



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



⑪ Veröffentlichungsnummer: **0 536 470 A1**

⑫

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

⑬ Anmeldenummer: **92108472.9**

⑮ Int. Cl. 5: **F01P 3/22, F01P 11/02**

⑯ Anmeldetag: **20.05.92**

⑰ Priorität: **08.10.91 DE 4133287**

⑲ Veröffentlichungstag der Anmeldung:
14.04.93 Patentblatt 93/15

⑳ Benannte Vertragsstaaten:
BE DE ES FR GB IT NL SE

⑷ Anmelder: **Firma Carl Freudenberg
Höherweg 2-4
W-6940 Weinheim/Bergstrasse(DE)**

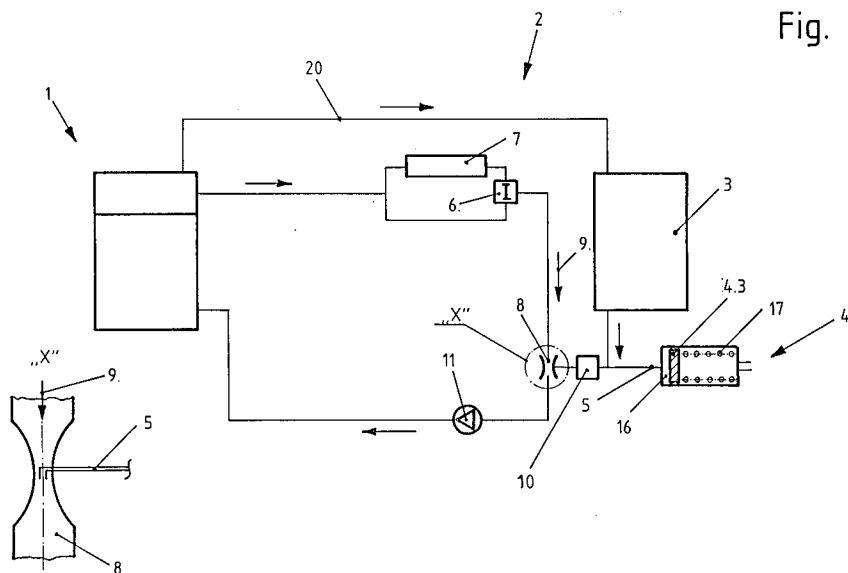
⑵ Erfinder: **Sausner, Andreas
Hirtengasse 26
W-6078 Neu-Isenburg(DE)
Erfinder: Mertens, Klaus
Laudenbacher Weg 1
W-6944 Hemsbach(DE)**

④ Verdampfungsgekühlte Verbrennungskraftmaschine.

⑤ Verdampfungsgekühlte Verbrennungskraftmaschine (1) umfassend ein druckbeaufschlagbares Kühlsystem (2), das von einem Kühlmittel durchströmbar ist, mit zumindest einem Kondensationskühler (3), zumindest einer Kühlmittelpumpe (11) und einem Ausdehnungsbehälter (4), wobei der Ausdehnungsbehälter (4) mittels einer Verbindungsleitung (5) an den Kühlkreislauf angeschlossen ist. Der Ausdehnungsbehälter (4) ist in Hauptströmungsrichtung (9) unmittelbar vor der Kühlmittelpumpe (11)

angeordnet und dem Kondensationskühler (3) ist ein über ein Thermostat (6) zuschaltbarer Konvektionskühler (7) zugeordnet. Das flüssige Kühlmittel vom Konvektionskühleraustritt und das Kondensat vom Kondensationskühleraustritt ist in einer Zuleitung zur Verbrennungskraftmaschine (1) in einem Knotenpunkt zusammengeführt, wobei im Bereich des Knotenpunktes eine Pumpvorrichtung zur Förderung des Kühlmittels in Hauptströmungsrichtung (9) angeordnet ist.

Fig. 1



Die Erfindung betrifft eine verdampfungsgekühlte Verbrennungskraftmaschine, umfassend ein druckbeaufschlagbares Kühlsystem, das von einem Kühlmittel durchströmbar ist, mit zumindest einem Kondensationskühler, zumindest einer Kühlmittelpumpe und einem Ausdehnungsbehälter, wobei der Ausdehnungsbehälter mittels einer Verbindungsleitung an den Kühlkreislauf angeschlossen ist.

Eine solche Verbrennungskraftmaschine ist aus der US 4,648,356 bekannt. Danach besteht das Kühlsystem im wesentlichen aus einem Wassermantel der Verbrennungskraftmaschine, einem Kühler, der als Kondensationskühler ausgebildet ist, einem Kondensattank und einem Behälter, der durch eine Trennwand in zwei Teilkammern unterteilt ist, wobei die dem Kühlsystem abgewandte Kammer zur Atmosphäre hin offen ist. Die Aufgabe dieser Anlage besteht darin, die im hermetisch abgeschlossenen System befindliche Luft vorübergehend aus dem System zu ziehen und vom Kondensator fernzuhalten, um den Wirkungsgrad der Anlage zu verbessern. Die für die Funktion des Systems nachteilige, eingeschlossene Luft, wird bei betriebswarmer Verbrennungskraftmaschine im Behälter gespeichert und bei Abkühlen der Maschine in das System zurückgefördert, um die Entstehung von Unterdruck zu vermeiden. Dabei ist allerdings zu beachten, daß zur Erzielung einer optimalen Kondensatorkühlleistung der Massendurchsatz durch den Kondensator und der Dampfgehalt vor dem Kondensator geregelt werden müssen. Mit der bekannten Verbrennungskraftmaschine ist das nicht möglich.

Außerdem ist hier von Nachteil, daß die Kühlmitteltemperatur und der Systemdruck des Kühlsystems nicht unabhängig voneinander geregelt werden können. Eine Anpassung der Kühlleistung der Kondensatorkühlanlage an die motorische Heizleistung ist bei der vorbekannten Verbrennungskraftmaschine nicht möglich.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine verdampfungsgekühlte Verbrennungskraftmaschine der eingangs genannten Art derart weiterzuentwickeln, daß die Kühlmitteltemperatur und der Systemdruck innerhalb des Kühlsystems unabhängig voneinander geregelt werden können. Durch diese unabhängige Regelung ist eine ausgezeichnete Einflußnahme auf die Bauteiltemperatur gewährleistet. Außerdem soll die Zirkulation des Kühlmittels durch das Kühlsystem und die angeschlossene Verbrennungskraftmaschine, insbesondere bei hoher Heizleistung der Verbrennungskraftmaschine und den damit verbundenen hohen Strömungsverlusten optimiert werden.

Diese Aufgabe wird erfundungsgemäß bei einer Verbrennungskraftmaschine der eingangs genannten Art mit den kennzeichnenden Merkmalen von

Anspruch 1 gelöst. Auf vorteilhafte Ausgestaltungen nehmen die Unteransprüche bezug.

Die erfundungsgemäße Verbrennungskraftmaschine weist einen Ausdehnungsbehälter auf, der in Hauptströmungsrichtung unmittelbar vor der Kühlmittelpumpe angeordnet ist, dem Kondensationskühler ist ein über ein Thermostat zuschaltbarer Konvektionskühler zugeordnet, das flüssige Kühlmittel vom Konvektionskühleraustritt und das Kondensat vom Kondensationskühleraustritt ist in einem Knotenpunkt der Zuleitung der Verbrennungskraftmaschine zusammengeführt, wobei im Bereich des Knotenpunktes eine Pumpvorrichtung zur Förderung des Kühlmittels in Hauptströmungsrichtung angeordnet ist. Durch die Verwendung eines Kondensations- und eines Konvektionskühlers innerhalb eines Kühlsystems kann mit Hilfe eines Druckregelventils, das in Hauptströmungsrichtung hinter dem Kondensationskühleraustritt angeordnet ist eine Systemdruckregulierung erreicht werden, wobei der Systemdruck je nach Fahrgeschwindigkeit, Umgebungstemperatur und Motorbetriebspunkt eingestellt werden kann. Die Kühlmitteltemperatur und der Systemdruck können bei diesen Systemen unabhängig voneinander geregelt werden.

