

WO 9606748A1

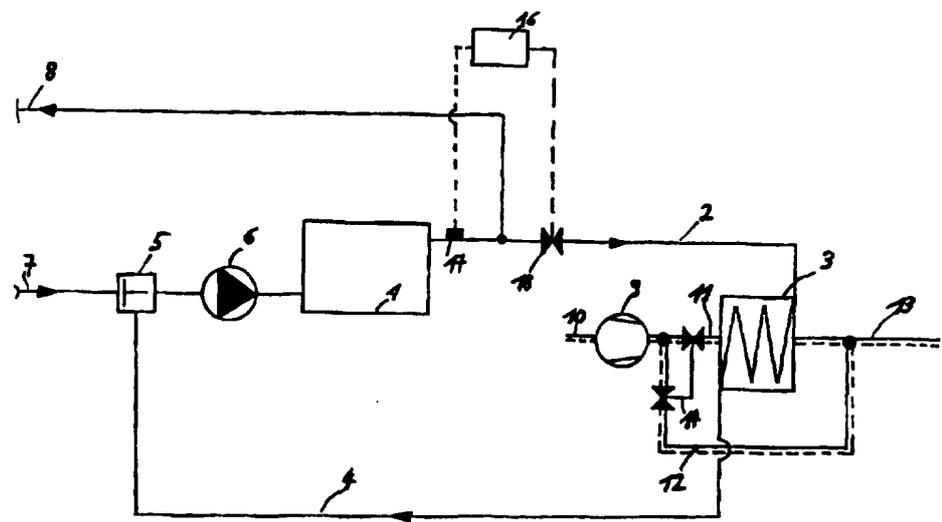
<p>(51) Internationale Patentklassifikation ⁶ : B60H 1/08, 1/00, F01P 3/20</p>	<p>A1</p>	<p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 96/06748 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 7. März 1996 (07.03.96)</p>
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE95/01149 (22) Internationales Anmeldedatum: 25. August 1995 (25.08.95) (30) Prioritätsdaten: P 44 31 107.9 1. September 1994 (01.09.94) DE P 44 31 191.5 1. September 1994 (01.09.94) DE P 44 31 192.3 1. September 1994 (01.09.94) DE (71)(72) Anmelder und Erfinder: HIMMELSBACH, Johann [DE/DE]; Kalkofen 11, D-51789 Lindlar (DE). (74) Anwälte: LIPPERT, H.-J. usw.; Frankenforster Strasse 135- 137, D-51427 Bergisch Gladbach (DE).</p>	<p>(81) Bestimmungsstaaten: AM, AU, BB, BG, BR, BY, CA, CN, CZ, EE, FI, GE, HU, IS, JP, KG, KP, KR, KZ, LK, LR, LT, LV, MD, MG, MK, MN, MX, NO, NZ, PL, RO, RU, SG, SI, SK, TJ, TM, TT, UA, US, UZ, VN, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, ML, MR, NE, SN, TD, TG), ARIPO Patent (KE, MW, SD, SZ, UG). Veröffentlicht Mit internationalem Recherchenbericht.</p>	

(54) Title: MOTOR VEHICLE HEAT EXCHANGER

(54) Bezeichnung: KFZ-WÄRMETAUSCHER

(57) Abstract

The invention relates to a process for heating the passenger compartments of motor vehicles by means of the heat given off by the engine (1) via the coolant which is taken back to the engine (1) through coolant pipes via a heat exchanger to heat the passenger compartment, and a device for implementing the process. The heating power provided for the passenger compartment can be markedly increased by the use of a counterflow heat exchanger (3) and reducing the coolant flow through the engine (1) and/or the heat exchanger (3) by a proportion determined by the permissible boundary values of the engine cooling. A counterflow characteristic can be obtained, in particular, by the series connection of conventional cross-flow heat exchangers. Further improvements are possible by specially designing the heat exchanger fins and the dimensions and insulation of the coolant pipes (2, 4). The process of the invention is particularly applicable to additional heat sources fitted upstream of the passenger compartment heat exchanger.



Further improvements are possible by specially designing the heat exchanger fins and the dimensions and insulation of the coolant pipes (2, 4). The process of the invention is particularly applicable to additional heat sources fitted upstream of the passenger compartment heat exchanger.

(57) Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Beheizung der Kabine von Kraftfahrzeugen mit der Abwärme des Antriebsmotors (1) über das Kühlmedium, welches zur Erwärmung der Fahrgastzelle in Kühlmittelleitungen über einen Kabinewärmetauscher (3) zum Motor (1) zurückgeführt wird, sowie eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens. Durch Verwendung eines Kabinewärmetauschers (3) mit Gegenstromcharakteristik und Reduzierung des Kühlmittelmassenstromes durch Motor (1) und/oder Kabinewärmetauscher (3) in Richtung auf ein durch die zulässigen Grenzwerte der Motorkühlung bestimmtes Maß kann die an die Fahrgastkabine abgegebene Heizleistung deutlich gesteigert werden. Dabei ist insbesondere durch Reihenschaltung herkömmlicher Querstromwärmetauscher eine Gegenstromcharakteristik erzielbar. Durch besondere Ausgestaltung der Wärmeübertragungsrippen sowie der Dimensionierung und Isolierung der kühlmittelführenden Rohre (2, 4) sind weitere Verbesserungen möglich. Das erfindungsgemäße Verfahren ist insbesondere auch bei zusätzlichen, dem Kabinewärmetauscher vorgeschalteten Wärmequellen einsetzbar.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT	Österreich	GA	Gabon	MR	Mauretanien
AU	Australien	GB	Vereinigtes Königreich	MW	Malawi
BB	Barbados	GE	Georgien	NE	Niger
BE	Belgien	GN	Guinea	NL	Niederlande
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	NO	Norwegen
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	NZ	Neuseeland
BJ	Benin	IE	Irland	PL	Polen
BR	Brasilien	IT	Italien	PT	Portugal
BY	Belarus	JP	Japan	RO	Rumänien
CA	Kanada	KE	Kenya	RU	Russische Föderation
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KG	Kirgisistan	SD	Sudan
CG	Kongo	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SE	Schweden
CH	Schweiz	KR	Republik Korea	SI	Slowenien
CI	Côte d'Ivoire	KZ	Kasachstan	SK	Slowakei
CM	Kamerun	LJ	Liechtenstein	SN	Senegal
CN	China	LK	Sri Lanka	TD	Tschad
CS	Tschechoslowakei	LU	Luxemburg	TG	Togo
CZ	Tschechische Republik	LV	Lettland	TJ	Tadschikistan
DE	Deutschland	MC	Monaco	TT	Trinidad und Tobago
DK	Dänemark	MD	Republik Moldau	UA	Ukraine
ES	Spanien	MG	Madagaskar	US	Vereinigte Staaten von Amerika
FI	Finnland	ML	Mali	UZ	Usbekistan
FR	Frankreich	MN	Mongolei	VN	Vietnam

KFZ-Wärmetauscher

5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Beheizung der Kabine von Kraftfahrzeugen mit der Abwärme des Antriebsmotors über das flüssige oder gasförmige Kühlmittel, welches zur Erwärmung der Fahrgastzelle in Kühlmittelleitungen über einen Kabinenwärmetauscher und dann zurück zum Motor geleitet wird, sowie eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

10 Vor dem Hintergrund ständiger Verbesserungen der Wirkungsgrade von Verbrennungsmotor, Antriebstechnik und Aerodynamik im Kraftfahrzeugbau wird anhand einfacher thermodynamischer Überlegungen sehr schnell klar, daß in Zukunft wesentlich effizienter bei der Verwendung der Abwärme aus dem Antriebsmotor für Heizzwecke, insbesondere bei der Beheizung der Fahrgastzelle, umgegangen werden muß.

15 Je nach Wirkungsgrad und Fahrsituation weisen bei extremen klimatischen Bedingungen bereits heute am Markt befindliche Fahrzeuge mit hocheffizienten Dieselmotoren Probleme bei der Beheizung der Kabine auf: Neben einem sehr langsamen Aufheizen von Motor und Kabine reicht im Fahrbetrieb mit geringer Last die Heizleistung auch nach längerer Fahrt oftmals nicht aus, um ein komfortables Klima in der Kabine zu erreichen.

20 Deshalb versuchen einige Kraftfahrzeughersteller dieses Heizleistungsdefizit durch eine zusätzliche, kraftstoffbefeuerte bzw. elektrisch beheizte Wärmequelle zu beheben, da lediglich durch Optimierung des Kühlmittelsystems eine hinreichende Heizleistung für die Kabine nicht bereit gestellt werden konnte. Dies verwundert zunächst nicht, sind doch die derzeit am Markt befindlichen Kühlmittel-/Heizsysteme das Resultat langjähriger Optimierung unter Variation von Kühlmittel-, Frischluft- und Umluftmassenströmen und unter Variation von Geometrie und Anordnung der Kabinenwärmetauscher und Regelventile.

Desweiteren können die Wärmeverluste an die Umgebung beispielsweise durch die thermische Kapselung des Motors, die Verbesserung der Isolation der Kabine, die Rückgewinnung von Wärme aus dem Abgas, durch eine Erhöhung des Umluftmassenstroms in der Kabine oder gar durch die Rückgewinnung der Wärmemenge, die in der aus der Kabine in die Umgebung austretenden Luft noch enthalten ist, über einen Abluft/Frischluf-Wärmetauscher, reduziert werden, so daß auf den Einsatz von zusätzlichen Heizsystemen oder zusätzlicher Heizenergie zumindest teilweise verzichtet werden kann.

Diese Maßnahmen sind jedoch mit erheblichen Zusatzkosten verbunden, was sie speziell für kleinere Fahrzeuge unattraktiv macht. Durch die geringe Masse hat aber gerade diese Fahrzeugklasse in Verbindung mit hocheffizienten Motoren bereits heute einen sehr geringen Kraftstoffverbrauch und somit auch wenig Abwärme für Heizzwecke.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, für Kraftfahrzeuge mit kühlmittelbeheizter Kabine ein effizientes und kostengünstiges Verfahren zur Reduzierung der Wärmeverluste an die Umgebung zu schaffen, so daß möglichst wenig zusätzliche Heizenergie für die Beheizung der Kabine erforderlich ist, wobei nach Möglichkeit zugleich die Aufheizdauer des Motors reduziert und beim stationären Fahrbetrieb eine Unterkühlung des Motors vermieden werden soll und zugleich möglichst wenig Änderungen an bestehenden Fahrzeugkomponenten vorzunehmen sind.

Darüber hinaus soll eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens geschaffen werden, die möglichst einfach und kostengünstig herstellbar und einsetzbar ist.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß ein Kabinenwärmetauscher mit Gegenstromcharakteristik verwendet wird und daß der Kühlmittelmassenstrom durch Motor und/oder Kabinenwärmetauscher zur Steigerung der an die Kabine abgegebenen Heizleistung zumindest zeitweise in Richtung auf ein durch die

zulässigen Grenzwerte der Motorkühlung bestimmtes Maß reduziert wird.

5 Die Grenzwerte der Motorkühlung und damit die der potentiellen
Reduktion des Kühlmittelmassenstromes sind bekanntermaßen
durch den maximal zulässigen Druck bzw. die maximal zulässige
Temperatur im Kühlsystem, die vom Motor abzuführende Wärme-
menge, die Umgebungstemperatur, die Temperatur des Kühlmittels
10 beim Eintritt in den Motor sowie die spezifische Wärmekapazi-
tät des Kühlmittels festgelegt.

Bei herkömmlichen Querstrom-Kabinenheizsystemen beträgt zwecks
Optimierung hinsichtlich Temperaturverteilung im Motor, Tempe-
ratur der Brennraumwände, Strömungsgeschwindigkeit des Kühl-
15 mittels sowie hinsichtlich der Wärmeübertragungsleistung an
die Kabinenluft der Kühlmittelmassenstrom durch den Motor
unabhängig von der in der Kabine erforderlichen Heizleistung,
in vielen Betriebssituationen ein Vielfaches, oftmals mehr als
das Zehnfache, des für die Motorkühlung erforderlichen Wertes.
20 Dies gilt auch für die Kühlmittelmassenströme durch den Kabi-
nenwärmetauscher bei geschlossenem Thermostaten im winterli-
chen Fahrbetrieb.

Darüber hinaus herrscht in der Fachwelt Einigkeit darüber, daß
25 ab einer bestimmten Grenze weder eine Erhöhung des Kühlmittel-
massenstromes noch der Wärmetauscherfläche eine merkliche
Verbesserung der Heizleistung in der Kabine bewirkt. Die Luft-
temperatur am Kabinenwärmetauscheraustritt ist in der "Sätti-
gung".

30 Die erfindungsgemäße Reduktion des Kühlmittelmassenstromes
durch Motor und/oder Kabinenwärmetauscher ist jedoch überaus
zweckmäßig, da zusätzlich zum Wärmeübergang zwischen Motor und
Kühlmittel, Kühlmittel und Kabinenwärmetauscherberippung sowie
35 Kühlmittelwärmetauscherberippung und Kabinenluft auch die
Verluste an die Umgebung zu berücksichtigen sind, was bisher
nicht erfolgt ist.

Bei den bisher bekannten Kabinenheizsystemen mit Querstromkabinenwärmetauschern liegen teilweise Differenzen der Kühlmitteltemperaturen am Motorein- und -austritt von weniger als 10 K vor. Das gleiche gilt bei warmem Motor auch am Kabinenwärmetauscher. Dabei kann die Temperaturdifferenz zwischen Motorein- und -austritt bei Kühlmittelsystemen mit parallel zum kleinen Kühlmittelkreislauf liegendem Kabinenwärmetauscher noch wesentlich geringer sein.

10 Dies begründet die bisherige Auffassung, daß ein Gegenstrom-Kabinenwärmetauscher kaum Vorteile bringt, da hier die Lufttemperatur am Austritt aus dem Kabinenwärmetauscher nahe der "Sättigung" liegt, d.h. die Lufttemperatur fast so hoch ist, wie die Kühlmitteltemperatur. So kann bei kühlmittelseitigem
15 Temperaturabfall von 10 K bei einem Gegenstrom- anstelle eines Querstrom-Kabinenwärmetauschers lediglich mit einer Erhöhung der Lufttemperatur am Wärmetauscheraustritt in der Größenordnung von 5 K gerechnet werden. Dies rechtfertigt die deutlich höheren Kosten der Gegenstrombauart in Kraftfahrzeuganwendungen nicht. Darüber hinaus treten unnötig hohe
20 Wärmeverluste in den vom Kabinenwärmetauscher zum Motor zurückführenden Kühlmittleitungen, in der Kühlmittelpumpe und im Kurbelgehäuse des Motors auf. Speziell das Kurbelgehäuse gibt nicht nur über eine große Fläche Wärme ab, sondern hat
25 zusätzlich an der Motoraufhängung und den angeflanschten Komponenten noch weitere "Wärmebrücken".

