort angesehen, beispielsweise die dort anfallenden Temperaturen, die größte zulässige luftseitige Kühlerverschmutzung, die maximal auftretende Luftfeuchtigkeit sowie die maximal erwartete Höhe des Streckenprofils über Normalniveau.

[0006] Eine solche Dimensionierung führt zu relativ groß bauenden und somit relativ schweren und in der Herstellung teuren Kühlanlagen. Durch die Dimensionierung der Kühlanlage auf Extrembedingungen entstehen zudem Energieverluste, welche den Wirkungsgrad einer solchen senken.

[0007] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Kühlanlage für ein Schienenfahrzeug anzugeben, welche es ermöglicht die Nachteile des Standes der Technik zu vermeiden. Insbesondere sollen die Größe, das Gewicht und die Herstellungskosten und der Energiebedarf derartiger Kühlanlagen verringert sowie deren Effizienz verbessert werden.

[0008] Die erfindungsgemäße Aufgabe wird durch eine Kühlanlage für ein Schienenfahrzeug nach dem unabhängigen Anspruch gelöst. Die abhängigen Ansprüche stellen bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung dar.

[0009] Eine erfindungsgemäße Kühlanlage für ein Schienenfahrzeug umfasst wenigstens einen Kühlkreislauf, mit einer Kühlmediumpumpe, die ein Kühlmedium in dem Kühlkreislauf umwälzt sowie wenigstens einen Wärmetauscher als Kühler, der von dem Kühlmedium und von Kühlluft angeströmt wird. Mit dem Kühlmedium wird ein Antriebsmotor und/oder ein sonstiges wärmeerzeugendes Aggregat, wie beispielsweise ein Getriebe zum Antrieb der Antriebsräder oder ein Zwischenkühler eines Abgasturboladers, umströmt.

[0010] Erfindungsgemäß wird in - in Strömungsrichtung gesehen - vor oder im Bereich des Wärmetauschers ein verdampfungsfähiger oder verdunstungsfähiger Stoff der in den Wärmetauscher strömenden Kühlluft während Phasen hohen Kühlbedarfs zugeführt. Es wird somit jene Energie zum Kühlen verwendet, die beim Übergang eines Aggregatzustandes in einen anderen verbraucht wird. Der erste Aggregatzustand kann auch ein fester sein (Eis), und der zweite ein flüssiger (Wasser oder Wasserdampf oder Wasserdunst) sein.

[0011] Unter Phasen hohen Kühlbedarfs im Sinne der vorliegenden Erfindung werden Betriebszustände des Schienenfahrzeugs verstanden, in welchem eine besonders hohe Kühlleistung der Kühlanlage gefordert wird. Hierzu zählen Betriebszustände, in denen beispielsweise

se gleichzeitig die Traktion des Schienenfahrzeugs sowie dessen Aggregate und Hilfsaggregate in Anspruch genommen werden (Volllast).

[0012] Als verdampfungsfähiger oder verdunstungsfähiger Stoff kommt beispielsweise Wasser oder ein Wassergemisch, zum Beispiel Wasser-Glykol-Gemisch in Betracht. Anstelle des Wassers kann auch flüssiges Kühlmedium des Kühlkreislafs genutzt werden. Solches kann beispielsweise in Strömungsrichtung des Kühlmediums gesehen hinter dem als Kühler fungierenden Wärmetauscher abgezweigt und ebenfalls vor oder im Bereich des Wärmetauschers der Kühlluft zugeführt werden.

[0013] Bevorzugt ist zur Zuführung des verdampfungsfähigen Stoffes zum Wärmetauscher eine Engpasskühleinrichtung vorgesehen, umfassend ein Reservoir für den verdampfungsfähigen oder verdunstungsfähigen Stoff sowie eine Pumpe zum Fördern des verdampfungsfähigen Stoffes im flüssigen Zustand, welche über eine Leitung strömungsleitend mit dem Wärmetauscher verbunden sind.