Die Systemdruckregulierung erfolgt durch das Regelventil am Kondensatoraustritt. Es steuert in Abhängigkeit z. B. des Druckes im Motor den Durchfluß durch den Kondensator und damit dessen Kühlleistung. Durch Anpassung der Kühlleistung an die Heizleistung des Motors kann der Druck innerhalb des Kühlsystems konstant gehalten werden. Durch die unabhängige Einstellung von Systemdruck und Kühlmitteltemperatur kann besonders gut Einfluß genommen werden auf die Regelung der Bauteiltemperatur, wobei insbesondere die Temperatur von Bauteilen im Bereich des Zylinderkopfes von Interesse sind. Das Druckregelventil kann signalleitend mit einem Druckaufnehmer, beispielsweise im Zylinderkopf oder am Kondensatoraustritt verbunden sein. Das Ventil regelt den Kondensatdurchfluß durch den Kondensator so, daß die notwendige Kühlleistung und günstige Bauteiltemperaturen gewährleistet sind. Die Siedetemperatur des Kühlmittels stellt sich nach dem Druck im Kühlsystem ein, der durch dieses Ventil geregelt werden kann.

Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung ist es vorgesehen, daß die Pumpvorrichtung durch ein Venturirohr gebildet ist und daß in das Venturirohr im Bereich des geringsten Durchtrittsquerschnittes Kondensat einspeisbar ist. Für die Verwendung eines Venturirohres als Pumpvorrichtung sprechen insbesondere der einfache Aufbau des Kühlsystems und die Vermeidung einer zweiten, beispielsweise elektrisch angetriebenen Kühlmittelpumpe, was in wirtschaftlicher Hinsicht von hervor-

zuhebender Bedeutung ist.

Das Venturirohr, das einen Knotenpunkt bildet, in dem flüssiges Kühlmittel vom Konvektionskühler und Kondensat vom Kondensationskühler zusammengeführt wird, bewirkt ferner, daß aufgrund der Strömungsverluste zwischen Verbrennungskraftmaschine und Kondensationskühler das Kondensat nicht in den Kondensationskühler zurückgedrückt wird, sondern in Hauptströmungsrichtung mitgerissen und der Verbrennungskraftmaschine zugeführt wird. Diese Ausgestaltung bewirkt einen außerordentlich günstigen Wirkungsgrad durch einen hohen Volumenstrom durch das Kühlsystem mit nur einer Kühlmittelpumpe, was auch in wirtschaftlicher Hinsicht besonders vorteilhaft ist. Aufgrund der Verwendung eines Venturirohres im Kühlsystem einer verdampfungsgekühlten Verbrennungskraftmaschine kann die Kühlmittelpumpe in ihren Abmessungen besonders kompakt gewählt werden. Die Förderleistung ist auch dann völlig ausreichend. Der Thermostat gibt in Abhängigkeit von der Temperatur des flüssigen Kühlmittels oder der durch Temperatursensoren ermittelten Bauteiltemperatur den Weg durch verschiedene Kühlkreisläufe frei. Während der Aufwärmphase der Verbrennungskraftmaschine ist der Weg über den Konvektionskühler gesperrt, was ein rasches Aufheizen der Verbrennungskraftmaschine bedingt. Mit steigender Temperatur öffnet der Thermostat allmählich den Weg über den Konvektionskühler, so daß eine Beschädigung der Verbrennungskraftmaschine durch Überhitzung zuverlässig vermieden wird. Darüberhinaus ist von Vorteil, daß durch die parallele Anordnung von Kondensations- und Konvektionskühler das flüssige Kühlmittel mit einer weitgehend konstanten Eintrittstemperatur in die Verbrennungskraftmaschine gefördert wird. Die Gefahr von WärmeSpannungen beispielsweise durch relativ kaltes Kondensat in eine relativ heiße Verbrennungskraftmaschine ist durch diese Ausgestaltung wesentlich verringert.

Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung kann das Venturirohr durch ein T-förmiges Leitungsverbindungselement gebildet sein. Ein derart ausgestaltetes Leitungsverbindungselement ist in wirtschaftlicher Hinsicht besonders günstig herstellbar und ermöglicht eine variable Gestaltung der Leitungsverbindungen. Die Verengung in Form einer Venturidüse befindet sich dabei in Hauptströmungsrichtung, während im Bereich des geringsten Durchtrittsquerschnittes ein Abzweig vorgesehen ist, der mit dem Kondensationskühleraustritt flüssigkeitsleitend verbunden sein kann.

Der Ausdehnungsbehälter und ein mit einer Entlüftung versehener Befüllstutzen können zu einer Baueinheit zusammengefaßt und über eine Verbindungsleitung flüssigkeitsleitend aneinander festgelegt sein. Durch diese Ausgestaltung ist ein ein-

facher und übersichtlicher Aufbau des Kühlsystems gewährleistet. Das Kühlmittel, das meist aus Wasser und einem Gehalt an Frostschutz besteht, kann dadurch besonders einfach eingefüllt werden. Auch die Wartung und Überwachung des Kühlsystems bezüglich eventuell auftretender Undichtigkeiten kann dadurch vereinfacht werden.

Zur leichteren und korrekten Befüllung des Kühlsystems kann in der Verbindungsleitung zwischen dem Einfüllstutzen und dem Ausdehnungsbehälter eine Drossel angeordnet sein, die den Flüssigkeitsdurchtritt durch die Leitung begrenzt. Der Ausdehnungsbehälter kann durch eine Trennmembran in einen flüssigen Kühlmittel enthaltenden Raum und einen Ausdehnungsraum unterteilt sein, wobei der Ausdehnungsraum über eine Entlüftungsöffnung mit der Atmosphäre verbunden ist und die Trennmembran nur von dem Atmosphärendruck beaufschlagbar ist. Nach einer anderen Ausgestaltung besteht auch die Möglichkeit, daß innerhalb des Ausdehnungsraumes ein Federelement angeordnet ist, daß das Federelement beispielsweise als Schraubendruckfeder ausgebildet ist und sich einerseits am Gehäuse des Ausdehnungsbehälters und andererseits auf der dem Ausdehnungsraum zugewandten Seite der Trennmembran abstützt. Die Funktionsweise ist prinzipiell ähnlich. Ist die Kühlmittelpumpe entsprechend ausgelegt, wird durch diese, in Verbindung mit der Drossel bewirkt, daß die Trennmembran während der Befüllung des Kühlsystems mit flüssigem Kühlmittel an den unteren Tropunkt des Ausdehnungsbehälters anlegbar ist. Die Verwendung beispielsweise einer Feder im Ausdehnungsraum ist dadurch entbehrlich.

Im Kühlsystem kann eine Fahrzeuginnenraumheizung angeordnet sein, wobei die Fahrzeuginnenraumheizung in einer während der bestimmungsmaßen Verwendung der Verbrennungskraftmaschine nur mit Dampf gefüllten Zone des Kühlsystems angeordnet ist. Hierbei ist von Vorteil, daß die Verbrennungskraftmaschine besonders schnell erwärmt wird, rasch eine optimale Betriebstemperatur erreicht, wenig Kraftstoff verbraucht und weniger Schadstoffe freisetzt.