Wird jedoch erfindungsgemäß gleichzeitig der Kühlmittelmassenstrom z.B. um den Faktor 5 reduziert, so erhöht sich der
30 Temperaturabfall am Kabinenwärmetauscher von 10 K auf 50 K, während sich die Luftaustrittstemperatur kaum ändert, d.h. es liegt zunächst eine unveränderte Heizleistung in der Kabine vor. Die Wärmeverluste auf dem Strömungsweg vom Kabinenwärmetauscher-Austritt zum Motor sind hierdurch jedoch drastisch
35 reduziert. Eine zusätzliche Verbesserung der Isolierung der zum Kabinenwärmetauscher führenden Kühlmittleitung und/oder deren Querschnittsreduzierung, welche bei reduziertem Kühlmittelmassenstrom problemlos möglich ist, führt zu einer wei-

teren Reduktion der Wärmeverluste an die Umgebung. Die zum Motor zurückführende Kühlmittelleitung ist in diesem Zusammenhang aufgrund des reduzierten Temperaturniveaus von untergeordneter Bedeutung.

5

Wesentlich ist nun für das erfindungsgemäße Verfahren, daß aufgrund der Reduktion der Wärmeverluste an die Umgebung in Verbindung mit der unveränderten Abwärme aus dem Verbrennungsprozeß eine Erhöhung der Motoraustrittstemperatur des Kühlmittels erfolgt und hierdurch auch die Heizleistung des Kabinenwärmetauschers deutlich erhöht ist, da diese - unabhängig vom Kühlmittelmassenstrom - in erster Näherung direkt proportional zur Kühlmittelleintrittstemperatur ist, solange Systeme betrachtet werden, bei denen die Kabinenluft temperatureseitig in die "Sättigung" geht. Eine Temperaturerhöhung im Bereich des Zylinderkopfes und in der zum Kabinenwärmetauscher führenden Kühlmittelleitung wird durch die Reduktion der Verluste bei weitem überkompensiert. Letztlich ist der Temperaturabfall am Kabinenwärmetauscher durch die Reduktion des Kühlmitteldurchsatzes um den Faktor 5 nicht von 10 auf 50 K angestiegen, sondern beispielsweise von 10 auf 60 K.

Negative Auswirkungen des erfindungsgemäßen Verfahrens auf den Verbrennungsprozeß bzw. die Schadstoffemissionen des Motors sind nicht zu erwarten. Im Gegenteil, in unmittelbarer Nähe der Brennraumwände liegt eine höhere Kühlmitteltemperatur vor als bei der Ausgangsanordnung.

Mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens ist nicht nur eine Steigerung der maximalen Heizleistung unter extremer Winterkälte, sondern in vielen Fahrsituationen mit Kabinenbeheizung auch eine Verkürzung der Aufheizdauer des Motors zu erzielen.

Es ist jedoch nicht immer zweckmäßig, möglichst viel Heizleistung auf die Kabine zu konzentrieren. Bei geringem Heizleistungsbedarf kann die erfindungsgemäße Reduktion des Kühlmittelmassenstromes eine zu hohe Kühlmittelaustrittstemperatur aus dem Motor bedingen, was zu folgenden unerwünschten Effek-

ten führen kann:

- 5 - lokale Überhitzung innerhalb des Motors, Dampfblasenbildung,
- überhöhte Wärmeverluste an die Umgebung durch hohe Kühlmitteltemperatur im gesamten Kühlmittelkreislauf,
- 10 - drastisch erhöhte Wärmeverluste an die Umgebung durch Öffnen des Thermostaten für den großen Kühlmittelkreislauf,
- unnötige Erhöhung der Pumpleistung der Kühlmittelpumpe.

15 In derartigen Betriebszuständen ist es zweckmäßig, die Reduktion des Kühlmittelmassenstromes ganz oder zumindest teilweise aufzuheben.

20 Zur Definition bzw. zur Erfassung des Zeitpunktes, ab welchem die Konzentration der Abwärme auf die Kabine nicht mehr zweckmäßig ist, sind unterschiedliche Regelstrategien denkbar. Mittels eines manuell zu betätigenden Schalters kann z.B. im Winter die Option "Maximale Heizleistung" über ein Ventil im Kühlmittelkreislauf eingestellt werden. Es kann aber auch eine
25 automatische Festlegung des Kühlmittelmassenstromes durch Schalt- oder Regelventile erfolgen, die beispielsweise beim Überschreiten einer bestimmten Umgebungstemperatur aktiviert werden. Desweiteren kann der Lastzustand des Motors mittels Schaltungen erfaßt und die Reduktion des Kühlmittelmassenstromes beim Überschreiten einer Grenzlast oder einer Grenzdrehzahl, beispielsweise Überschreiten von $2/3$ der Nenndrehzahl oder $2/3$ des Nenndrehmomentes, aufgehoben werden. Diese Maßnahme wird zweckmäßigerweise parallel zur Erfassung des Heizbedarfs, beispielsweise über die Kühlmitteltemperatur oder
30 die Umgebungstemperatur, angewandt. Da die angesprochenen Meß- bzw. Regelgrößen für die Motorregelung ohnehin erfaßt werden müssen, bietet sich hier eine Einbindung ins Motormanagement an.

Eine weitere Regelstrategie ist z.B. die Erfassung der Temperaturdifferenz des Kühlmittels zwischen Motoraus- und -eintritt. Durch die Erfassung dieser Größe kann beispielsweise vermieden werden, daß überhöhte mechanische Spannungen durch Temperaturgradienten im Motorblock entstehen. Indirekt kann durch das Abschalten ab einer vorgebenen Temperaturdifferenz auch eine zu hohe Temperatur im Motor verhindert werden.

Das Überhitzen des Motors bzw. das Öffnen des Thermostaten für den großen Kühlmittelkreislauf kann durch Messung der Kühlmitteltemperatur am Motoraustritt, des Dampfdrucks im Kühlmittel oder durch die Erfassung der Druckpulsation im kleinen Kühlkreislauf vermieden werden. In der einfachsten Ausgestaltung ist die Reduktion des Kühlmittelmassenstromes aufzuheben, sobald die angesprochenen Meßgrößen einen Grenzwert überschreiten. Es sind aber auch feinfühligere Anwendungen mit Regelung des Kühlmittelmassenstromes denkbar.

Zur Erzielung hoher Heizleistungssteigerungen ist es zweckmäßig, den Kühlmittelmassenstrom möglichst stark zu reduzieren. Im Extremfall kann so die Austrittstemperatur des Kühlmittels aus dem Gegenstromkabinenwärmetauscher nahe der Umgebungstemperatur liegen, wodurch sich die geringsten Wärmeverluste an die Umgebung ergeben. Hierzu ist es zweckmäßig, den Kühlmittelmassenstrom in Abhängigkeit von der Kühlmitteltemperatur am Wärmetauscheraustritt oder der Differenz zur Umgebungstemperatur zu regeln. Wie groß diese Temperaturdifferenz zur Umgebungstemperatur oder das absolute Temperaturniveau letztendlich sind, hängt davon ab, ob eine zusätzliche Kontrolleinheit zur Überwachung des Motors auf lokale Überhitzung vorhanden ist. Bei Einhalten eines gewissen Sicherheitsabstandes kann u.U. auf diese verzichtet werden, so daß sich entsprechende Kosten einsparen lassen.

Mit dem Absenken der Kühlmitteltemperatur am Motoreintritt ist neben den thermischen Spannungen auch auf die erforderliche Öltemperatur zu achten. Diese ist aus energetischen Gründen von Bedeutung sowie um erhöhten Verschleiß zu vermeiden. Des-

halb kann es vorteilhaft sein, einen Teil der erhöhten Kühlmitteltemperatur am Motorausstritt gezielt zur Beheizung des Motoröls einzusetzen. Hierzu ist ein Ölwärmetauscher im Bereich des Kühlmittelaustritts zweckmäßig.

5

Wie eine vollständige Energiebilanz am Kraftfahrzeug zeigt, ist die erfindungsgemäße Reduktion des Kühlmittelmassenstromes durch Motor und Kabinenwärmetauscher in Verbindung mit einem Gegenstrom-Kabinenwärmetauscher eine sehr effektive Maßnahme, um die Heizleistung in der Kabine - auf dem Umweg über die Reduktion der Wärmeverluste an die Umgebung - zu steigern, wobei aber auch bei Reduzierung des Kühlmittelmassenstromes lediglich durch den Motor bereits eine deutliche Verbesserung der Kabinenheizleistung unter Reduzierung der Verluste an die Umgebung möglich ist, da hierdurch die Kühlmitteltemperatur auf einen erhöhten Wert ansteigt. Dies führt zu einem nahezu linearen Anstieg der für das Kraftfahrzeug genutzten Kabinenheizleistung. Eine potentielle Erhöhung der Verluste der Vorlaufleitung zum Kabinenwärmetauscher an die Umgebung wird durch den erhöhten Wärmeentzug aus dem Kühlmittel, der sich sowohl aus der Erhöhung der Vorlauftemperatur als auch durch die Gegenstromanordnung ergibt, kompensiert, wobei durch Verkleinerung des Durchmesser der Vorlaufleitung die Wärmeverluste weiter verkleinert werden können.

25

Wie bereits beschrieben, befindet sich beim erfindungsgemäßen Verfahren die Lufttemperatur am Austritt aus dem Kabinenwärmetauscher auf einem erhöhten Niveau, was mit einer Steigerung der Heizleistung des Kabinenwärmetauschers gleichzusetzen ist.

30

Der Komfort in der Kabine ist aber nicht durch die Heizleistung des Kabinenwärmetauschers, sondern maßgeblich durch die Temperatur und die Luftfeuchtigkeit in der Kabine bestimmt. Als Zielwert für die Lufttemperatur in der Kabine sind bei winterlichen Temperaturen etwa 20 - 30 °C anzusehen, was für Fahrzeuge ohne Umluft bedeutet, daß der gesamte Luftmassenstrom die Kabine mit dieser Temperatur verläßt. Bei einer Umgebungstemperatur von -20 °C und einer Lufttemperatur

35

am Austritt des Kabinenwärmetauschers von +50 °C bedeutet eine Ablufttemperatur von +25 °C, einen Wärmenutzungsgrad in der Kabine von 35,7%.

5 Bei unverändertem Luftmassenstrom bedeutet z.B. die mit Hilfe
der erfindungsgemäßen Reduktion der Wärmeverluste sicher mög-
liche Anhebung der Lufttemperatur am Kabinenwärmetauscheraus-
tritt von 50 °C auf 60 °C nicht nur eine Steigerung der Heiz-
leistung des Kabinenwärmetauschers um 14,3 %, sondern es
10 eröffnet sich durch die entsprechende Reduktion des Frisch-
luftmassenstroms zusätzlich ein Verbesserungspotential des
Wärmenutzungsgrades in der Kabine auf 43,8 %. Trotz einer ge-
steigerten Kabinenheizleistung wird bei entsprechender Re-
duktion des Frischluftmassenstroms somit immer noch weniger
15 Wärme aus dem Motorkühlkreislauf entzogen, als bei heute üb-
lichen kühlmittelbeheizten Fahrzeugkabinen. Diese Einsparungen
wirken sich über eine entsprechende Erhöhung der Rücklauf-
temperatur des Kühlmittels zum Motor wiederum auf die Motor-
austrittstemperatur aus und diese wieder auf die Effizienz des
20 Kabinenwärmetauschers etc.

Der Spielraum für derartige Maßnahmen ist durch die maximal
zulässige Kühlmitteltemperatur sowie durch den erforderlichen
Mindestluftdurchsatz durch die Kabine begrenzt. Dieser richtet
25 sich bei heutigen Kraftfahrzeugen in erster Linie nach der
erforderlichen Geschwindigkeit bzw. dem Austrittsimpuls der
Luft an den Düsen, um die Fenster vor dem Beschlagen zu schüt-
zen, dem erforderlichen Massenstrom, um die Luftfeuchtigkeit
abzutransportieren, die von den Fahrgästen herrührt, sowie dem
30 Luftmassenstrom, um dem Kühlmittel hinreichend Wärme für die
Kabine zu entziehen. Weiterhin bestimmen Geräuschprobleme und
die bei zu hoher Geschwindigkeit als "Zug" empfundene Luft-
strömung den Massendurchsatz.

35 Die potentielle Reduktion des Frischluftmassenstroms in Ver-
bindung mit der erfindungsgemäßen Reduktion des Kühlmittelmas-
senstromes durch den Motor bzw. durch den Gegenstromwärmetau-
scher ist unter der Berücksichtigung dieser Randbedingungen in

erster Linie durch die Gefahr des Beschlagens der Windschutzscheibe begrenzt. Speziell durch die hohen Temperaturen der Luft am Düsenaustritt der Windschutzscheibenentfrostung wird der Effekt der geringeren Luftgeschwindigkeit bzw. des geringeren Luftmassenstroms aber weitgehend kompensiert. Bei Systemen mit Umluft kann auch eine Anpassung der Austrittsgeschwindigkeit der Luft zur Vermeidung des Beschlagens der Windschutzscheibe erfolgen.

10 Unter Berücksichtigung der im praktischen Fahrbetrieb zu erwartenden Bereiche für Temperatur und Feuchte der Umgebungsluft und unter Berücksichtigung des Anteils der Luftfeuchtigkeit, der von den Fahrzeuginsassen stammt, läßt sich zeigen, daß die kritischen Zustände "zu hohe Feuchtigkeit der Kabinenluft" und "zu geringe Temperatur der Kabinenluft" zumindest
15 bei warmem Motor normalerweise nicht gleichzeitig auftreten.

Bei extrem tiefen Temperaturen, wo z.T. bereits bisher bekannte Fahrzeuge Heizprobleme haben, ist die Feuchtigkeit der Umgebungsluft so gering, daß nach deren Aufheizen auf eine
20 Temperatur von +25 °C in der Kabine auch bei Reduktion des Frischluftmassenstroms nicht mit dem Beschlagen der Scheiben zu rechnen ist. Umgekehrt ist für Umgebungstemperaturen um 0 °C zwar die Gefahr des Beschlagens deutlich größer, doch
25 reicht dort i.a. die verfügbare Heizleistung ohne besondere Maßnahmen aus, um eine angenehme Kabinentemperatur sicherzustellen. Zur Erfüllung extremer Wärmeforderungen in der Kabine bei tiefen Umgebungstemperaturen ist es daher zweckmäßig, den Frischluftdurchsatz durch den Kabinenwärmetauscher
30 zu reduzieren. Außer manuellen Betätigungseinrichtungen sind hierzu automatische Stellglieder besonders geeignet, die den Frischluftdurchsatz bei Unterschreiten einer bestimmten Umgebungstemperatur oder beim Unterschreiten einer bestimmten Feuchtigkeit der Umgebungsluft reduzieren. Ebenso kann natürlich auch die relative Luftfeuchtigkeit in der Kabine als
35 Signal für die Reduktion des Frischluftdurchsatzes Verwendung finden.

Weitere vorteilhafte Ausführungen des erfindungsgemäßen Verfahrens ergeben sich aus den Unteransprüchen. So kann beispielsweise bei Kraftfahrzeugen mit Elektromotor als Antrieb ein Teil der Heizleistung aus der Regelung der elektrischen Antriebsenergie stammen.