[0014] Die Kühlleistung der Kühlanlage wird am besten derart bemessen, dass sie ausschließlich die maximale im Dauerbetrieb erreichbare Kühlleistung deckt; eine über die maximal erreichbare Kühlleistung hinausgehende Engpassleistung wird von der Engpasskühleinrichtung aufgebracht.

[0015] Die Erfinder haben folgendes erkannt: Während der Gesamtlauzeit des Schienenfahrzeugs kommt es nur selten vor, dass die angeforderte Kühlleistung die maximal im Dauerbetrieb erreichbare Kühlleistung überschreitet, die natürlich von äußeren Bedingungen abhängt. Um die Nachteile einer Kühlanlage zu vermeiden, die auf Extrembedingungen ausgelegt ist, haben die Erfinder somit die im kritischen Fall nötige Engpassleistung durch Vorsehen einer Engpasskühleinrichtung kompensiert. Die Engpasskühleinrichtung kann durch Einbringen des verdampfungsfähigen oder verdunstungsfähigen Stoffes und Verdampfen oder Verdunsten desselben zusätzliche Kühlleistung zum Kühlen des Kühlkreislafes freisetzen. Letztere kommt somit nur in Phasen hohen Kühlbedarfs und reduzierter Kühlleistung zum Einsatz, beispielsweise im Sommer, sodass diese in Phasen relativ hoher Kühlleistung (zum Beispiel im Winter) deaktiviert bleibt und die Kühlleistung ausschließlich von dem wenigstens einen Kühlkreislauf abgeführt wird.

[0016] Die Erfindung ist anhand von Figur 1 beispielhaft erläutert. Figur 1 zeigt schematisch die Kühlanlage eines Schienenfahrzeugs.

[0017] Die Kühlanlage umfasst einen Kühlkreislauf 1, welcher vorliegend als Hochtemperatur-Kühlkreislauf ausgeführt ist, gezeigt. Im Kühlkreislauf 1 sind vorliegend folgende Komponenten in Strömungsrichtung des darin umgewälzten Kühlmediums hintereinandergeschaltet: ein Antriebsmotor 4, ein Wärmetauscher 3, der als Flüssigkeits-Luft-Kühler ausgeführt ist, ein weiterer Wärmetauscher 9, der als Flüssigkeits-Flüssigkeits-Kühler ausgeführt ist, sowie eine Kühlmediumpumpe 2 zum Um-

wälzen des Kühlmediums. Natürlich könnten die Komponenten in einer anderen als der hier dargestellten Reihenfolge angeordnet sein.

[0018] Das vom Antriebsmotor 4 erzeugte Drehmoment wird über ein Getriebe 8 auf die Antriebsräder 15 des Schienenfahrzeugs übertragen. Die dabei entstehende Wärme - zum Beispiel die Motorwärme - wird über den Wärmetauscher 9 auf das Kühlmedium des Kühlkreislafs 1 übertragen und abgeführt. Hierzu ist das Getriebeöl des Getriebes 8 über entsprechende Leitungen zur Wärmeabfuhr mit dem Wärmetauscher 9 verbunden.

[0019] Die im Kühlkreislauf 1 anfallende Wärme wird über den Wärmetauscher 3, der vorliegend von mittels eines Lüfters 19 umgewälzter Kühlluft durchströmt wird, abgeführt. Die im Kühlkreislauf 1 anfallende Wärme wird somit hauptsächlich konvektiv in die äußere Umgebung abgeführt.