Ist die Betriebstemperatur erreicht, und ein Teil des flüssigen Kühlmittels ist verdampft, kann die Heizung in Betrieb genommen werden und stellt dann eine Heizleistung zur Verfügung, die die Heizleistung von Fahrzeuginnenraumheizungen, die im Wasserkreislauf angeordnet sind, bei weitem übersteigt. Des Weiteren ist von Vorteil, daß eine gleichmäßige und drehzahlabhängige Heizleistung gewährleistet ist. Die Tatsache, daß die Heizung erst dann in Betrieb genommen werden kann, wenn ein Teil des flüssigen Kühlmittels verdampft ist, stellt in der Praxis keinen gravierenden Nachteil dar, weil auch Heizungen, die im Wasserkreislauf

angeordnet sind, erst Wärme zur Beheizung des Innenraums abgeben, wenn das Kühlmittel eine gewisse Temperatur erreicht hat.

Zur weiteren Verbesserung des Wirkungsgrades des Kühlsystems kann im Bereich des Kühlmittelaustrittes der Verbrennungskraftmaschine eine Wasserabscheider vorgesehen sein, der bewirkt, daß der Konvektionskühler auch bei großem Kühlmittelvolumenstrom nur von Wasser und der Kondensationskühler nur von Dampf durchströmt wird. Eine besonders vorteilhafte Ausgestaltung ist dadurch erzielbar, daß das flüssige Kühlmittel im Bereich des Zylinderkopfes in die Verbrennungskraftmaschine einspeisbar ist und daß die Maschine als Abscheider fungiert. Von hervorzuhebendem Vorteil ist in diesem Zusammenhang, daß sich schädliche Dampfnester vor allem im Zylinderkopf durch eine Mindestdurchspülung des Motors nicht bilden können. Die Mindestdurchspülung ist in diesem Falle größer als der leistungsoptimale Massenstrom durch den Kondensator. Ein guter Wirkungsgrad der Kühlung ist nur mit einer effektiven und kontrollierten Wasser-/Dampfabscheidung möglich. Außerdem ergeben sich bei Abscheidung von Wasser und Dampf innerhalb des Motors keine zusätzlichen Drosselwiderstände, keine zusätzlichen Ausdehnungsvolumina für externe Abscheider und kein zusätzliches Bauteil mit Verschlauchung. Die Durchströmung des Motors erfolgt dann derart, daß das flüssige, gekühlte Kühlmittel im Bereich des Zylinderkopfes in die Verbrennungskraftmaschine eingespeist wird, Dampf nach oben in Richtung des Kondensators entweicht und das flüssige Kühlmittel nach unten durch die Verbrennungskraftmaschine. Die Verbrennungskraftmaschine wirkt demzufolge als Abscheider.

Nach einer anderen Ausgestaltung kann dem Ausgleichsbehälter eine relativ bewegliche, flüssigkeitsdichte Trennwand zugeordnet sein, die den Ausgleichsbehälter in einen flüssigen Kühlmittel enthaltenden Raum und einen Federraum unterteilt, wobei der Federraum mit der Sauganlage der Verbrennungskraftmaschine mittels einer Unterdruckleitung verbunden ist und wobei die Unterdruckleitung durch zumindest ein Sperrventil verschließbar ist. Dabei ist Voraussetzung, daß eine Sauganlage vorhanden ist und diese auch einen Unterdruck zur Verfügung stellt, die Trennwand einwandfrei zu betätigen. Handelt es sich bei der Verbrennungskraftmaschine um einen Dieselmotor, kann die Unterdruckleitung vorteilhafter Weise an die Unterdruckpumpe des Bremsystems angeschlossen werden. Bei der Verdampfungskühlung stellt sich die Siedetemperatur des Kühlmittels nach dem Druck im Kühlsystem ein. In Abhängigkeit von der Höhe der Systemdrücke im Kühlsystem und der damit verbundenen unterschiedlichen Siedetemperaturen des Kühlmittels, kann die Bauteiltemperatur der

Verbrennungskraftmaschine optimal dem jeweiligen Lastzustand angepaßt werden. Durch die Auslenkung der Trennwand im Ausgleichsbehälter wird das Gesamtvolumen des Kühlsystems und damit der Systemdruck in Abhängigkeit vom Betriebspunkt der Verbrennungskraftmaschine geregelt. Der gewünschte Systemdruck kann beispielsweise aus folgenden Parametern ermittelt werden: Kühlmitteltemperatur, Bauteiltemperatur, Betrag des Unterdruckes im Saugrohr, Stellung der Drosselklappen, Drehzahl der Verbrennungskraftmaschine, eingespritzte Kraftstoffmenge, Umgebungstemperatur und/oder Fahrzeuggeschwindigkeit. Bei elektronisch gesteuerten Verbrennungskraftmaschinen steht eine Vielzahl der oben genannten Hilfsgrößen ohnehin zur Verfügung, so daß keine zusätzlichen Sensoren benötigt werden, was eine sehr gute Zuverlässigkeit des Kühlsystems bedingt. Der Unterdruckleitung kann zusätzlich ein Unterdruckspeicher zugeordnet sein. Dies ist insbesondere dann sinnvoll, wenn die Sauganlage der Verbrennungskraftmaschine nicht in allen Lastzuständen einen Unterdruck zur Verfügung stellt, der ausreicht, den Systemdruck im Kühlsystem an die jeweiligen Lastzustände anzupassen. Im Leerlauf, wenn ein vergleichsweise hoher Systemdruck gefordert ist, der eine hohe Siedetemperatur bedingt und damit ein rasches Aufwärmnen der Verbrennungskraftmaschine, stellt die Sauganlage ohne Unterdruckspeicher einen hohen Unterdruck zu Verfügung während im Vollastbereich, wenn niedriger Systemdruck und eine geringe Siedetemperatur des Kühlmittels gefordert sind, um eine Überhitzung des Verbrennungskraftmaschine zu vermeiden, die Sauganlage nur wenig Unterdruck erzeugt. Dieser vergleichsweise geringe Unterdruck kann unter Umständen nicht ausreichen, den Systemdruck im Kühlsystem soweit zu verringern, daß ein Betrieb der Verbrennungskraftmaschine ohne Gefahr der Überhitzung möglich wäre. Um diese Nachteile zu vermeiden, kann ein Unterdruckspeicher vorgesehen sein, der in jedem Betriebspunkt der Verbrennungskraftmaschine für eine ausreichende Versorgung des Federraumes im Ausgleichsbehälter mit Unterdruck sorgt.

Ausführungsbeispiele der erfundungsgemäß verdampfungsgekühlten Verbrennungskraftmaschine sind in den als Anlage beigefügten Zeichnungen schematisch dargestellt und werden im folgenden näher beschrieben.