Oftmals weisen Kraftfahrzeuge für eine zusätzliche Beheizung der Fahrzeugkabine Zusatzheizungen auf. In diesen Fällen ist die Zusatzwärme in erster Linie auf die Fahrzeugkabine zu konzentrieren, wobei dies möglichst effizient und kostengünstig, d. h. mit möglichst wenig zusätzlicher Heizenergie aus nicht dem Fahrzeugantrieb dienenden Quellen erfolgen soll, wobei die Aufheizdauer des Motors nach Möglichkeit zu reduzieren und möglichst wenig Änderungen an bestehenden Fahrzeugaufbauten vorzunehmen sind.

Durch Integration der zusätzlichen Wärmequelle in das erfindungsgemäße Verfahren sowie unter Berücksichtigung der bevorzugten Ausführungsformen ist eine besonders effektive Nutzung der Heizleistung der zusätzlichen Wärmequelle möglich.

Bei bisher bekannten Kabinenheizsystemen mit Querstromwärmetauscher erfolgt ohne Einschalten der Zusatzheizung eine mehr oder weniger große Abnahme der Kabinenheizleistung bei Reduktion des Kühlwassermassenstroms. Diese Reduktion führt zunächst zu einer geringfügigen, dann zu einer überproportionalen Absenkung der Austrittstemperatur aus dem Kabinenwärmetauscher, wobei im Gegenzug die Motorausstrittstemperatur des Kühlmittels ansteigt, wodurch die Abnahme der Kabinenheizleistung teilweise kompensiert wird. Über die erhöhte Motortemperatur nehmen die Verluste an die Umgebung stark zu, so daß für eine wirksame Kabinenheizung der bisher bekannten Art ein relativ großer Kühlmitteldurchsatz durch den Kabinenwärmetauscher erforderlich ist. Das Einbringen zusätzlicher Wärme über eine zusätzliche Wärmequelle zwischen Motorausstritt und Kabinenwärmetauscher führt bei einem derartigen Kühlmittelsystem mit hohem Kühlmitteldurchsatz somit nur zu einer geringfügigen Steigerung der Kühlmitteltemperatur und der in der Kabine

wirksamen Heizleistung. Erst über die allmähliche Steigerung der Motortemperatur, die aufgrund hoher Wärmeverluste an die Umgebung sehr ineffizient ist, ergibt sich letztlich eine spürbare Steigerung der Kabinenheizleistung. So gelangen zum
5 Teil nur 50 % der zusätzlich durch die Zusatzheizung eingebrachten Leistung über den Heizungswärmetauscher in die Kabine.

Ist die Verbrennungsmotorabwärme geringer als die über die
10 Zusatzheizung eingespeiste Wärme, so ist die Zweckmäßigkeit der erfindungsgemäßen Reduktion des Kühlmittelmassenstroms offensichtlich: Wird beispielsweise bei einer Motorabwärme von 1 kW der Kühlmittelmassenstrom durch den Kabinenwärmetauscher derart reduziert, daß nach Einbringen von 4 kW Zusatzheizleistung nahezu die Siedetemperatur des Kühlmittels erreicht
15 wird, so resultiert bei dem erfindungsgemäßen Verfahren eine sehr geringe Kühlmittelaustrittstemperatur aus dem Kabinenwärmetauscher, wobei nahezu die gesamte Zusatzwärme sowie die erforderliche Motorkühlleistung von 1 kW für die Kabine genutzt werden. Diese Konstellation ist insbesondere bei Elektrofahrzeugen gegeben, bei denen mittels des erfindungsgemäßen
20 Verfahrens neben der Abwärme des Motors ggfs. auch die Abwärme aus der Leistungsregelung genutzt wird.

Mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens ist somit - ausgehend von einem reduzierten Grundniveau der Motorein- und Austrittstemperatur - bei reduziertem Kühlmittelmassenstrom mittels der Zusatzheizung eine Anhebung der am Kabinenwärmetauscher verfügbaren Kühlmitteltemperatur um einen bestimmten Betrag notwendig. Dies erfordert, verglichen mit bisher bekannten Verfahren, eine nur moderate Steigerung der Kühlmitteltemperatur am Eintritt in den Kabinenwärmetauscher. Dementsprechend ist zur Einhaltung einer vorgegebenen Heizleistung am Kabinenwärmetauscher verglichen mit bisher bekannten Verfahren eine
30 geringere Kühlmitteltemperatur am Motorausritt erforderlich. Hierdurch kann das Verhältnis der Wärmeverluste über die Oberfläche von Motor und Kühlmittelleitungen an die Umgebung verglichen mit der nicht angehobenen Wärmeleistung am Kabinen-

wärmetauscher gegenüber einer Ausführungsform ohne Zusatzheizung drastisch reduziert werden. Letztlich kann somit trotz unveränderter Kabinenheizleistung die Leistung der Zusatzheizung zurückgenommen werden.

5

Auch bei Motoren mit Bypass im Kühlmittelkreislauf ergibt die erfindungsgemäße Reduktion des Kühlmitteldurchsatzes durch Zusatzheizung und Kabinenwärmetauscher eine signifikante Verbesserung. Da sich jedoch aufgrund der Mischung zwischen dem durch die Bypassleitung geförderten Kühlmittelstrom mit dem aus dem Kabinenwärmetauscherzweig stammenden Kühlmittelstrom eine Mischtemperatur am Motoreintritt auf erhöhtem Niveau einstellt, sind die Vorteile gegenüber herkömmlichen Verfahren in diesem Falle etwas geringer.

10

15

Wie bereits beschrieben, basiert das erfindungsgemäße Verfahren auf einer signifikanten Reduktion der Wärmeverluste an die Umgebung. Wird die vom Motor zum Kabinenwärmetauscher sowie die vom Kabinenwärmetauscher zum Motor führende Kühlmittelleitung zusätzlich isoliert und/oder deren Querschnitt reduziert, was bei reduziertem Kühlmitteldurchsatz meist problemlos möglich ist, führt dies zu einer weiteren Reduktion der Wärmeverluste an die Umgebung.

20

25

Die erfindungsgemäße Reduktion des Kühlmitteldurchsatzes durch Zusatzheizung und Kabinenwärmetauscher bzw. durch Motor, welche wie bereits erwähnt über Ventile steuerbar oder auch durch die konstruktive Ausgestaltung der Leitungsquerschnitte vorgenommen werden kann, Zusatzheizung und Kabinenwärmetauscher stellt somit eine sehr effektive Maßnahme dar, um die Heizleistung in der Kabine durch Reduktion der Wärmeverluste an die Umgebung zu steigern. Insbesondere wird hierbei beim Einsatz von Stellgliedern (Ventile oder schaltbare Drosseln) die Wärmeleistung der Zusatzheizung bei Bedarf auf die Fahrgastkabine konzentriert, was letztlich zu einer Erhöhung der Temperatur der ins Fahrzeuginnere geförderten Frischluft führt.

30

35

Wärmetauscheranordnungen zur Beheizung der Kabine von Kraft-

fahrzeugen mit der Abwärme des Antriebsmotors über ein Kühlmedium, bei denen das Kühlmedium zur Erwärmung der Fahrgastkabine über einen Kabinenwärmetauscher mit der Kabinenluft in Wärmeaustausch gebracht wird, sind bekannt.

5

Es besteht jedoch insbesondere nach dem oben gesagten das Bedürfnis nach einer effizienten und kostengünstigen Beheizung der Kabinenluft unter Reduzierung der Wärmeverluste an die Umgebung sowie nach einem verringerten Einbauvolumen und -gewicht. Insbesondere soll eine derartige Wärmetauscheranordnung möglichst wenig Änderungen an bestehenden Fahrzeugkomponenten bedingen und gegebenenfalls gegen herkömmliche Wärmetauscheranordnungen einfach austauschbar oder aus deren Komponenten leicht herstellbar sein.

15

Ein derartiger Wärmetauscher ist durch die Merkmale des Anspruchs 39 gekennzeichnet, wobei die nachfolgenden Unteransprüche vorteilhafte Ausführungsformen beschreiben. Insbesondere in Verbindung mit dem erfindungsgemäß beanspruchten Verfahren sowie mit der Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens ist die erfindungsgemäße Wärmetauscheranordnung vorteilhaft einsetzbar.

20

So erlaubt die drastische Reduzierung des Kühlmittelmassenstromes durch den Kabinenwärmetauscher gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren bei unverändertem Druck der Kühlmittelpumpe und entsprechender Ausgestaltung der an den Wärmeübertragungsrohren vorgesehenen Kühlrippen wesentlich geringere Strömungsquerschnitte der Wärmetauscherrohre als auch geringere Querschnitte der Kühlmittleitungen vor und hinter dem Kabinenwärmetauscher. Gleichzeitig weist die erfindungsgemäße Wärmetauscheranordnung aufgrund der Gegenstromcharakteristik einen wesentlich besseren Wärmeübergang auf, so daß die Anzahl der Wärmeübertragungsrippen reduziert werden kann. Insgesamt ist somit sowohl die Masse des Wärmetauschers als auch die Masse der Kühlmittleitungen aufgrund eines verringerten Umfangs sowie einer geringeren Wandstärke, als auch die des Kühlmittels reduzierbar. Hierdurch kann das Ansprechverhalten der

30

35

Kabinenheizung verbessert werden. Desweiteren ist durch die aus dem erfindungsgemäßen Kabinenheizsystem resultierende Reduktion der Wärmeverluste von den Schlauchleitungen an die Umgebung, welche durch geeignete Einbindung in den Kühlkreislauf des Motors noch verbesserbar ist, von Bedeutung. Diese Reduktion bezieht sich sowohl auf die verringerte Oberfläche der Schlauchleitungen als auch insbesondere auf die reduzierte Temperatur der vom Kabinenwärmetauscher zum Motor zurückführenden Kühlmittleitungen. Insbesondere durch Erhöhung des Druckes der Kühlmittelförderpumpe und des Druckverlustes am Kabinenwärmetauscher sind die Wärmeverluste an der Kühlmittelpumpe und am Kurbelgehäuse des Motors verringerbare.

Vorteilhafterweise ist der Kühlmitteldurchsatz durch den Kabinenwärmetauscher im Vergleich zu den heute üblichen Werten in der Größenordnung von 50 % und mehr reduziert, insbesondere beträgt der Kühlmitteldurchsatz bei dem heute üblichen Wasser-Glycolgemisch bei geringer Motordrehzahl und einer Umgebungstemperatur von -20 °C weniger als 1 l/min pro kW an die Kabinenluft abgegebene Heizleistung. Vorteilhafterweise ist der Innendurchmesser der am Kabinenwärmetauscher angeschlossenen Kühlmittleistung bei PKWs geringer als 11 mm.

Eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens ist erfindungsgemäß dadurch gekennzeichnet, daß als Gegenstromwärmetauscheranordnung eine Reihenschaltung von mindestens 3 Querstromwärmetauschern eingesetzt wird, wobei die Kabinenluft in mindestens 3 Stufen erwärmt und das Kühlmittel über diese drei Stufen abgekühlt wird.

Die Erfindung ist im folgenden beispielhaft erläutert und anhand der Figuren beispielhaft veranschaulicht. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung mit Gegenstromwärmetauscher und luftseitiger Regelung,

Fig. 2 eine schematische Darstellung einer erfindungsge-

mäßen Vorrichtung mit Gegenstromwärmetauscher mit kühlmittelseitiger Regelung,

- 5 Fig. 3 eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung mit Gegenstromwärmetauscher und wasserseitigem Bypass,
- 10 Fig. 4 eine schematische Darstellung einer weiteren Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung mit Gegenstromwärmetauscher,
- 15 Fig. 5 eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung mit über eine Drosselstelle verschließbarem Bypass,
- 20 Fig. 6 eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung mit Gegenstromwärmetauscher und Zusatzheizung,
- 25 Fig. 7 eine weitere Ausführungsform mit Zusatzheizung,
- Fig. 8 eine schematische Darstellung eines Wärmetauschers nach dem Gegenstromprinzip (8a) und eines herkömmlichen Wärmetauschers nach dem Querstromprinzip (8b),
- 30 Fig. 9 eine weitere Ausführungsform eines Wärmetauschers nach dem Gegenstromprinzip,
- Fig. 10 eine schematische Darstellung einer Wärmetauscheranordnung mit Gegenstromwärmetauscher.

35 In der in Fig. 1 gezeigten Anordnung mit luftseitiger Regelung der Kabinentemperatur wird das flüssige Kühlmittel vom Motor 1 über die Vorlaufleitung 2 zum Kabinenwärmetauscher 3 und dann über die Rücklaufleitung 4, den Thermostaten 5 und die Kühlmittelpumpe 6 zurück zum Motor 1 gefördert. Hierbei ist zu beachten, daß der Thermostat 5 den großen Kühlkreislauf - hier

angedeutet durch die Leitungen 7 und 8 - weitgehend verschließt, solange keine überschüssige Abwärme vorhanden ist.

5 Die Regelung der an die Kabine abgegebenen Wärme erfolgt durch die Anpassung der mit Hilfe des Gebläses 9 von der Leitung 10 durch die Leitung 11 über den Kabinenwärmetauscher 3 und die Leitung 13 in die Kabine geförderten Frischluftmasse. Hierbei ergibt sich die Temperatur der über zahlreiche Düsen in die Kabine geförderten Luft als Mischtemperatur der über die Regelklappe 14 auf die Leitungen 11 und 12 verteilten Luftmassen. Bei manchen Anwendungen sitzt die Regelklappe auch hinter dem Kabinenwärmetauscher.

15 In erfindungsgemäßer Weiterentwicklung des Heizungskreislaufs ist der Kabinenwärmetauscher 3 als Gegenstromwärmetauscher mit schaltbarer Drosselstelle 18 vorgesehen, wobei die Betätigung der Drosselstelle manuell oder automatisch bzw. schaltbar oder regelbar sein kann. Hierzu kann beispielsweise der Sensor 17 in Verbindung mit der Elektronik 16 verwendet werden. Wesentlich ist nun, daß die Drosselung des Kühlmitteldurchsatzes mit Hilfe der Drosselstelle 18 nicht mit der Zielsetzung vorgenommen wird, die Heizleistung in der Kabine zu reduzieren, sondern daß die Drosselung zur Steigerung der in der Kabine wirksamen Heizleistung verwendet wird. Mit anderen Worten: "Drossel geöffnet" bedeutet reduzierte Heizleistung in der Kabine aber wärmerer Motorblock; "Drosselung wirksam" bedeutet erhöhte Heizleistung in der Kabine aber kälterer Motorblock, wobei der Bereich der Brennraumwände dennoch für beide Stellungen der Drossel warm bleibt.

Die Feinregulierung bei reduziertem Heizleistungsbedarf muß hierbei berücksichtigen, daß der Thermostat 5 für den großen Kühlmittelkreislauf nicht durch einen zu starken Anstieg der Kühlmitteltemperatur geöffnet wird. Deshalb setzt die Regelung in einer besonders zweckmäßigen Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens bei Erreichen einer genau definierten Obergrenze der Kühlmitteltemperatur die Drosselung des Kühlmittel-

durchsatzes zurück.