[0020] In der Figur 1 ist gestrichelt ein weiterer Kühlkreislauf 10 dargestellt. Letzterer ist vorliegend als Niedertemperatur-Kühlkreislauf ausgeführt. Im vorliegenden Fall sind im Kühlkreislauf 10 folgende Bauelemente in Strömungsrichtung des darin umgewälzten Kühlmediums hintereinander angeordnet: eine Kühlmediumpumpe 12, ein Wärmetauscher 14, der vorliegend als Luft-Flüssigkeits-Kühler ausgeführt ist, ein weiterer Wärmetauscher 13, vorliegend als Luft-Flüssigkeitskühler ausgeführt, sowie ein zusätzlicher Wärmetauscher 11, beispielsweise einer Hydrostatikeinrichtung.

[0021] Mit dem Wärmetauscher 14 wird die mittels eines Verdichters 17 eines Abgasturboladers 16 verdichtete Frischluft zwischengekühlt, bevor diese dem Antriebsmotor 4 zugeführt wird. Zum Antrieb des Verdichters 17 dient hierbei das aus dem Antriebsmotor 4 austretende Abgas, welches eine Turbine 18, die in Triebverbindung mit dem Verdichter 17 des Abgasturboladers 16 steht, beaufschlagt.

[0022] Die im Kühlkreislauf 10 anfallende Wärme wird über den Wärmetauscher 13 abgeführt, welcher vorliegend in Strömungsrichtung der von dem Lüfter 19 angesaugten Kühlluft gesehen vor dem Wärmetauscher 3 des Kühlkreislafs 1 angeordnet ist. Der Wärmetauscher ist somit als Niedrigtemperatur-Wärmetauscher ausgeführt.

[0023] Die in Figur 1 dargestellte Kühlanlage, umfassend den Kühlkreislauf 1 und 10, ist vorliegend derart dimensioniert, dass sie bei Normalbedingungen des Schienenfahrzeugs eine Kühlleistung erbringt, welche die maximal im Dauerbetrieb erreichbare Kühlleistung deckt. Die im Dauerbetrieb maximal erreichbare Kühlleistung ist als jene Kühlleistung definiert, welche einen sicheren und zuverlässigen Betrieb aller in den Kühlkreisläufen 1 und 10 angeordneten Bauelemente ermöglicht, ohne dass sich diese im Dauerbetrieb zu sehr erwärmen oder ausfallen.

[0024] Um nun eine bei Extrembedingungen maximal erreichbare Kühlleistung übersteigende Kühlanforderung der Kühlanlage des Schienenfahrzeugs bereitzustellen, ist eine Engpasskühleinrichtung 5 vorgesehen.

Letztere umfasst vorliegend ein separates Reservoir 6 zur Bevorratung eines verdampfungsfähigen oder verdunstungsfähigen Stoffes, wie beispielsweise Wasser, sowie eine Pumpe 7 zum Fördern dieses Stoffes. Vorliegend ist die Saugseite der Pumpe 7 mit dem Reservoir 6 und die Druckseite mit einem Einlassbereich des Wärmetauschers 20 strömungsleitend verbunden. Letztere mündet in Strömungsrichtung der Kühlluft gesehen vor dem Wärmetauscher 13. Natürlich ist es denkbar, dass die Leitung in Strömungsrichtung vor dem Wärmetauscher 3 oder auch in Strömungsrichtung gesehen hinter diesem mündet. Der mittels der Pumpe 7 geförderte verdampfungsfähige oder verdunstungsfähige Stoff wird beispielsweise über geeignete Düsen derart zerstäubt, dass er die von der Kühlluft angeströmten Flächen der Wärmetauscher 3 und 13 benetzt. Dadurch verdunstet der Stoff auf der Oberfläche des Wärmetauschers, wodurch die Kühlleistung während Phasen hohen Kühlbedarfs der Kühlanlage zusätzlich gesteigert wird. Eine Zerstäubung kann beispielsweise durch Ansaugen oder durch Zuführen von Luft, wie Umgebungsluft erfolgen. Auch ist es natürlich denkbar, den verdampfungsfähigen Stoff durch Benetzen der Leitung, welche den verdampfungsfähigen Stoff führt und im Bereich des Wärmetauschers 3, 13 mündet, auf die Innenseiten der Leitung aufzubringen. Diese als Engpassleistung bezeichnete Kühlleistung deckt dann den tatsächlich angeforderten Kühlbedarf der Kühlanlage und dient somit zum Kompensieren von im Betrieb des Schienenfahrzeugs auftretenden Minima des Kühlleistungsvermögens des Systems bei gleichzeitig hoher Kühlleistungsanforderung.