In den Fig.1, 2, 3, 4, 5 und 6 ist jeweils eine verdampfungsgekühlte Verbrennungskraftmaschine 1 dargestellt, bei der ein druckbeaufschlagbares Kühlsystem 2 von einem Kühlmittel durchströmbar ist. Bei dem Kühlmittel handelt es sich zumeist um Wasser mit einem Gehalt an Forstschutz. Der Ausgleichsbehälter 4 ist mittels einer Verbindungsleitung 5 an eine während des Betriebes der Verbren-

nungskraftmaschine 1 stets mit flüssigem Kühlmittel gefüllte Zone des Kühlsystems 2 angeschlossen. Das Kühlsystem 2 besteht im wesentlichen aus einem Kondensationskühler 3, einem in Strömungsrichtung hinter der Kondensationskühler 3 angeordneten Druckregelventil 10 und einem Konvektionskühler 7, die einander in Parallelschaltung zugeordnet sind. Der Kühlmittelaustritt des Konvektionskühlers 7 sowie der Kondensataustritt des Kondensationskühlers 3 sind in einem Knotenpunkt zusammengeführt, der in den Figuren 1 bis 5 durch ein Venturirohr 8 gebildet ist. Das flüssige Kühlmittel das das Venturirohr 8 in Hauptströmungsrichtung 9 im Bereich des geringsten Durchtrittsquerschnittes mit relativ höherer Geschwindigkeit durchströmt, reißt das im Kondensationskühler 3 angefallene Kondensat und bedarfswise flüssiges Kühlmittel aus dem Ausgleichsbehälter 4 aufgrund des Druckabfalles an dieser Stelle mit. Bei hoher Heizleistung der Verbrennungskraftmaschine 1 und einem hohen Volumenstrom durch das Kühlsystem 2 ist ein Rückfließen von flüssigem Kühlmittel und Kondensat zurück in den Kondensationskühler 3 aufgrund der Anordnung des Venturirohrs 8 ausgeschlossen. Dadurch entsteht keine Drosselung im Kühlsystem 2, wodurch die Kühlleistung und der Wirkungsgrad des Kühlsystems 2 erheblich verbessert ist.

Der Konvektionskühler 7 bewirkt eine annähernd gleichmäßige Temperatur des flüssigen Kühlmittels, das in die Verbrennungskraftmaschine 1 eingespeist wird. Diese Temperatur ist so bemessen, daß die Entstehung von Dampfblasen im Bereich des Venturirohrs 8 und der Kühlmittelpumpe 11 wirkungsvoll vermieden wird. Dadurch wird sowohl die Funktionssicherheit als auch die Gebrauchsduer des Kühlsystems 2 deutlich erhöht.

Durch Druckbeaufschlagung des Ausgleichsbehälters 4 kann Einfluß genommen werden auf den Systemdruck im Kühlsystem 2. Ein hoher Systemdruck bedingt eine hohe Siedetemperatur des das Kühlsystem 2 durchströmenden Kühlmittels, während ein relativ verringelter Systemdruck eine Verringerung der Siedetemperatur bedingt. Im kalten Zustand der Verbrennungskraftmaschine 1, also vor Inbetriebnahme oder kurz nach dem Start, ist das Kühlsystem vollständig mit flüssigem Kühlmittel gefüllt und dampffrei. Der flüssiges Kühlmittel enthaltende Raum 16 des Ausgleichsbehälters 4 weist sein geringstes Volumen auf.

In Fig. 1 ist die erfahrungsgemäße verdampfungsgekühlte Verbrennungskraftmaschine 1 mit dampffreiem Kühlsystem 2 dargestellt, kurz nach dem Start, wenn sie ihre optimale Betriebstemperatur noch nicht erreicht hat. Sowohl der Konvektionskühler 7 als auch der Kondensationskühler 3 sind vollständig mit flüssigem Kühlmittel gefüllt.

Selbst bei sehr geringen Außentemperaturen besteht so nicht die Gefahr, daß die Kühler durch Einfrieren beschädigt werden. Auch die Dampfleitung 20 ist in diesem Betriebszustand mit flüssigem Kühlmittel gefüllt. Die Kennlinie des Systemdruckes ist von der Federkennlinie der Feder abhängig, die sich im Federraum 17 befindet. Der Ausgleichsbehälter 4 ist auf der dem flüssigen Kühlmittel abgewandten Seite mit einer Öffnung versehen, die diesen Raum mit der Atmosphäre verbindet. Als Einzelteil "X" ist ein Ausschnitt des Venturirohrs 8 gezeigt. Abweichend von dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel besteht allerdings auch die Möglichkeit, daß die Trennmembran innerhalb des Ausgleichsbehälters 4 nicht mit einer Feder, sonder nur mit dem Atmosphärendruck beaufschlägt ist.

In Fig. 2 ist eine Kühlsystem dargestellt, ähnlich dem Kühlsystem aus Fig. 1, wobei die Betriebstemperatur der Verbrennungskraftmaschine 1 gestiegen ist und ein Teil des flüssigen Kühlmittels bereits verdampft ist. In der Dampfleitung 20 befindet sich nur noch verdampftes Kühlmittel. Das durch den Dampf verdrängte Volumen wird durch den flüssiges Kühlmittel enthaltenden Raum 16 kompensiert. Auf eine dem System angepaßte Größe des Ausgleichsbehälters 4 ist dabei selbstverständlich zu achten. Im Wasserkreislauf, in diesem Fall dem Konvektionskühler 7 vorgeschaltet, befindet sich eine Fahrzeuginnenraumheizung 12. Ein Ölwärmübertrager 13 ist ebenfalls in der Kühlmittelleitung angeordnet. Die Anordnung der Fahrzeuginnenraumheizung 12 im Wasserkreislauf bedingt bei Betätigung einen frühzeitiger beheizten Innenraum, was eine vergleichsweise lange Warmlaufphase der Verbrennungskraftmaschine bedingt. Die Trennwand 4.3 des Ausgleichsbehälters 4 hat sich in Richtung des Federraumes 17 verlagert, so daß die durch den Dampf verdrängten Flüssigkeitsbestandteile im flüssigen Kühlmittel enthaltenden Raum 16 aufgenommen werden können. Zusätzlich zu dem in Fig. 1 dargestellten System ist der Federraum 17 über ein Sperrventil 19 mit einer Unterdruckleitung 18 verbunden, die mit der Sauganlage der Verbrennungskraftmaschine verbunden ist. Eine Druckbeaufschlagung des Kühlsystems 2 ist in diesem Fall feinfühliger regelbar, als dies in Fig. 1 der Fall ist. In der Unterdruckleitung 18 kann gegebenenfalls ein Unterdruckspeicher angeordnet sein um im Vollastbetrieb der Verbrennungskraftmaschine 1 einen ausreichend hohen Unterdruck zur Verfügung zu stellen, zur Reduzierung des Systemdruckes und einer Absenkung der Siedetemperatur.

In Fig. 3 ist eine Verbrennungskraftmaschine ähnlich der aus Fig. 2 dargestellt, wobei die Fahrzeuginnenraumheizung 12 nicht im flüssigkeitsdurchströmten Kreislauf des Kühlsystems 2 ange-

ordnet ist, sondern nur von Dampf durchströmbar ist. Diese Ausgestaltung hat den Vorteil, daß die Verbrennungskraftmaschine 1 schneller ihre Betriebstemperatur erreicht, was im Hinblick auf weniger Verschleiß, weniger Kraftstoffverbrauch und günstigere Schadstoffemissionen von Vorteil ist. Die Fahrzeuginnenraumheizung 12 ist nur wirksam, wenn ein Teil des flüssigen Kühlmittels bereits verdampft ist, zeichnet sich dann aber durch eine deutlich bessere Heizleistung aus. Die Druckbeaufschlagung des Kühlsystems erfolgt in diesem Beispiel wieder durch eine Feder im Federraum 17 des Ausgleichsbehälters 4, wobei der Federraum 17 und die Atmosphäre durch eine Öffnung miteinander verbunden sind. Auch Ausführungen ohne Federkraftbeaufschlagung der Trennmembran innerhalb des Ausgleichsbehälters 4 sind denkbar.

Zur Verbesserung des Wirkungsgrades kann, wie in Fig. 4 dargestellt, ein Wasserabscheider 14 vorgesehen sein, der bedingt, daß ausschließlich Wasser durch den Konvektionskühler und ausschließlich Dampf durch den Kondensationskühler gefördert wird.

In der Wirkungsweise unterscheidet sich die verdampfungsgekühlte Verbrennungskraftmaschine 1 aus dieser Figur nicht von den bisher beschriebenen.