In Fällen, in denen nur das Heizleistungsdefizit in der Kabine unter extremen klimatischen Bedingungen behoben werden soll und ansonsten ein möglichst effizienter Umgang mit der verfügbaren Abwärme nicht erforderlich ist, kann auf die Schaltbarkeit der Drosselstelle 18 verzichtet werden und eine feste Drosselstelle eingebaut werden. Dabei kann auch die Dimensionierung der kühlmittelseitigen Strömungsquerschnitte des Kabinenwärmetauschers 3 die Drosselfunktion übernehmen. In diesem Anwendungsfall ohne schaltbare Drossel muß der Thermostat 5 des großen Kühlmittelkreislaufs geöffnet werden, wenn die Kühlmittelenergie nicht vom Kabinenwärmetauscher 3 abgeführt wird. Im Gegensatz zur oben beschriebenen Optimalvariante mit schaltbarer Drossel bedeutet dies, daß die Abwärme nicht wahlweise auf die Kabine oder den Motor 1 konzentriert und erst in einigen seltenen Situationen unmittelbar an die Umgebung abgegeben wird. Aus Kostengründen kann es jedoch vorteilhaft sein, auf die Vorteile eines möglichst warmen Motorblocks zu verzichten.

Je nach Bauart des Thermostaten 5 kann es erforderlich sein, diesen nicht in der in Fig. 1 eingezeichneten Position zu belassen, sondern ihn an den Kühlmittelaustritt aus dem Motor zu setzen. Besonders bei extremer Reduktion des Kühlmittelmassenstromes durch den Kabinenwärmetauscher ist dann auch ohne zusätzlichen Temperatursensor sichergestellt, daß ein Überhitzen des Motors nicht auftritt.

Statt der Drosselstelle 18 zur Anpassung des Kühlmittelmassenstromes durch den Kabinenwärmetauscher kann auch eine Drehzahlvariation der Kühlmittelpumpe verwendet werden. Alternativ kann auch eine elektrische Pumpe hinzugezogen werden, bei der der Kühlmittelmassenstrom beispielsweise durch Ein- und Ausschalten sowie durch Umpolung oder Regelung angepaßt wird.

Fig. 2 zeigt einen entsprechenden Kreislauf mit kühlmittelseitiger Regelung. Hier öffnet die Regelklappe 14

den wasserseitigen Bypaß 15, um die an die Kabine abgegebene Wärmemenge zu reduzieren.

5 Bei dem in Fig. 3 gezeigten Kühlmittelkreislauf wird innerhalb des kleinen Kühlkreislaufs zusätzlich zur in Fig. 1 dargestellten Schaltung ein wasserseitiger Bypaß 15 vorgesehen, so daß nur ein Teil des im kleinen Kreislauf geförderten Kühlmittels über den Kabinenwärmetauscher strömt. Dies wird vorwiegend bei temperaturempfindlichen Motoren verwandt, um eine
10 möglichst homogene Temperaturverteilung im Motorblock und im Zylinderkopf zu gewährleisten.

Die in Fig. 4 gezeigte Schaltung wird vorwiegend bei temperaturunempfindlichen Motoren mit entsprechender Ausgestaltung
15 der motorseitigen Kühlmittelkanäle eingesetzt. Um die Heizleistung herabzusetzen, wird hier der Kühlmitteldurchsatz durch den Kabinenwärmetauscher reduziert und im Extremfall sogar blockiert.

20 Bei den in Fig. 1-4 gezeigten Ausführungsbeispielen kann der Thermostat 5 auch an der Abzweigung des großen Kühlkreislaufes (Leitung 8) am Motoraustritt sitzen.

Für Fig. 2 und Fig. 4 ist hier anzumerken, daß die Drosselstelle 18 durch eine entsprechende Ausgestaltung in die Regelklappe 14 integriert werden kann.
25

Eine andere Variante (Fig. 5) reduziert nur den Kühlmitteldurchsatz durch den Motor, indem der Bypaß 15 über die Drosselstelle 18 teilweise oder ganz verschlossen wird. Bei geeigneter Baugröße des Kabinenwärmetauschers 3 reduziert sich
30 hierbei der Kühlmittelmassenstrom durch den Motor 1, während sich der Kühlmittelmassenstrom durch den Kabinenwärmetauscher 3 erhöht. Damit steigt die Kühlmitteltemperatur am Motoraustritt, aber auch die Wärmeverluste der Vorlaufleitung 2 an die
35 Umgebung. Weiterhin liegt die Kühlmittelaustrittstemperatur aus dem Kabinenwärmetauscher 3 auf einem im Vergleich zur Optimalvariante erhöhten Niveau, was zusätzliche Wärmeverluste

über Rücklaufleitung 4 und Motorblock bedeutet. Wird jedoch der Kühlmitteldurchsatz durch den Kabinenwärmetauscher 3 z. B. durch einen entsprechenden Druckverlust a priori auf einen wesentlich niedrigeren Wert festgelegt als bei heute üblichen Systemen mit Querstromkabinenwärmetauscher, so liegt die Kühlmitteltemperatur am Kabinenwärmetauscheraustritt auch nach der Erhöhung des Durchsatzes über das Schließen des Ventils 18 noch auf einem reduzierten Niveau. In Verbindung mit dem besseren Wärmenutzungsgrad in der Kabine, welche aus der Erhöhung der Lufttemperatur am Kabinenwärmetauscheraustritt resultiert, bedeutet dies immer noch eine signifikante Steigerung der effektiven Heizleistung in der Kabine.

Umgekehrt ist es speziell bei Motoren, bei denen der Bypaß 15 sehr motornah oder gar motorintern angeordnet ist, manchmal auch günstiger, die Drosselstelle 18 nicht wie in Fig. 5 in den Bypaß 15 zu legen, sondern diese direkt in den durch den Kabinenwärmetauscher 3 führenden Leitungszweig, d. h. hinter die Regeldrossel 14, anzuordnen. Hierdurch ergibt sich eine unverändert gleichmäßige Temperaturverteilung innerhalb des Motors 1, was insbesondere bei hochbelasteten Motoren vorteilhaft ist, bei gleichzeitiger Reduktion der Wärmeverluste an die Umgebung. Wie bereits beschrieben betrifft diese Aussage die Kühlmittleitungen ebenso wie die Vorteile bezüglich des Temperaturniveaus der in die Kabine geförderten Luft. Bei dieser Variante kann ganz besonders einfach auf eine nicht verstellbare Drosselung, insbesondere durch den Kabinenwärmetauscher bzw. die Kühlmittleitungen, übergegangen werden. Dies ist insbesondere auch für die Anwendungen mit der Zusatzheizung 19 von besonderem Vorteil.

Oftmals dürfte anstelle der schaltbaren Drosselstelle eine selbstregelnde Drosselstelle einsetzbar sein, die bei geringem Kühlmittelmassenstrom, d.h. auch bei geringer Motordrehzahl, einen stärkeren relativen Druckabfall erzeugt als bei großer Drehzahl, wie z.B. eine federbelastete Rückschlagklappe, bevorzugt mit degressiver Federkennlinie.

Fig. 6 zeigt eine Vorrichtung zur Beheizung einer Fahrgastkabine mit einer Zusatzheizung 19 unter Nutzung der Abwärme aus dem Motor 1. Das Kühlmittel wird vom Motor 1 über die Vorlaufleitung 2 in die Zusatzheizung 19 zum Kabinenwärmetauscher 3 und dann über die Rücklaufleitung 4, den Thermostaten 5 und die Kühlmittelpumpe 6 zurück zum Motor 1 gefördert. Die Zusatzheizung 19 kann hierbei z. B. aus einer mit flüssigem Kraftstoff betriebenen Einheit, einer elektrischen Heizwicklung oder aus einem Wärmespeicher bestehen.

Die Regelung der an die Kabine abgegebenen Wärme erfolgt durch das Ein- bzw. Ausschalten der Zusatzheizung 19 sowie über die Anpassung der mit Hilfe des Gebläses 9 von der Leitung 10 durch die Leitung 11 über den Kabinenwärmetauscher 3 und die Leitung 13 in die Kabine geförderten Luftmasse. Um die Heizleistung herabzusetzen kann neben der Reduzierung bzw. dem Abschalten der Wärmezufuhr über die Zusatzheizung 19 der Kühlmitteldurchsatz durch den Kabinenwärmetauscher 3 weitgehend reduziert oder blockiert werden. Auch bei Systemen mit Ein/Aus-Regelung der Zusatzheizung 19 wird die Reduktion des Luft- bzw. die Modifikation des Kühlmittelmassenstroms durch den Kabinenwärmetauscher 3 zur Anpassung der Leistungsabgabe in der Kabine eingesetzt.

Speziell bei Systemen, bei denen die Zusatzheizung 19 nur einen relativ kleinen Anteil der Heizleistung liefert, wäre eine gleichzeitige Reduktion des Kühlmitteldurchsatzes durch Zusatzheizung 19 und Kabinenwärmetauscher 3 zur Steigerung der Heizleistung in der Kabine bei betriebswarmen Motor 1 und eingeschalteter Zusatzheizung 19 ohne die erfindungsgemäßen Veränderungen uneffektiv, da sich die Luftaustrittstemperatur auch bei voller Zusatzheizleistung aufgrund des üblicherweise eingesetzten Querstromkabinenwärmetauschers nur wenig steigern ließe.

Es ist selbstverständlich, daß die Zusatzheizung 19 auch in den anderen erfindungsgemäßen Vorrichtungen gemäß den Fig. 1-4 einsetzbar ist.

Für den Einbau in Kraftfahrzeugen eignet sich aus geometrischen Gründen und aufgrund der spezifischen Vorteile beim Einbau insbesondere eine Gegenstromwärmetauscherbauweise nach Fig. 8a, die durch Modifizierung eines konventionellen Kabinenwärmetauschers von der Querstrombauart nach Fig. 8b für hohe Wärmeübertragungsraten unter Erhöhung der Anzahl der Trennwände 7 innerhalb der Wasserkästen 20 und 21 von einer Trennwand auf drei erhältlich ist.

Bei richtigem Anschluß der Wasserzu- und -abfuhr 2 bzw. 4 aus Kühlmittelsystemen ist zwar bereits bei herkömmlichen Querstromwärmetauschern ein gewisser Gegenstromeffekt erzielbar, speziell die zweiflutige Führung der die beiden Wasserkästen 20 und 21 verbindenden kühlmittelführenden Wärmeübertragungsrohre 22, welche die Wärme über die Kühlrippen 23 an die in die Kabine geförderte Luft übertragen, zeigt jedoch, daß in Richtung möglichst hoher Kühlmitteldurchsätze optimiert wurde. Durch eine einfache Modifikation des Gehäuses durch Erhöhung der innerhalb der Wasserkästen 20 und 21 vorgesehenen Trennwände 24 von einer Trennwand auf drei kann die Ausführungsform gemäß Fig. 8a erhalten werden.

Hieraus resultiert zwangsläufig eine Reduktion des Kühlmittel-massenstroms durch den Kabinenwärmetauscher 3 aufgrund einer Erhöhung des Druckverlustes. Durch die Verdoppelung der Strömungslauflänge sowie durch erhöhte Verwirbelungsverluste am Ein- und Austritt der Kühlmittelströmung in die einzelnen Wärmeübertragungsrohre 22 aufgrund einer erhöhten Strömungsgeschwindigkeit des Kühlmittels.

Je nach Ausgestaltung des kleinen Kühlmittelkreislaufs, mit bzw. ohne motornahem Kühlmittelbypass 15 parallel zum Kabinenwärmetauscher 3, erfolgt deshalb bei Einsatz des Kabinenwärmetauschers 3 nach Fig. 8a eine mehr oder weniger starke Zunahme des Förderdrucks der Kühlmittelpumpe 6. Zur genauen Anpassung des Kühlmittelstroms auf einen im Vergleich zu Werten bei herkömmlichen Querstromwärmetauschern stark reduziertem Niveau ist gegebenenfalls eine Anpassung der Kühlmittelleitungsquer-

schnitte bzw. der Wärmetauscherrohrquerschnitte vorzunehmen.

Weist der Motorkühlkreislauf einen kleinen Kühlkreislauf mit
motornahem Kühlmittelbypass parallel zum Kabinenwärmetauscher-
5 kreislauf auf, kann der Einsatz des Kabinenwärmetauschers ohne
Berücksichtigung von Querempfindlichkeiten bezüglich der Küh-
lung des Motors erfolgen, da bereits bei herkömmlichen Aus-
führungsformen der Extremzustand eines vollkommen blockierten
10 Kühlmitteldurchsatzes durch den Kabinenwärmetauscher berück-
sichtigt ist. Bei der erfindungsgemäßen Festlegung des Kühl-
mitteldurchsatzes ist lediglich darauf zu achten, daß der
Kühlmitteldurchsatz durch den Kabinenwärmetauscher im Bereich
geringer Motorlast und Pumpendrehzahl genau so groß ist, daß
15 ein ausreichender Transport von Wärmeenergie zum Kabinenwärme-
tauscher erfolgt und daß gleichzeitig die Lufttemperatur nicht
zu stark im "Sättigungsbereich" liegt.

Offensichtlich sind die ursprünglichen Durchmesser der Kühl-
mittel Zu- und Abflußleitungen 2 und 4 bei starker Reduktion
20 des Kühlmitteldurchsatzes überdimensioniert. Die Leitungsquer-
schnitte am Kabinenwärmetauscher bzw. an den Kühlmittel-
schläuchen sowie die Wandstärke der Schläuche können daher
reduziert werden. Des weiteren sind gegenüber herkömmlichen
Anordnungen sowohl die Abmessungen der Wärmeübertragungsrohre
25 22 als auch der Wärmeübertragungsrippen reduziert.

In der in Fig. 9 gezeigten Ausführungsform ist ein Wärme-
tauscher dargestellt, bei dem die Reihenschaltung der Quer-
stromwärmetauscher über die parallel durchströmten Wärme-
30 tauscherrohre 22 in Verbindung mit halbkreisbogenähnlichen
Strömungsumlenkungen 25 erfolgt, so daß die Kabinenluft auf
diesem Wege in vier Stufen erwärmt sowie das Kühlmittel über
die vier Stufen abgekühlt wird. Hierdurch erfolgt insbesondere
eine Reduktion des kühlmittelseitigen Druckverlustes, da sich
35 geringere Strömungsverluste am Ein- und Austritt in die Wärme-
übertragungsrohre 22 ergeben. Dies ist beim erfindungsgemäßen
Wärmetauscher von besonderer Bedeutung, da dieser je nach
Anwendung eine relativ hohe Strömungsgeschwindigkeit des Kühl-

mittels in den Wärmeübertragungsrohren aufweist, so daß an einem Wärmetauscher nach Fig. 8a insbesondere an Unstetigkeitsstellen und an den Strömungsausstritten aus den einzelnen Wärmeübertragungsrohren 23 starke Impuls- und damit auch
5 Druckverluste resultieren.

Weiterhin ist die mit Kühlmittel in Kontakt stehende Oberfläche des Wasserkastens 20 bzw. das mit Kühlmittel gefüllte Volumen bei der Ausführungsform nach Fig. 8a deutlich reduziert. Der Wasserkasten 21 nach Fig. 8a, b entfällt völlig und wird durch das im wesentlichen mit Luft in Kontakt stehende Gehäuse 26 ersetzt. Als Folge der besonderen Ausgestaltung des Wasserkastens 20 sowie des Gehäuses 9 ergibt sich eine weitere Reduktion der wärmeaktiven Masse. Durch eine spezielle
10 Blende 27 kann die Durchströmung des Gehäuses 26 bei entsprechendem Biegeradius der Wärmeübertragungsrohre 22 verhindert werden.