Bezugszeichenliste

[0025]

- | | | |
|----|------------------------|--|
| 1 | Kühlkreislauf | |
| 2 | Kühlmediumpumpe | |
| 3 | Wärmetauscher | |
| 4 | Antriebsmotor | |
| 5 | Engpasskühleinrichtung | |
| 6 | Reservoir | |
| 7 | Pumpe | |
| 8 | Getriebe | |
| 9 | Wärmetauscher | |
| 10 | Kühlkreislauf | |
| 11 | Wärmetauscher | |

- | | | |
|----|-----------------|----|
| 12 | Kühlmediumpumpe | |
| 13 | Wärmetauscher | |
| 14 | Wärmetauscher | 5 |
| 15 | Antriebsräder | |
| 16 | Abgasturbolader | |
| 17 | Verdichter | 10 |
| 18 | Turbine | |
| 19 | Lüfter | 15 |

Patentansprüche

- | | | |
|----|--|----|
| 20 | 1. Kühlanlage für ein Schienenfahrzeug, | |
| | 1.1 mit wenigstens einem Kühlkreislauf (1, 10), umfassend eine Kühlmediumpumpe (2, 12), die ein Kühlmedium in dem Kühlkreislauf (1, 10) umwälzt; | |
| | 1.2 mit wenigstens einem Wärmetauscher (3, 13) als Kühler, der von dem Kühlmedium und von Kühlluft angeströmt ist; | |
| | 1.3 mit einem mittels des Kühlmediums gekühlten Antriebsmotors (4) und/oder sonstigen wärmeerzeugenden Aggregat; dadurch gekennzeichnet, dass | |
| 25 | 1.4 in Strömungsrichtung vor oder im Bereich des Wärmetauschers (3, 13) ein verdampfungsfähiger oder verdunstungsfähiger Stoff der in den Wärmetauscher (3, 13) strömenden Kühlluft während Phasen hohen Kühlbedarfs und geringstem Kühlleistungsvermögen zugeführt wird. | 30 |
| 35 | 2. Kühlanlage gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der verdampfungsfähige oder verdunstungsfähige Stoff Wasser oder ein Wassergemisch ist. | 40 |
| 45 | 3. Kühlanlage gemäß Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der verdampfungsfähige oder verdunstungsfähige Stoff flüssiges Kühlmedium des Kühlkreislaufs (1, 10) ist. | 50 |
| 55 | 4. Kühlanlage gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass zur Zuführung des verdampfungsfähigen oder verdunstungsfähigen Stoffes zum Wärmetauscher (3, 13) eine Engpasskühleinrichtung (5) vorgesehen ist, umfassend ein Reservoir (6) für den verdampfungsfähigen oder verdunstungsfähigen Stoff sowie eine Pumpe (7) zum Fördern des verdampfungsfähigen oder verdun- | |

stungsfähigen Stoffes im flüssigen Zustand, welche über eine Leitung strömungsleitend mit dem Wärmetauscher (3) verbunden sind.