Die in Fig. 5 dargestellte verdampfungsgekühlte Verbrennungskraftmaschine 1 weist einen Ausgleichsbehälter 4 auf, der einstückig mit dem Befüllstutzen 15 ausgebildet ist. Mit zunehmender Erwärmung des flüssigen Kühlmittels und beginnender Dampfbildung steigt der Flüssigkeitspegel im Ausgleichsbehälter 4 von einer minimalen auf eine maximal zulässige Höhe. Im Bereich der maximal zulässigen Höhe ist ein Schwimmerventil 4.2 angeordnet, das eine Durchbrechung in Richtung der Atmosphäre bei Überschreitung eines maximal zulässigen Flüssigkeitspegels verschließt. Während der Aufwärmphase steigt der Flüssigkeitspegel mit zunehmender Dampfbildung bis zu seinem maximalen Wert an. Außerdem ist von hervorzuhebender Bedeutung, daß die Befüllung des Kühlsystems besonders einfach möglich ist. Wir der Befüllstutzen 15 bis zu einer maximalen Markierung mit flüssigem Kühlmittel gefüllt, so ist trotzdem das erforderliche Ausdehnungsvolumen innerhalb des Ausgleichsbehälters 4 garantiert. Die Handhabung eines derartigen Kühlsystems 2 ist besonders einfach.

In Fig. 6 ist ein Ausführungsbeispiel gezeigt, das den vorstehend beschriebenen ähnelt. Der Ausdehnungsbehälter 4, der Befüllstutzen 15 sowie die Unterdruckdrossel 22 sind in diesem Beispiel in eine Baueinheit zusammengefaßt und an Stelle des Venturirohres gelangt eine zweite Kühlmittelpumpe 11.2 unmittelbar im Bereich des Ausdehnungsbehälters 4 zur Anwendung. Die Fahrzeuginnenraum-

heizung 12 ist in diesem Beispiel von flüssigem Kühlmittel durchströmt, das auf direktem Weg von der Verbrennungskraftmaschine 1 über ein weiteres Thermostatventil 24 in die Fahrzeuginnenraumheizung 12 strömt.

Zusammenfassend ergibt sich, daß die verdampfungsgekühlte Verbrennungskraftmaschine mit dem druckbeaufschlagbaren Kühlsystem besonders gute Gebrauchseigenschaften aufweist. Der Systemdruck und die Kühlmitteltemperatur sind unabhängig voneinander regelbar bei Verwendung eines Venturirohres als zweite Pumpvorrichtung kann die beispielsweise elektrisch angetriebene Kühlmittelpumpe klein, kompakt und preiswert ausgeführt sein, ohne das sich Nachteile bezüglich der Gebrauchseigenschaften ergeben würden.

Patentansprüche

1. Verdampfungsgekühlte Verbrennungskraftmaschine, umfassend ein druckbeaufschlagbares Kühlsystem, das von einem Kühlmittel durchströmbar ist, mit zumindest einem Kondensationskühler, zumindest einer Kühlmittelpumpe und einem Ausdehnungsbehälter, wobei der Ausdehnungsbehälter mittels einer Verbindungsleitung an den Kühlkreislauf angeschlossen ist, dadurch gekennzeichnet, daß der Ausdehnungsbehälter (4) in Hauptströmungsrichtung (9) unmittelbar vor der Kühlmittelpumpe (11) angeordnet ist, daß dem Kondensationskühler (3) ein über einen Thermostat (6) zuschaltbarer Konvektionskühler (7) zugeordnet ist, daß das flüssige Kühlmittel vom Konvektionskühleraustritt und das Kondensat vom Kondensationskühleraustritt in einer Zuleitung zur Verbrennungskraftmaschine (1) in einem Knotenpunkt zusammengeführt ist, daß im Bereich des Knotenpunktes eine Pumpvorrichtung zur Förderung des Kühlmittels in Hauptströmungsrichtung (9) angeordnet ist und daß in Hauptströmungsrichtung (9) zwischen Kondensationskühleraustritt und Pumpvorrichtung ein Druckregelventil (10) angeordnet ist.
2. Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Pumpvorrichtung durch ein Venturirohr (8) gebildet ist und daß in das Venturirohr (8) im Bereich des geringsten Durchtrittsquerschnittes Kondensat einspeisbar ist.
3. Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Venturirohr (8) durch ein T-förmiges Leitungsbündellement gebildet ist.

4. Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Ausdehnungsbehälter (4) und ein mit einer Entlüftung versehene Befüllstutzen (15) zu einer Baueinheit zusammengefaßt und über eine Verbindungsleitung (21) flüssigkeitsleitend aneinander festgelegt sind. 5
5. Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß im in der Verbindungsleitung (21) eine Drossel (22) angeordnet ist, die den Flüssigkeitsdurchtritt vom Befüllstutzen (15) in Richtung des Ausgleichsbehälters (4) begrenzt. 10
6. Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Ausdehnungsbehälter (4) durch eine Trennmembran (23) in eine flüssiges Kühlmittel enthaltenden Raum (16) und einen Ausdehnungsraum unterteilt ist, daß der Ausdehnungsraum über eine Entlüftungsöffnung mit der Atmosphäre verbunden ist und daß die Trennmembran (23) nur durch den Atmosphärendruck beaufschlagbar ist. 15 20 25
7. Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Trennmembran (23) während der Befüllung des Kühlsystems (2) mit flüssigem Kühlmittel am unteren Todpunkt des Ausdehnungsbehälters (4) anlegbar ist. 30
8. Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß im Kühlsystem (2) eine Fahrzeuginnenraumheizung (12) angeordnet ist und daß die Fahrzeuginnenraumheizung in einer während der bestimmungsgemäßen Verwendung der Verbrennungskraftmaschine nur mit Dampf gefüllten Zone des Kühlsystems (2) angeordnet ist. 35 40
9. Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß das flüssige Kühlmittel im Bereich des Zylinderkopfes (24) der Verbrennungskraftmaschine einspeisbar ist und daß die Verbrennungskraftmaschine als Abscheider ausgebildet ist. 45