Eine Fertigung eines erfindungsgemäßen Wärmetauschers kann
20 dadurch erfolgen, daß in einem ersten Schritt alle parallel verlaufenden Wärmetauscherrohre 22 noch vor dem Biegen der halbkreisähnlichen Strömungsumlenkungen 25 mit der erforderlichen Berippung 23 versehen und erst dann die Wasserkästen 20 bzw. 21 angebracht werden. Hierdurch ist sichergestellt, daß
25 keine Wärmeleitung entgegen der Strömungsrichtung innerhalb der Rippen 23 erfolgt.

Des weiteren weisen die Kühlmittelzu- und -rückflußleitungen in die Wasserkästen 20 und 21 zur Verbesserung des Strömungsverhaltens eine düsen- bzw. diffusorartige Zone innerhalb des Wasserkastens, wahlweise auch außerhalb desselben auf, so daß kühlwasserseitige Druckverluste im Kabinenwärmetauscher vermindert werden. Insbesondere im Zusammenhang mit der Reduktion der Strömungsquerschnitte der Kühlmittleitungen sowie einer
30 Erhöhung der Strömungsgeschwindigkeit in den Kühlmittleitungen zur Minimierung der Wärmeverluste an die Umgebung und der wärmeaktiven Masse ist dies ebenso wie die Ausgestaltung der Wärmeübertragungsrohre 22 wie in Fig. 9 gezeigt,
35

für die vorliegende Erfindung von wesentlicher Bedeutung.

5 In Fig. 10 ist ein Kabinenwärmetauscher dargestellt, bei welchem die Kühlmittelzufuhr 2 und die Kühlmittelabfuhr 4 seitlich erfolgen und bei dem die Querschnitte der Leitungen innerhalb des Wasserkastens 20 erweitert sind. Die Querschnitte der Leitungen können auch außerhalb des Wasserkastens 20 erweitert sein.

10 Wie im Schnitt A-A verdeutlicht, wird das in den Wasserkasten 20 eingeleitete Kühlmittel durch einen Diffusor 28 weitgehend ablösungsfrei verzögert, so daß der dynamische Druck des in einem im Vergleich zu Fig. 8a wesentlich kleineren Schlauch und mit einer höheren Strömungsgeschwindigkeit strömenden
15 Kühlmittels zumindest teilweise wieder zurückgewonnen wird. Aufgrund der geringen Strömungsgeschwindigkeit sind nicht nur die Ausströmverluste aus der Kühlmittelzufuhrleitung 2 relativ gering sondern auch die Strömungsverluste beim Verteilen des Kühlmittels auf die einzelnen Wärmetauscherrohre 22.

20 Bei der aus dem Wasserkasten 20 herausführenden Kühlmittelströmung ergeben sich in der das Kühlmittel sammelnden Rücklaufleitung 4, welches die Strömung wieder auf die relativ hohe Geschwindigkeit innerhalb der Schlauchleitung beschleunigt, analoge Vorteile.

25 Je nach Raumbedarf und Öffnungswinkel der Düse bzw. des Diffusors 28 können zur Vermeidung von Strömungsablösungen die Vorlaufleitung 2 bzw. die Rücklaufleitung 4 perforiert sein.

30 Insgesamt ist mittels der erfindungsgemäßen Kabinenwärmetauscheranordnungen nahezu der Durchflußbeiwert eines Kabinenwärmetauschers in Querstrombauart mit doppelflutiger Kühlmittelführung nach herkömmlicher Bauweise erreichbar. Der
35 erfindungsgemäße Kabinenwärmetauscher kann dadurch weiter verbessert werden, daß zusätzlich auch die Übergänge zu den vergleichsweise dicken Kühlmittelaustritts- und Rückflußleitungsquerschnitten am Motor düsen- bzw. diffusorartig aus-

geführt sind. Auch diese Einsparung an Druckverlusten kann letztlich in eine weitere Reduktion der Leitungsquerschnitte umgesetzt werden.

- 5 Durch die Reihenschaltung einer größeren Anzahl von Querstromwärmetauschern läßt sich nahezu die gleiche Wirkung erzielen, wie mit einem konventionellen Gegenstromwärmetauscher.

10 Da alle vier in Fig. 8a, b gezeigten Wärmetauscherrohre 22 des Kabinenwärmetauschers 3 über gemeinsame Wärmeübertragungsrippen 23 verbunden sind, wird ein gewisser Anteil an Wärme durch Wärmeleitung in der Rippe entgegen der Luftströmung transportiert. Deshalb ist es zweckmäßig, die Wärmeübertragungsrippen 22 zumindest lokal zu unterbrechen oder lokal
15 die Wandstärke dieser Rippen zu reduzieren. Hierbei kann die Beschränkung auf eine lokale Unterbrechung bzw. die Beschränkung auf eine lokale Reduktion der Wandstärke aus fertigungstechnischen Gründen vorteilhaft sein gegenüber einer Unterbrechung über die gesamte Rippenbreite.

20 Die angesprochenen Maßnahmen zur Verhinderung der Wärmeleitung entgegen der Luftströmung sind bevorzugt in der Mitte zwischen den einzelnen Fluten vorzunehmen. Als positive Begleiterscheinung wird durch diese Maßnahmen auch die Turbulenz der Luftströmung und damit der Wärmeübergang erhöht.
25

Liegen verminderte Anforderungen bezüglich der Baugröße vor, so kann die Wärmeleitung natürlich auch durch eine Vergrößerung der Abstände zwischen den einzelnen Wärmetauscherrohren eingedämmt werden.

KFZ-Wärmetauscher**Bezugszeichenliste**

5	1	Motor	25	Strömungsumlenkung
	2	Vorlaufleitung	26	Gehäuse
	3	Kabinenwärmetauscher	27	Blende
	4	Rücklaufleitung	28	Diffusor
10	5	Thermostat		
	6	Kühlmittelpumpe		
	7	Kühlmittelleitung		
	8	Kühlmittelleitung		
	9	Gebläse		
15	10	Frischluftleitungen		
	11	Frischluftleitungen		
	12	Frischluftleitungen		
	13	Frischluftleitungen		
	14	Regelklappe		
20	15	Bypass		
	16	Elektronik		
	17	Sensor		
	18	Drosselstelle		
	19	Zusatzheizung		
25	20	Wasserkasten		
	21	Wasserkasten		
	22	Wärmeübertragungsrohr		
	23	Kühlrippe		
	24	Trennwand		
30				

KFZ-Wärmetauscher**Patentansprüche**

5

1. Verfahren zur Beheizung der Fahrgastkabine von Kraftfahrzeugen mit der Abwärme des Antriebsmotors über das flüssige oder gasförmige Kühlmittel, welches zur Erwärmung der Fahrgastkabine in Kühlmittleitungen über einen Kabinenwärmetauscher und dann zurück zum Antriebsmotor geleitet wird, **d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t**, daß ein Kabinenwärmetauscher (3) mit Gegenstromcharakteristik verwendet wird und daß der Kühlmittelmassenstrom durch den Antriebsmotor (1) und/oder den Kabinenwärmetauscher (3) zur Steigerung der an die Fahrgastkabine abgegebenen Heizleistung zumindest zeitweise in Richtung auf ein durch die zulässigen Grenzwerte der Motorkühlung bestimmtes Maß reduziert wird.
- 20 2. Verfahren nach Anspruch 1, **d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t**, daß lediglich der Kühlmittelmassenstrom durch den Antriebsmotor (1) reduziert und der Kühlmittelmassenstrom durch den Kabinenwärmetauscher (3) beibehalten oder erhöht wird, wobei der Kühlmittelmassenstrom durch den Antriebsmotor (1) mindestens um den Faktor 2 geringer ist als in entsprechenden Fahrsituationen ohne maximalen Heizleistungsbedarf in der Fahrgastkabine.
- 30 3. Verfahren nach den Ansprüchen 1 oder 2, **d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t**, daß bei maximalem Heizleistungsbedarf in der Fahrgastkabine die Abwärme des Antriebsmotors (1) durch Reduzierung des Kühlmittelmassenstroms auf die Fahrgastkabine konzentriert wird und daß bei reduziertem Heizleistungsbedarf die Reduzierung des Kühlmittelmassenstroms unterbleibt, so daß ein erhöhter Anteil der Abwärme der Aufheizung des Motors (1) zugute kommt.
- 35

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 3, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t, daß die Reduktion des Kühl-
mittelmassenstroms teilweise oder vollständig aufgehoben
wird, sobald die Umgebungstemperatur einen bestimmten
5 Grenzwert überschreitet.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 3, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t, daß die Reduktion des Kühl-
mittelmassenstromes nur im unteren bis mittleren Kennfeld-
bereich des Antriebsmotors (1) erfolgt und bei Überschrei-
ten einer vorgebenen Nenndrehzahl oder eines vorgebenen
10 Nenndrehmoments des Antriebsmotors (1) ausgeschaltet wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 3, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t, daß die Reduktion des Kühl-
mittelmassenstromes teilweise oder vollständig aufgehoben
wird, sobald die Temperaturdifferenz des Kühlmittels
zwischen Motoraustritt und Motoreintritt eine vorgegebene
15 Obergrenze überschreitet.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 3, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t, daß die Reduktion des Kühl-
mittelmassenstromes teilweise oder vollständig aufgehoben
wird, sobald die Temperatur des Kühlmittels am Austritt
20 des Motors (1) eine vorgegebene Obergrenze überschreitet.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 3, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t, daß die Reduktion des Kühl-
mittelmassenstromes teilweise oder vollständig aufgehoben
wird, sobald der Dampfdruck oder die Druckpulsation des
25 Kühlmittels eine vorgegebene Obergrenze überschreitet.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 8, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t, daß die Reduktion des Kühl-
mittelmassenstromes über die Dimensionierung der Leitungs-
querschnitte und/oder die Geometrie des Kabinenwärmetau-
schers (3) erfolgt und daß der Kühlmittelmassenstrom durch
35 Öffnen und Schließen eines im großen Kühlmittelkreislauf

angeordneten Thermostaten (5) geregelt wird.

- 5 10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 9, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t, daß der Kühlmittelmassenstrom
solange reduziert wird, bis die Kühlmitteltemperatur am
Austritt aus dem Kabinenwärmetauscher (3) eine vorgegebene
Untergrenze erreicht.
- 10 11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 9, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t, daß der Kühlmittelmassenstrom
solange reduziert wird, bis das Kühlmittel am Austritt aus
dem Kabinenwärmetauscher (3) eine vorgegebene Temperatur-
differenz zur Motoraustrittstemperatur erreicht.
- 15 12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 11, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t, daß bei reduziertem Kühl-
mittelmassenstrom der Frischluftdurchsatz durch den Kabi-
nenwärmetauscher (3) reduziert wird.
- 20 13. Verfahren nach Anspruch 12, d a d u r c h g e k e n n -
z e i c h n e t, daß die Reduktion des Frischluftdurch-
satzes durch den Kabinenwärmetauscher (3) nur dann er-
folgt, wenn die Temperatur oder die Feuchtigkeit der Umge-
bungsluft einen bestimmten Grenzwert unterschreitet.
- 25 14. Verfahren nach Anspruch 12, d a d u r c h g e k e n n -
z e i c h n e t, daß die Reduktion des Frischluftdurch-
satzes durch den Kabinenwärmetauscher (3) nur dann er-
folgt, wenn die Temperatur des Motors (1) oder die Tempe-
ratur des Kühlmittels am Eintritt des Kabinenwärme-
30 tauschers (3) einen bestimmten Grenzwert überschreitet.
- 35 15. Verfahren nach Anspruch 12, d a d u r c h g e k e n n -
z e i c h n e t, daß die Reduktion des Frischluftdurch-
satzes durch den Kabinenwärmetauscher (3) nur dann er-
folgt, wenn die Feuchtigkeit der Kabinenluft einen be-
stimmten Grenzwert unterschreitet.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 15, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t, daß die Reduktion des
Kühlmittelmassenstroms manuell außer Betrieb genommen
wird.
- 5
17. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 16 für Kraftfahr-
zeuge mit Elektromotor als Antrieb, d a d u r c h g e -
k e n n z e i c h n e t, daß zumindest ein Teil der Heiz-
leistung für die Fahrgastkabine aus der Regelung der elek-
trischen Antriebsleistung stammt.
- 10
18. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 17, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t, daß das Kühlmittel zur Erwär-
mung der Fahrgastkabine über eine zusätzliche Wärmequelle
(19) geführt wird.
- 15
19. Verfahren nach Anspruch 18, d a d u r c h g e k e n n -
z e i c h n e t, daß bei maximalem Heizleistungsbedarf in
der Fahrgastkabine die Abwärme des Antriebsmotors (1) und
die von der zusätzlichen Wärmequelle (19) eingespeiste
Wärme durch Reduzierung des Kühlmittelmassenstroms auf die
Fahrgastkabine konzentriert wird und daß bei reduziertem
Heizleistungsbedarf die Reduzierung des Kühlmittelmassen-
stroms unterbleibt, so daß ein erhöhter Anteil der Abwärme
der Aufheizung des Motors (1) zugute kommt.
- 20
20. Verfahren nach Anspruch 19, d a d u r c h g e k e n n -
z e i c h n e t, daß die Reduktion des Kühlmittelmassen-
stromes teilweise oder vollständig aufgehoben wird, sobald
die Temperatur des Kühlmittels am Austritt des Motors (1)
oder am Austritt der zusätzlichen Wärmequelle (19) eine
vorgegebene Obergrenze überschreitet.
- 25
21. Verfahren nach Anspruch 19, d a d u r c h g e k e n n -
z e i c h n e t, daß die Reduktion des Kühlmittelmassen-
stroms genau dann vorgenommen wird, wenn die zusätzliche
Wärmequelle (19) Wärme an das Kühlmittel abgibt.
- 30
- 35

22. Verfahren nach einem der Ansprüche 18 - 21 für Kraftfahrzeuge mit Verbrennungsmotor als Antrieb, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß als zusätzliche Wärmequelle (19) ein Abgas/Kühlmittelwärmetauscher Verwendung
5 findet.
23. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 - 17, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß der Kabinenwärmetauscher (3) als Gegenstromwärmetauscher ausgeführt ist, der eine stufenweise oder
10 kontinuierliche Erwärmung der Kabinenluft und eine stufenweise oder kontinuierliche Abkühlung des Kühlmittels ermöglicht.
24. Vorrichtung nach Anspruch 23, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß der Kabinenwärmetauscher (3) eine Gegenstromwärmetauscheranordnung mit Reihenschaltung von mindestens 3 Querstromwärmetauschern aufweist, wobei die Kabinenluft in mindestens 3 Stufen erwärmt und das
15 20 Kühlmittel über diese drei Stufen abgekühlt wird.
25. Vorrichtung nach Anspruch 24, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die in Reihe geschalteten Querstromwärmetauscher in einem gemeinsamen Gehäuse (26) angeordnet sind, daß die Querstromwärmetauscher kühlmitteldurchströmte Rohrleitungen (22) sowie mit den Rohrleitungen und der Kabinenluft in Kontakt stehende Wärmetauscherrippen (23) aufweisen, so daß die Kabinenluft mittels der Wärmeübertragungsrippen (23) beheizbar ist.
25 30
26. Vorrichtung nach Anspruch 25, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß für alle in Reihe geschalteten Querstromwärmetauscher gemeinsame Wärmeübertragungsrippen (23) zur Beheizung der Kabinenluft verwendet
35 werden.
27. Vorrichtung nach Anspruch 25 oder 26, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Wärmetauscherrippen

(23) so ausgebildet sind, daß die Wärmeleitung entlang der Wärmeübertragungsrippen (23) entgegen der Strömungsrichtung der durch den Wärmetauscher geförderten Kabinenluft vermindert ist.