5. Kühlanlage gemäß Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kühlanlage derart in ihrer Kühlleistung bemessen ist, dass sie ausschließlich die maximale in Dauerbetrieb erreichbare Kühlleistung bei normalen Umgebungsbedingungen deckt; wobei

5.1 ein Kühlleistungsdefizit von der Engpasskühleinrichtung (5) von der Engpasskühleinrichtung (5) aufgebracht wird.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

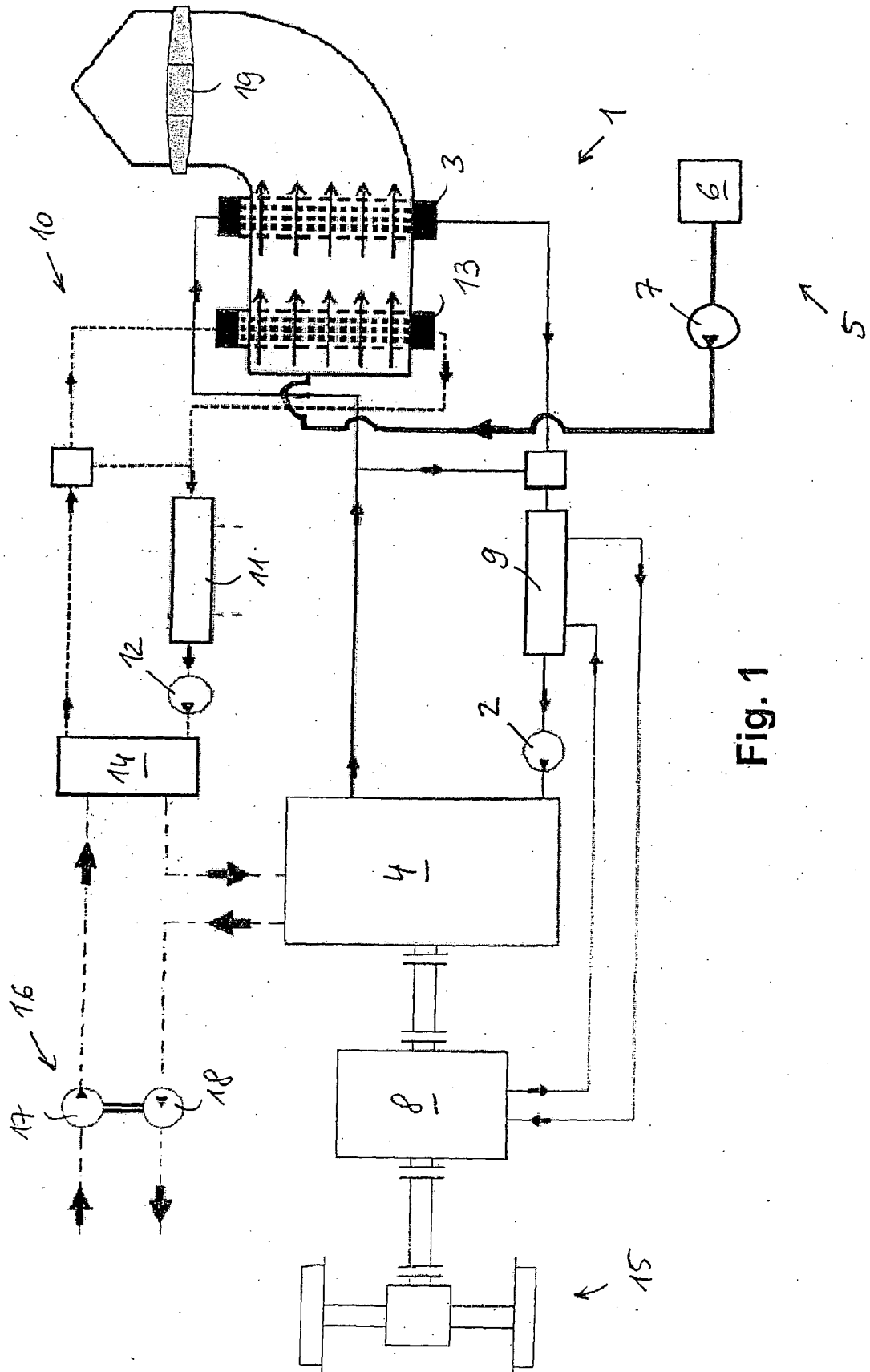


Fig. 1