50

55

Fig. 1

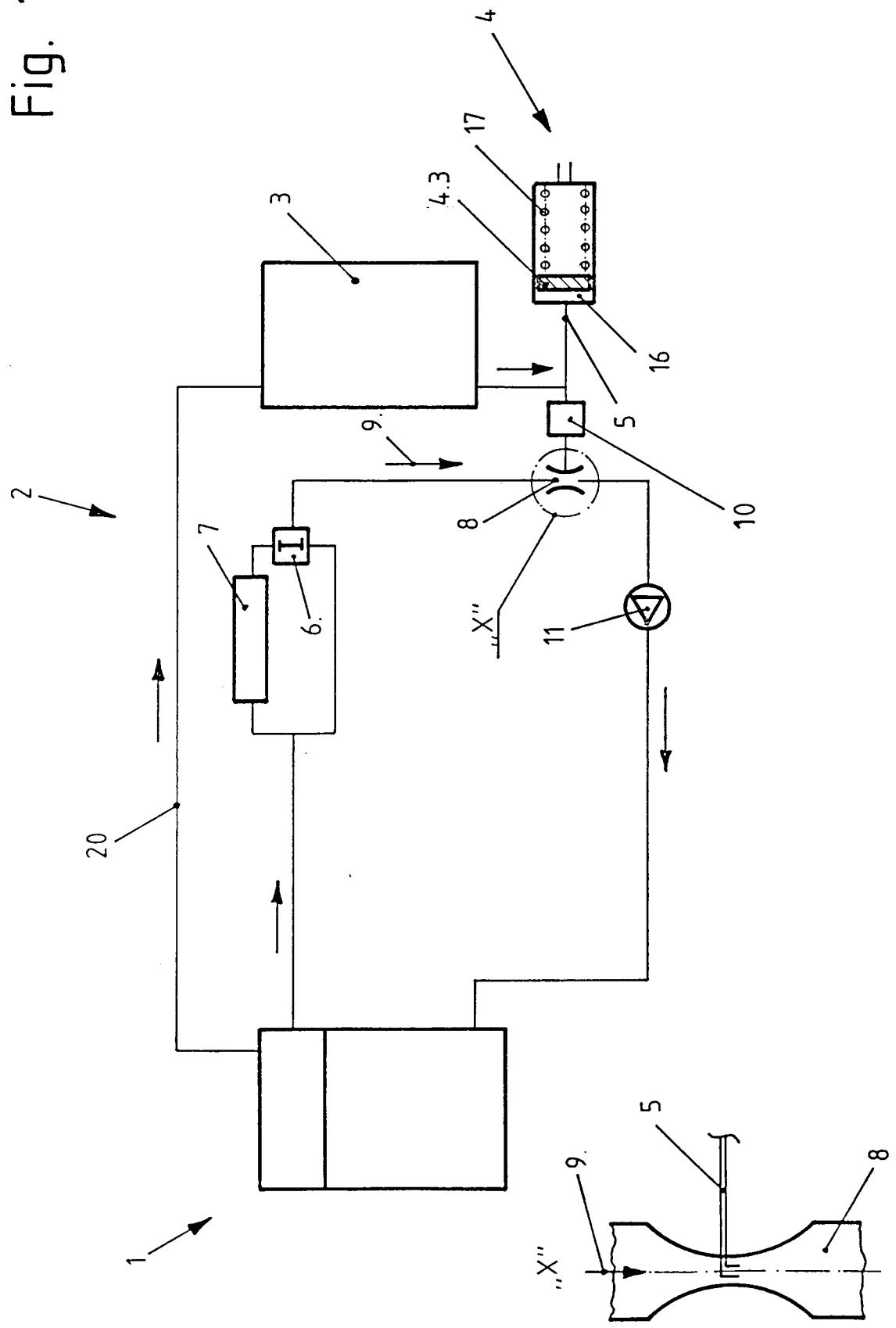


Fig. 2

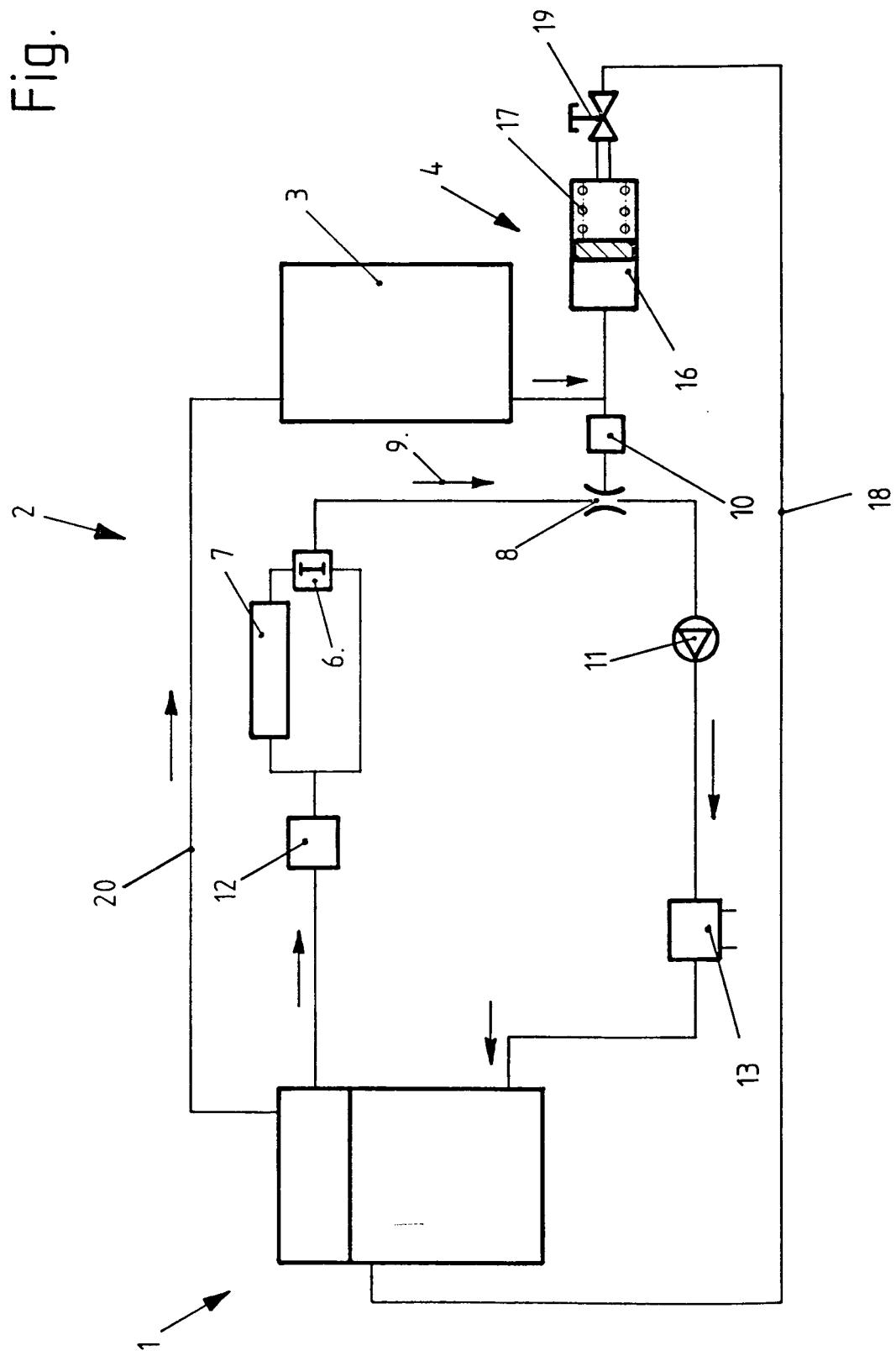