5

28. Vorrichtung nach Anspruch 27, d a d u r c h g e -
k e n n z e i c h n e t, daß in den Wärmeübertragungs-
rippen (23) im Bereich zwischen den kühlmittelführenden
Rohren (22) Aussparungen zur Unterbrechung der Wärmelei-
10 tung entgegen der Luftströmungsrichtung vorgesehen sind
und/oder daß die Dicke der Wärmeübertragungsrippen (23)
lokal reduziert ist und/oder daß der Abstand der kühl-
mittelführenden Rohre (22) zueinander so bemessen ist, daß
die Wärmeleitung entgegen der Strömungsrichtung der durch
15 den Wärmetauscher (3) geförderten Kabinenluft vernach-
lässigbar ist.

20

29. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 23 - 28, d a -
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Kühl-
mittelleitung (2) vom Motor (1) zum Kabinenwärmetauscher
(3) zumindest teilweise einen wesentlich geringeren Strö-
mungsquerschnitt aufweist, als die vom Kabinenwärme-
tauscher (3) zum Motor (1) führende Kühlmittelleitung (4).

25

30. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 23 - 29, d a -
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Kühlmit-
telleitung (2) vom Motor (1) zum Kabinenwärmetauscher (3)
zumindest teilweise besser gegenüber der Umgebung isoliert
ist, als die vom Kabinenwärmetauscher (3) zum Motor (1)
30 führende Kühlmittelleitung (4):

35

31. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 23 - 30, d a -
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß der Innen-
durchmesser der am Kabinenwärmetauscher (3) angeschlosse-
nen Kühlmittelleitungen (2, 4) bei Personenkraftwagen
geringer als 11 mm ist.

32. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 23 - 31, d a -

- 5 durch gekennzeichnet, daß im Nahbereich des Kühlmittelaustritts aus dem Motor (1) eine düsenartige, eine weitgehend ablösungsfreie Kühlmittelströmung ermöglichende Verringerung des Leitungsquerschnitts der Kühlmittelleitung vorliegt.
- 10 33. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 23 - 32, dadurch gekennzeichnet, daß im Nahbereich des Kühlmittelintritts in den Motor (1) und/oder in das Gehäuse der Kühlmittelpumpe (6) und/oder im Nahbereich des Wärmetauschereintritts eine diffusorartige, eine weitgehend ablösungsfreie Kühlmittelströmung ermöglichende Erweiterung des Leitungsquerschnitts der Kühlmittelleitung vorliegt.
- 15 34. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 23 - 33, dadurch gekennzeichnet, daß die vom Motor (1) wegführende Kühlmittelleitung (2) in Wärmetausch mit dem Motoröl steht.
- 20 35. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 23 - 34, dadurch gekennzeichnet, daß eine zusätzliche Wärmequelle (19) zur Beheizung der Fahrgastkabine vorgesehen ist und daß die Reduktion des Kühlmittelmassenstromes bei Wärmeabgabe von der zusätzlichen Wärmequelle (19) an das Kühlmittel erfolgt.
- 25 36. Vorrichtung nach Anspruch 35, dadurch gekennzeichnet, daß die Reduktion des Kühlmittelmassenstromes durch die zusätzliche Wärmequelle (19) und den Kabinenwärmetauscher (3) über die Dimensionierung der Kühlmittelleitungen und/oder die Geometrie des Kabinenwärmetauschers (3) erfolgt.
- 30 37. Vorrichtung nach Anspruch 35 oder 36, dadurch gekennzeichnet, daß die Wärmequelle (19) ein Abgas/Kühlmittelwärmetauscher ist.
- 35

38. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 35 - 37, an einem Fahrzeug mit Verbrennungsmotor mit externer Abgasrückführung, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Wärmequelle (19) ein Abgas/Kühlmittelwärmetauscher in der externen Abgasrückführung ist.
39. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 35 - 37, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Wärmequelle (19) ein kraftstoffbeheizter Brenner, eine elektrische Heizung oder ein Wärmespeicher ist.
40. Wärmetauscheranordnung zur Beheizung der Fahrgastkabine von Kraftfahrzeugen mit der Abwärme eines Antriebsmotors (1) mit geringer Abwärme über das flüssige oder gasförmige, im Kreislauf geführte Kühlmittel, insbesondere Wärmetauscher mit angepaßter Kühlmittelzu- und abflußleitung, mit einer Mehrzahl von kühlmitteldurchströmten, mit der der Kabine zugeführten Luft in thermischem Kontakt stehenden Wärmeübertragungsrohren, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß mindestens 3 Querstromwärmetauscher in Reihe geschaltet sind und daß durch entsprechende Führung der Luftströmung eine Gegenstromcharakteristik des Wärmeübergangs vorliegt, so daß die Kabinenluft in mindestens 3 Stufen erwärmt und das Kühlmittel über diese Stufen abgekühlt wird.
41. Wärmetauscheranordnung nach Anspruch 40, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Querstromwärmetauscher jeweils mehrere parallel zueinander angeordnete Wärmeübertragungsrohre (22) aufweisen, daß die Wärmeübertragungsrohre (22) mindestens zwei halbkreisbogenähnliche Strömungsumlenkungen (25) aufweisen und daß die Kabinenluft auf diesem Wege in mindestens drei Stufen erwärmt sowie das Kühlmittel über diese drei Stufen abgekühlt wird.
42. Wärmetauscheranordnung nach Anspruch 40 oder 41, d a -

d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Wärmeübertragungsrohre (22) Wärmeübertragungsrippen (23) aufweisen und daß in den Wärmeübertragungsrippen (23) im Bereich zwischen den Wärmeübertragungsrohren (22) Aussparungen zur Unterbrechung der Wärmeleitung entgegen der Luftströmungsrichtung vorgesehen sind und/oder daß die Dicke der Wärmeübertragungsrippen lokal reduziert ist und/oder daß der Abstand der Wärmeübertragungsrohre zueinander so bemessen ist, daß die Wärmeleitung entgegen der Strömungsrichtung der durch den Wärmetauscher (3) geförderten Kabinenluft vernachlässigbar ist.

43. Wärmetauscheranordnung nach einem der Ansprüche 40 - 42, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß der Wärmetauscher (3) einen Wasserkasten (20) aufweist und daß der Übergang zwischen dem Strömungsquerschnitt der Kühlmittelzuflußleitung (2) auf den Wasserkasten (20) zur Verteilung des Kühlmittels auf die einzelnen Wärmeübertragungsrohre (22) eine diffusorartige, eine weitgehend ablösungsfreie Strömung ermöglichende Erweiterung (28) des Rohrquerschnittes mit geringem Öffnungswinkel und/oder daß der Übergang vom Wasserkasten (20) auf den Strömungsquerschnitt der Kühlmittelabflußleitung (4) zur Vereinigung des aus den einzelnen Wärmeübertragungsrohren (22) stammenden Kühlmittels eine düsenartige, eine weitgehend ablösungsfreie Strömung ermöglichende Verringerung des Rohrquerschnittes aufweist.