Fig. 3

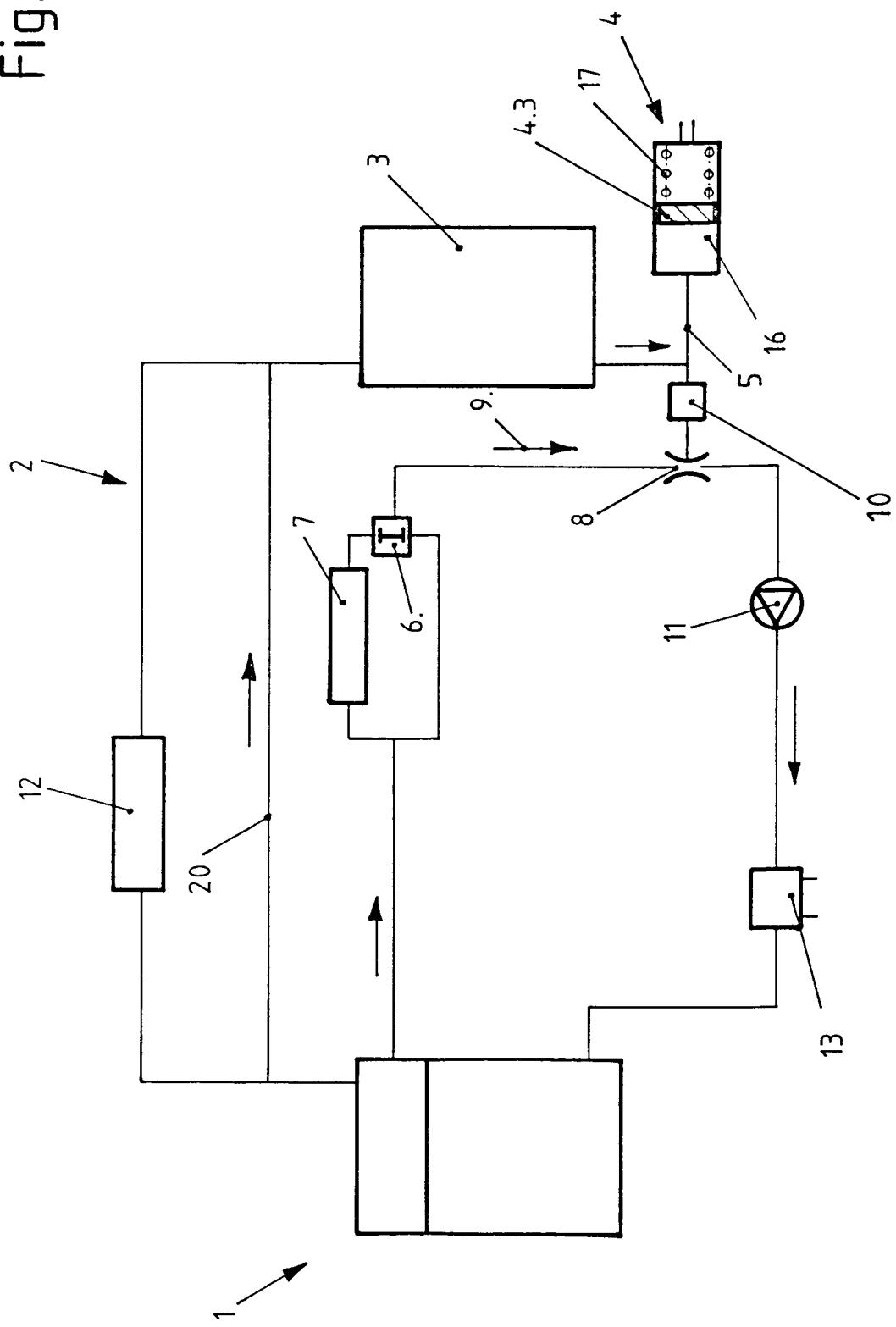
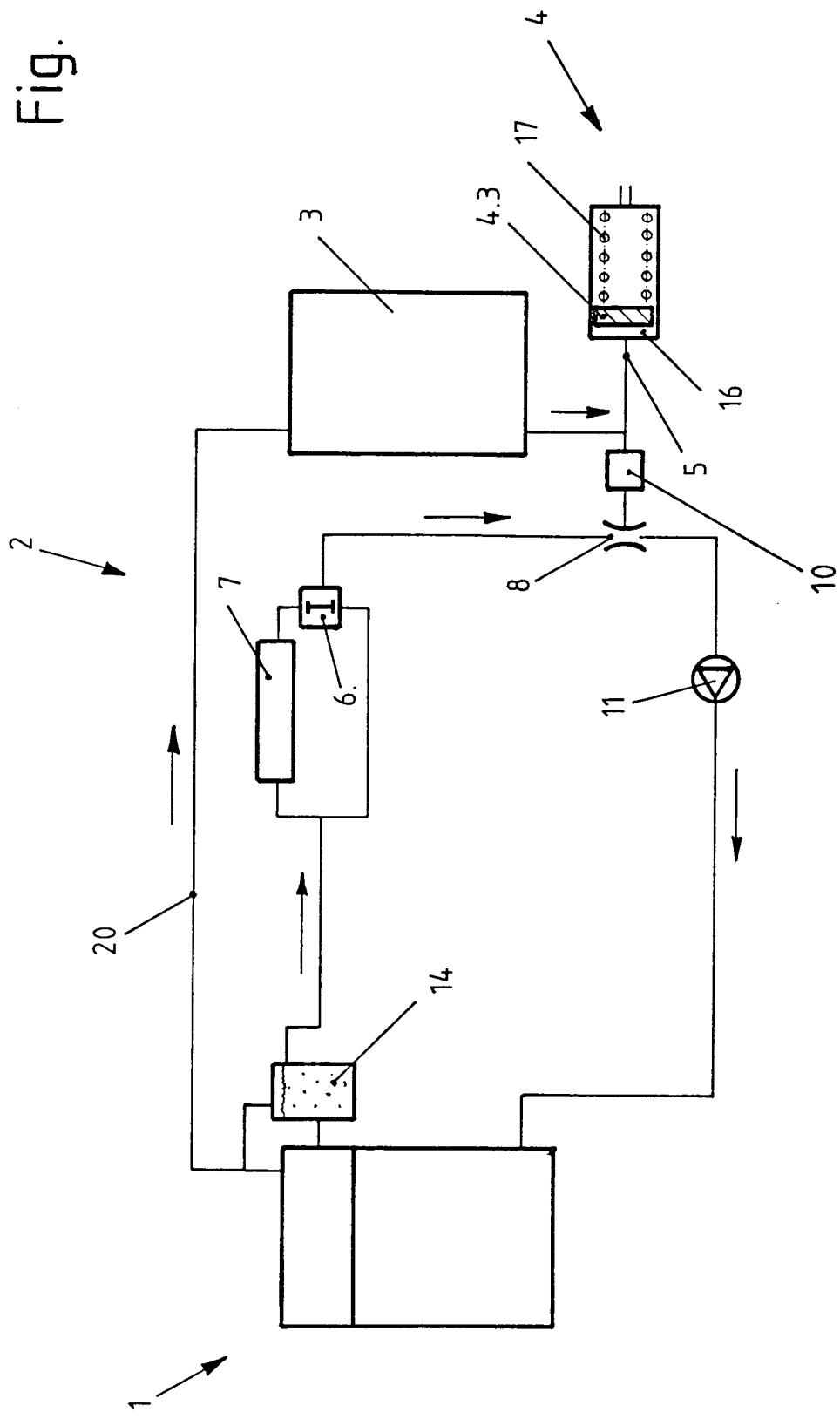


Fig. 4



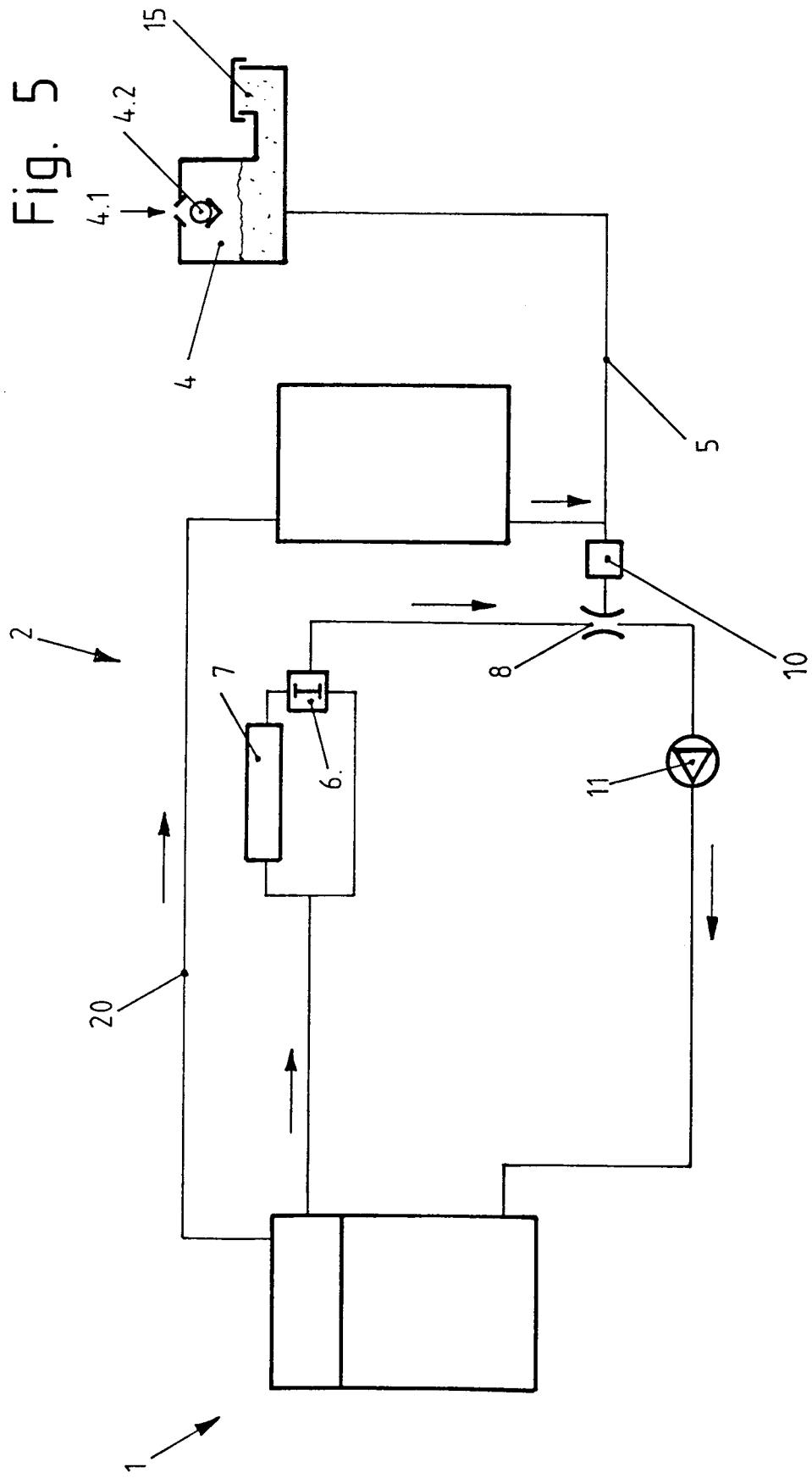
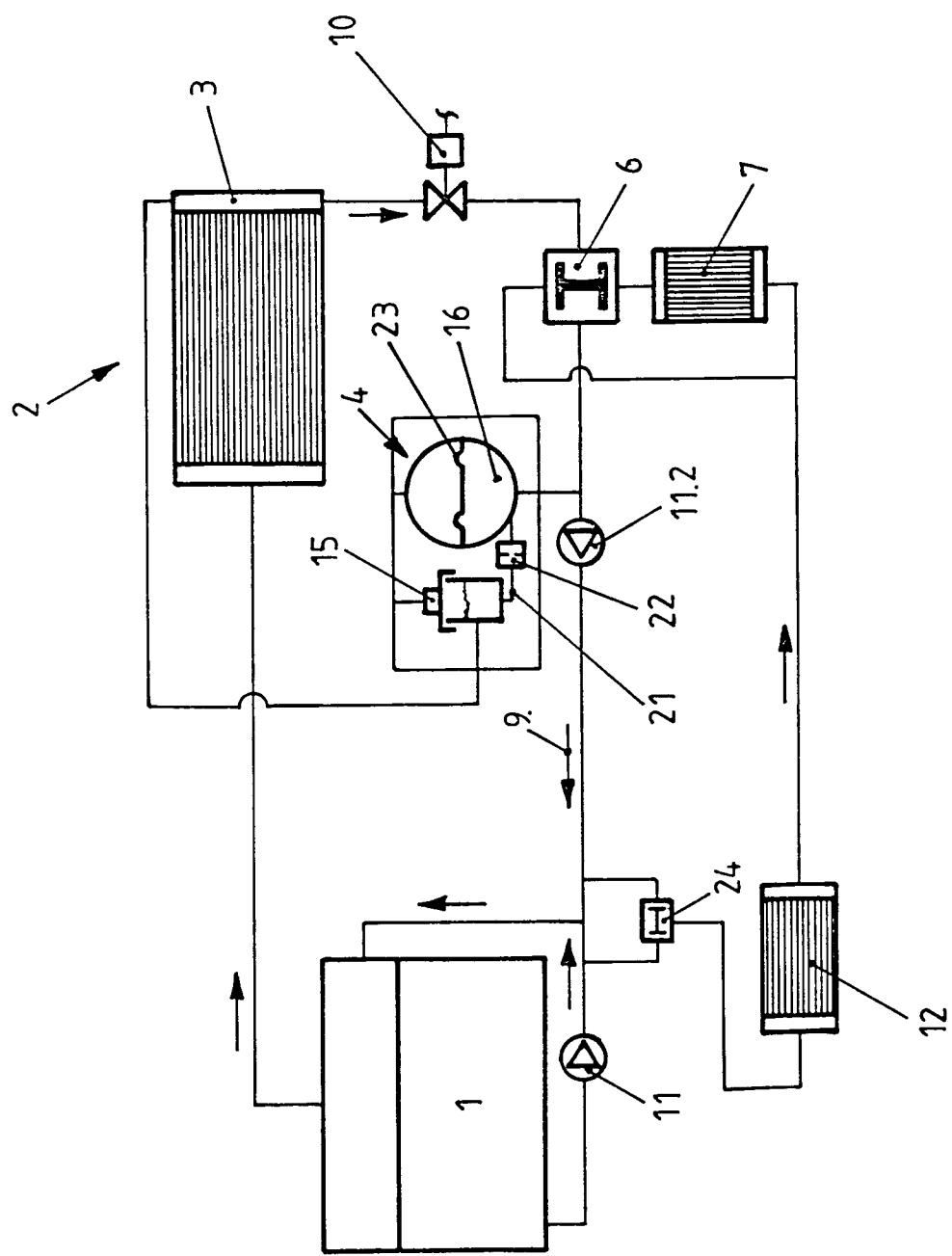


Fig. 6





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 92 10 8472

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE																		
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betreff Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)															
A	DE-C-696 350 (HEINKEL) * das ganze Dokument * ---	1	F01P3/22 F01P11/02															
A	US-A-4 550 694 (EVANS) * das ganze Dokument * ---	1																
A, D	US-A-4 648 356 (HAYASHI) * Zusammenfassung; Abbildung 4 * ---	1																
A	US-A-2 417 591 (LEVESQUE DU ROSTU) * das ganze Dokument * ---	1-3																
A	GB-A-328 664 (FOUTZ) * das ganze Dokument * -----	1-3																
RECHERCHIERTE SACHGEBiete (Int. Cl.5)																		
F01P																		
<p>Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">Recherchenort</td> <td style="width: 33%;">Abschlußdatum der Recherche</td> <td style="width: 34%;">Prüfer</td> </tr> <tr> <td>DEN HAAG</td> <td>09 DEZEMBER 1992</td> <td>KOOIJMAN F.G.M.</td> </tr> <tr> <td colspan="3"> KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE </td> </tr> <tr> <td colspan="3"> X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur </td> </tr> <tr> <td colspan="3"> T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmelde datum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument </td> </tr> </table>				Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	DEN HAAG	09 DEZEMBER 1992	KOOIJMAN F.G.M.	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 : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmelde datum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument		
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer																
DEN HAAG	09 DEZEMBER 1992	KOOIJMAN F.G.M.																
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 : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur																		
T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmelde datum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument																		