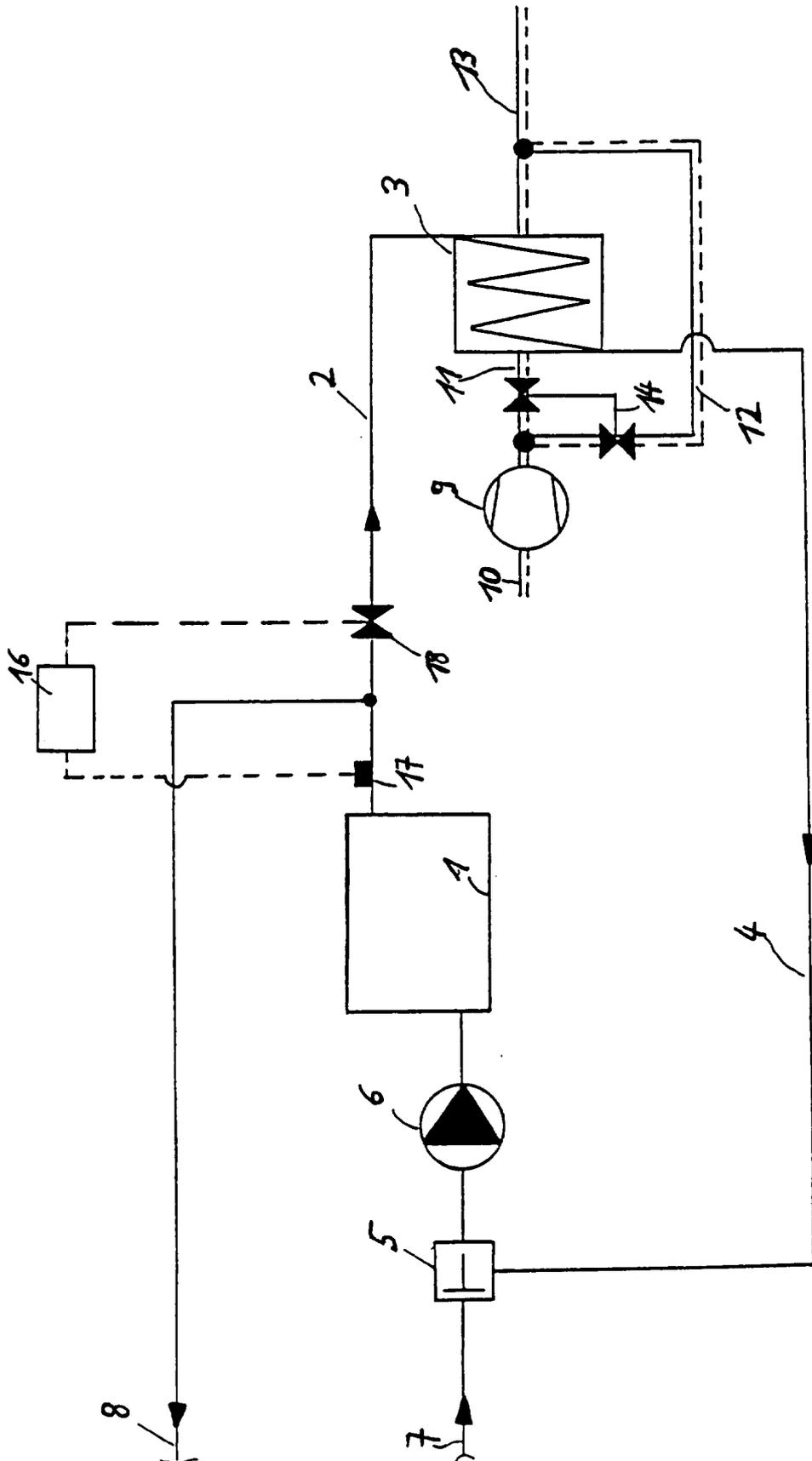


Fig. 1

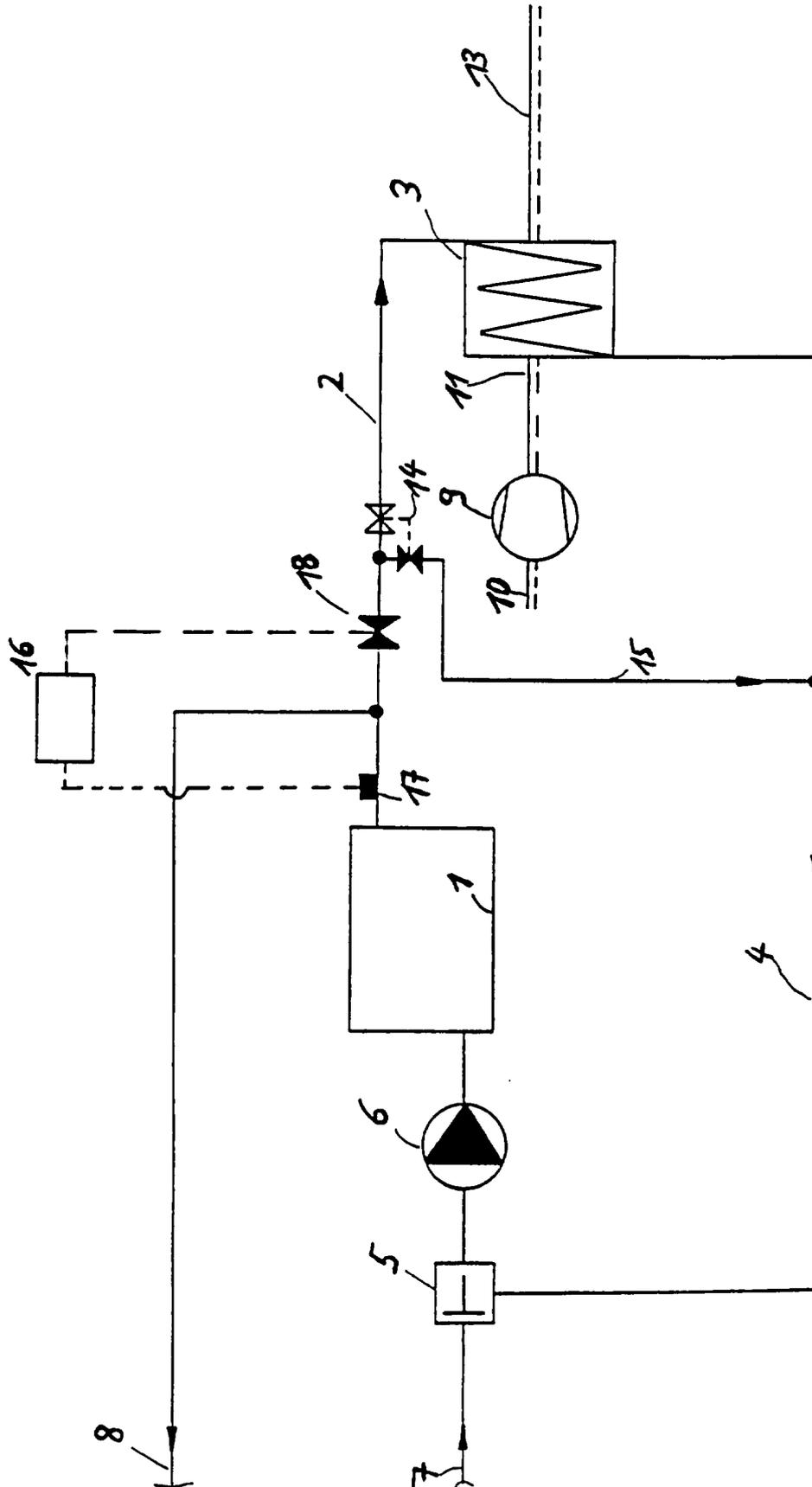


Fig. 2

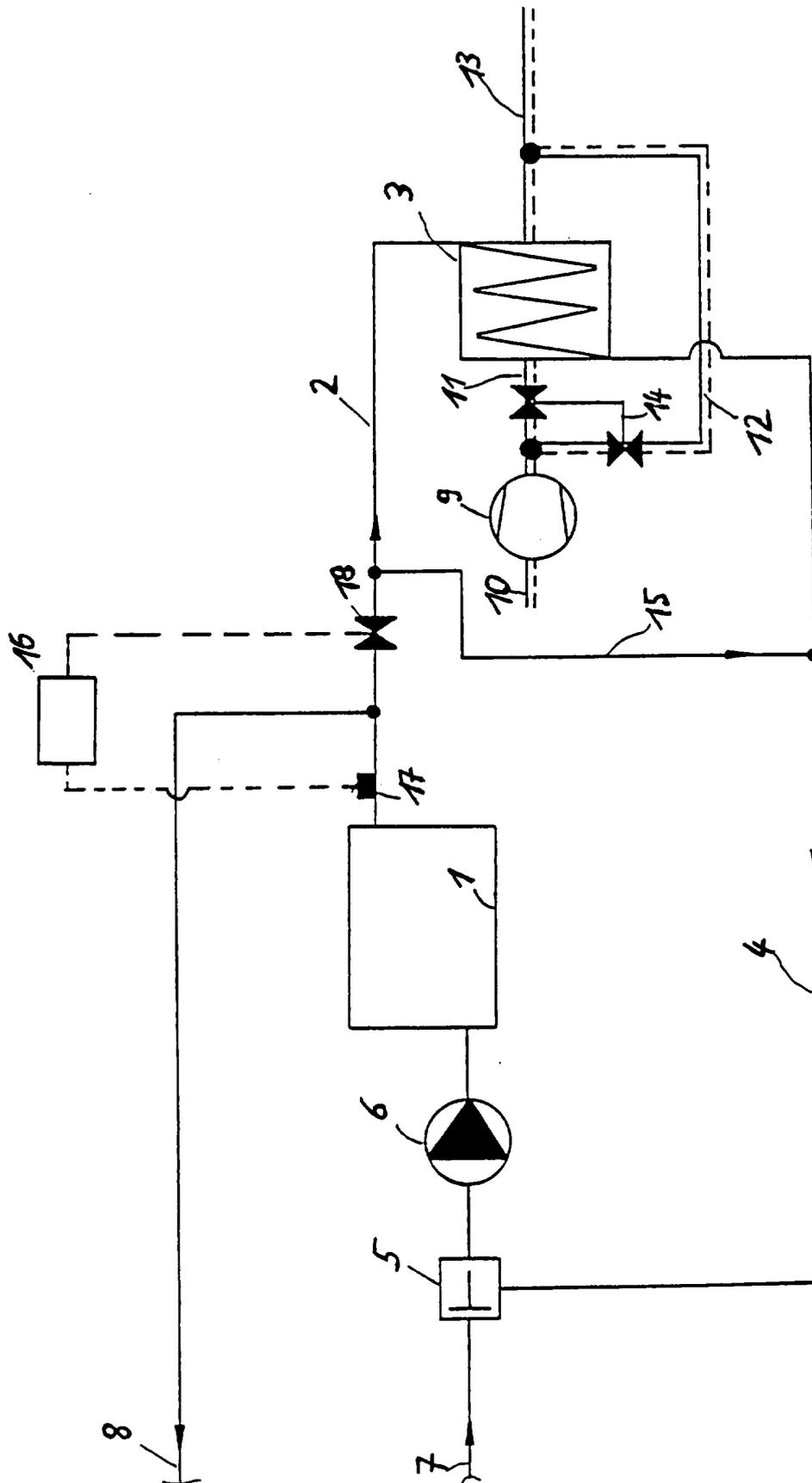


Fig. 3

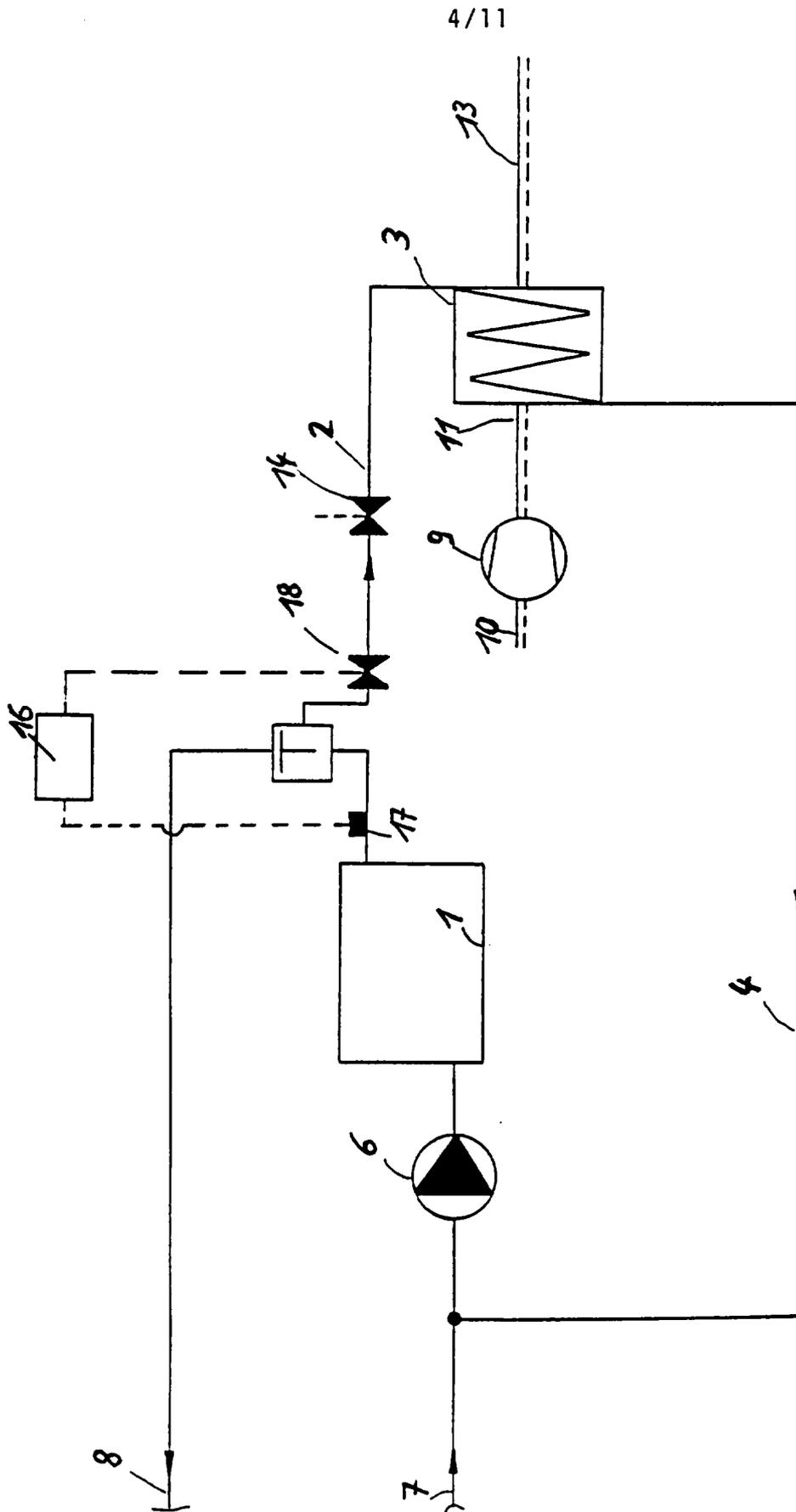


Fig. 4

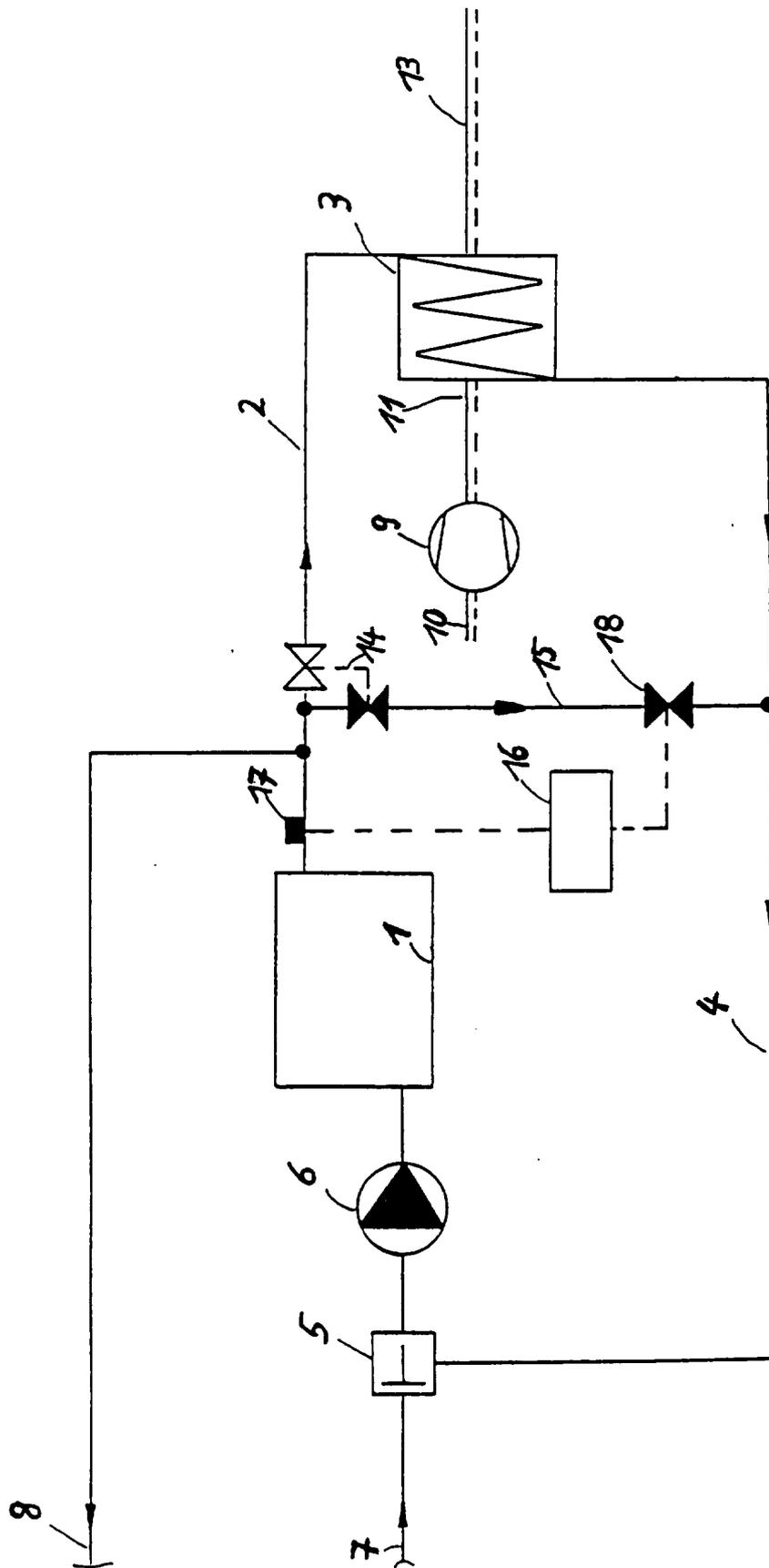
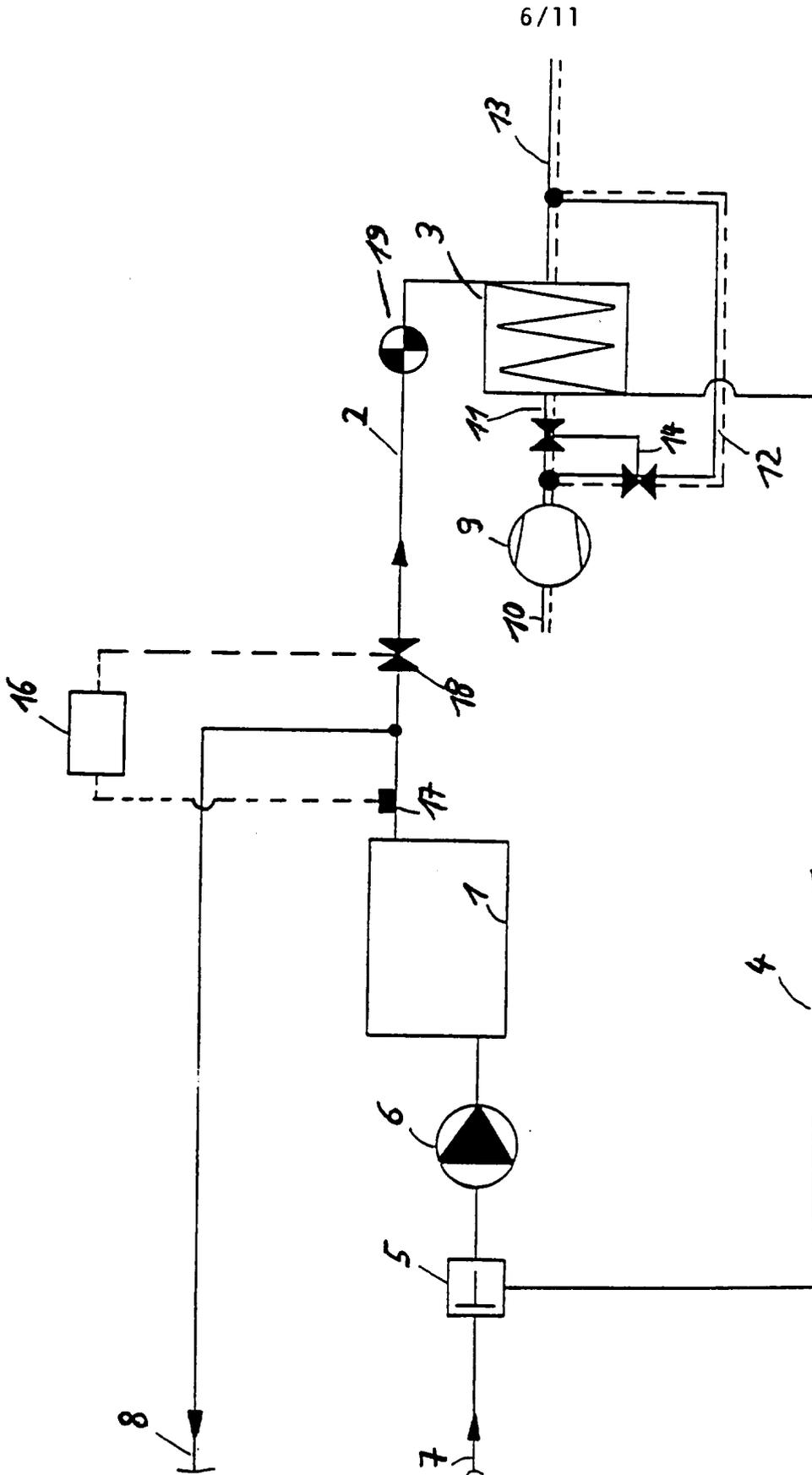


Fig. 5



6/11

Fig. 6

7/11

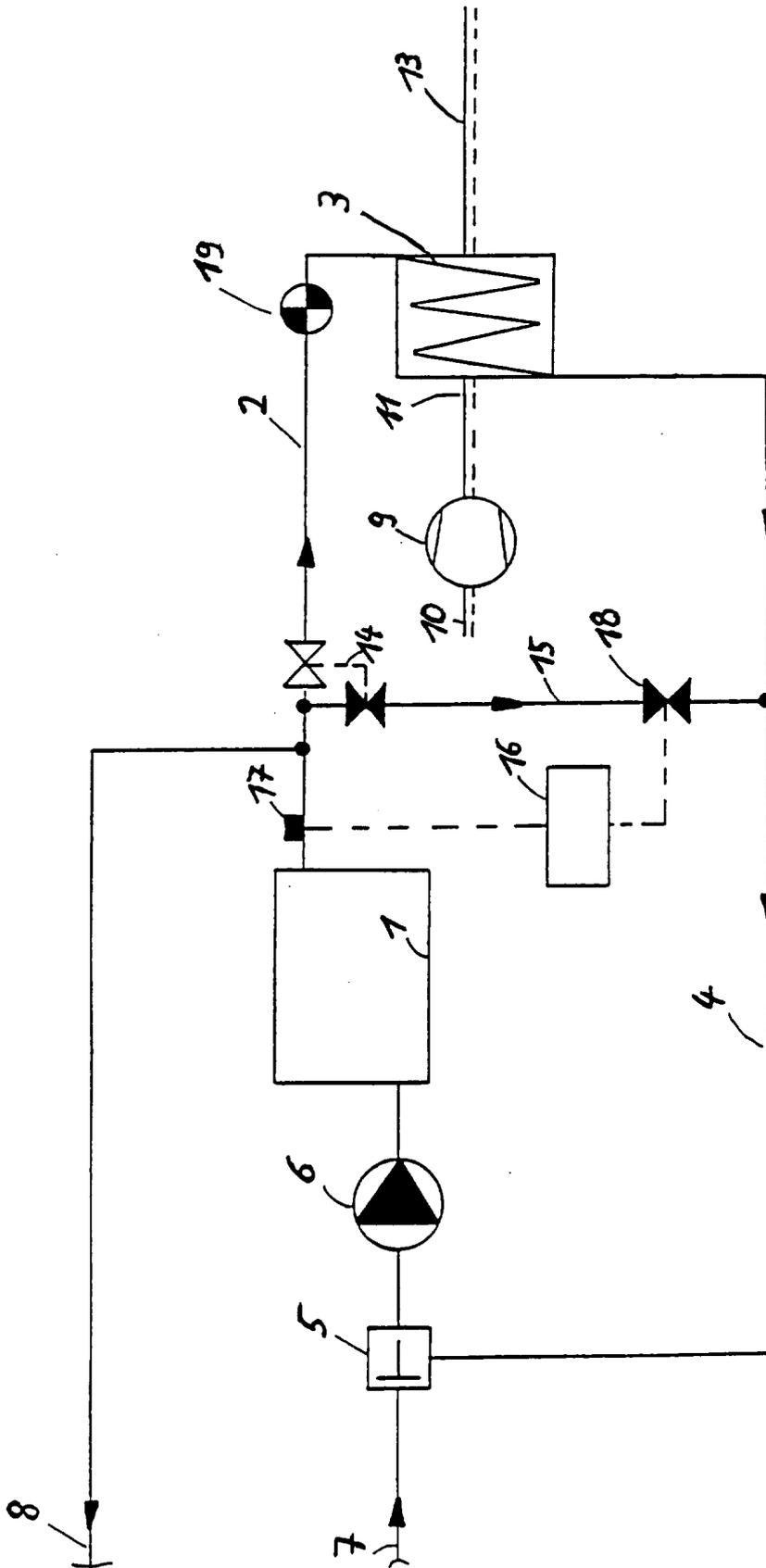


Fig. 7

8/11

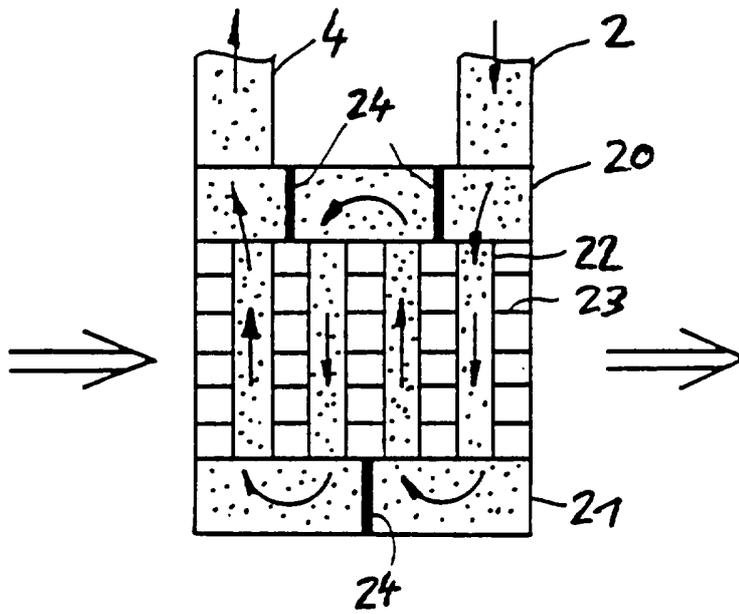


Fig. 8a

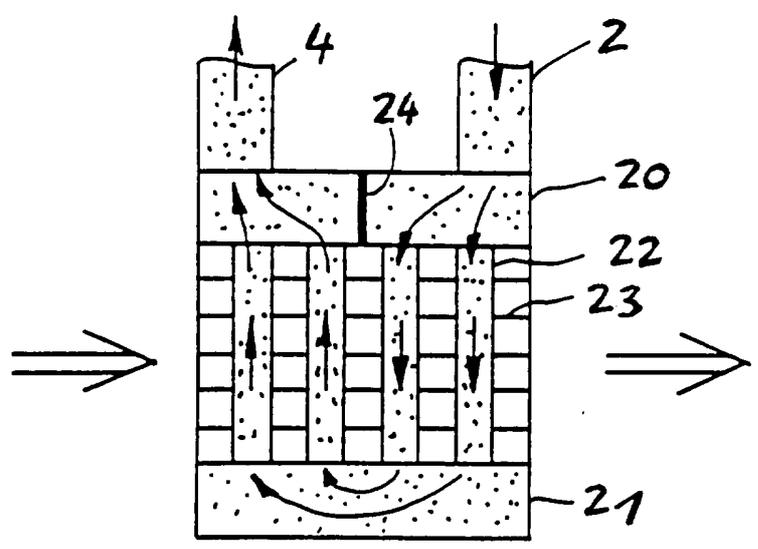


Fig. 8b

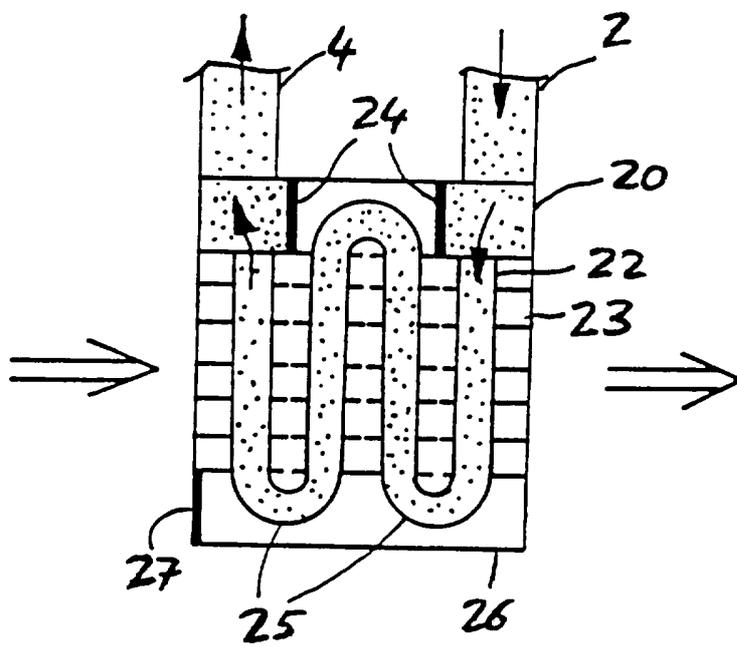


Fig. 9

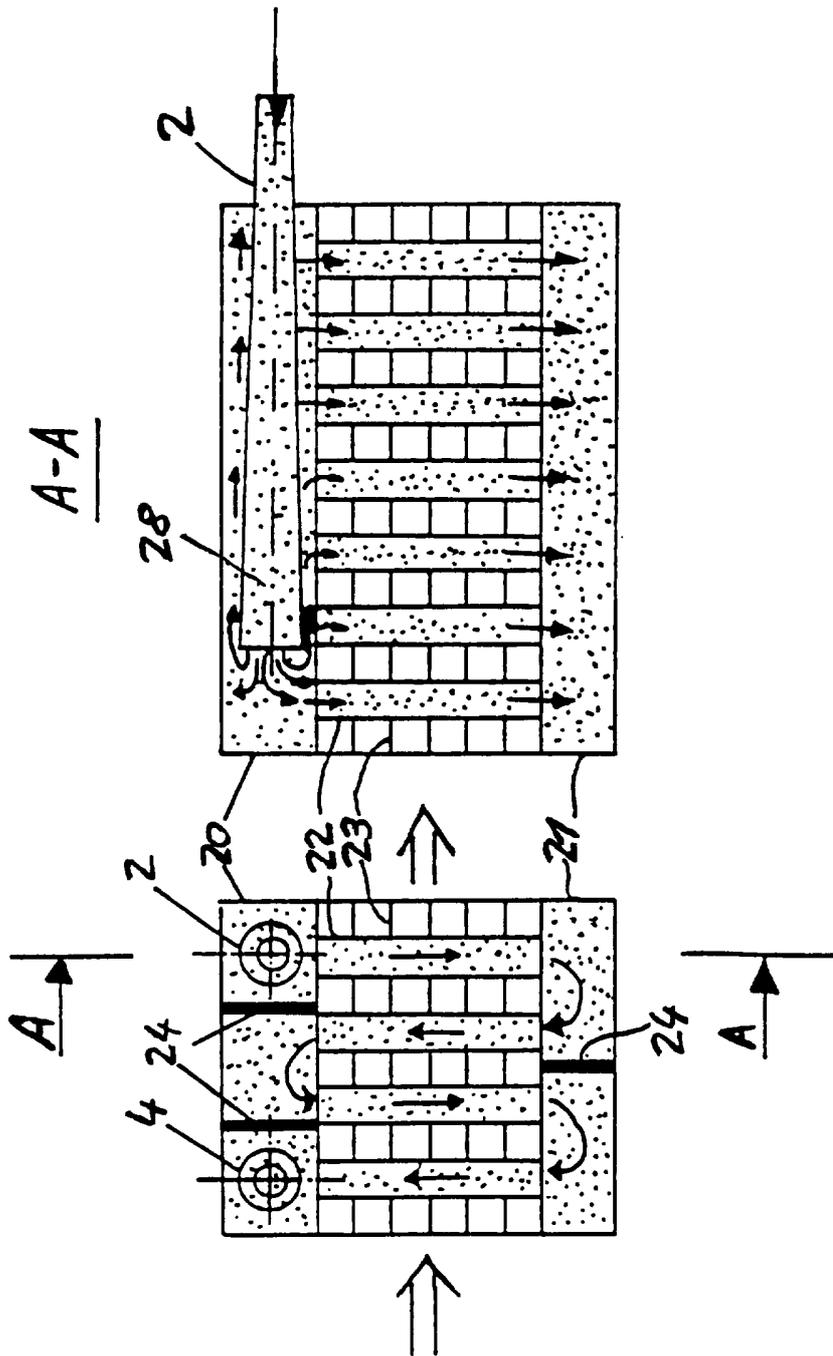


Fig. 10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inter. nal Application No
PCT/DE 95/01149

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 6 B60H1/08 B60H1/00 F01P3/20

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 6 B60H F01P

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE,A,40 33 261 (FA. CARL FREUDENBERG) 23 April 1992 see column 5, line 32 - column 7, line 6; figure 2A -----	1,23,40
X	US,A,5 203 498 (Y. KAJIKAWA) 20 April 1993 see column 2, line 64 - column 4, line 37; figures 1,2 -----	1,23,40
A	EP,A,0 236 787 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG) 16 September 1987 -----	
A	US,A,4 993 377 (M. ITAKURA) 19 February 1991 -----	
A	GB,A,1 170 096 (DAIMLER-BENZ AG) 12 November 1969 -----	

Further documents are listed in the continuation of box C. Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

<p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>
--	--

Date of the actual completion of the international search 29 November 1995	Date of mailing of the international search report 01.12.95
--	---

Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax (+ 31-70) 340-3016	Authorized officer Marangoni, G
---	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 95/01149

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE-A-4033261	23-04-92	NONE	
US-A-5203498	20-04-93	JP-A- 5038931	19-02-93
EP-A-236787	16-09-87	DE-A- 3606591 DE-A- 3779446 JP-A- 62205816 US-A- 4821792	10-09-87 09-07-92 10-09-87 18-04-89
US-A-4993377	19-02-91	JP-A- 2246823	02-10-90
GB-A-1170096	12-11-69	DE-A- 1530634	08-01-70

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 95/01149

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 IPK 6 B60H1/08 B60H1/00 F01P3/20

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 IPK 6 B60H F01P

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE,A,40 33 261 (FA. CARL FREUDENBERG) 23.April 1992 siehe Spalte 5, Zeile 32 - Spalte 7, Zeile 6; Abbildung 2A ---	1,23,40
X	US,A,5 203 498 (Y. KAJIKAWA) 20.April 1993 siehe Spalte 2, Zeile 64 - Spalte 4, Zeile 37; Abbildungen 1,2 ---	1,23,40
A	EP,A,0 236 787 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG) 16.September 1987 ---	
A	US,A,4 993 377 (M. ITAKURA) 19.Februar 1991 ---	
A	GB,A,1 170 096 (DAIMLER-BENZ AG) 12.November 1969 -----	

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

- * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
 - *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
 - *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
 - *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
 - *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
 - *T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
 - *X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden
 - *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
 - *Z* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

29.November 1995

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

01.12.95

Name und Postanschrift der Internationale Recherchenbehörde
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax (+ 31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Marangoni, G

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 95/01149

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE-A-4033261	23-04-92	KEINE	
US-A-5203498	20-04-93	JP-A- 5038931	19-02-93
EP-A-236787	16-09-87	DE-A- 3606591	10-09-87
		DE-A- 3779446	09-07-92
		JP-A- 62205816	10-09-87
		US-A- 4821792	18-04-89
US-A-4993377	19-02-91	JP-A- 2246823	02-10-90
GB-A-1170096	12-11-69	DE-A- 1530634	08-01-70