



(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2005 056 717.7**
(22) Anmeldetag: **27.11.2005**
(43) Offenlegungstag: **31.05.2007**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **24.10.2024**

(51) Int Cl.: **B60H 1/02 (2006.01)**
B60H 1/00 (2006.01)
B60H 1/03 (2006.01)
B60H 1/04 (2006.01)
F01P 7/14 (2006.01)
F01P 3/20 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(62) Teilung in:
10 2005 063 705.1

(72) Erfinder:
Himmelsbach, Johann, Dr.-Ing., 51789 Lindlar, DE

(73) Patentinhaber:
**ATT AutomotiveThermoTech GmbH, 51429
Bergisch Gladbach, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:
siehe Folgeseiten

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtungen zum Betrieb eines Motorkühl- und Heizsystems in Kraftfahrzeugen**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zum Betrieb eines Kühl- und Heizungskreislaufs für Kraftfahrzeuge mit einer Brennkraftmaschine (1), die mittels eines mit einer Motorkühlmittelpumpe (7) umgewälzten Kühlmittels gekühlt wird, umfassend:

- Regeln eines Kühlmitteldurchsatzes durch die Brennkraftmaschine (1) und einen Fahrzeugkühlerzweig (6a) mit einem Fahrzeugkühler (8) mithilfe eines Kühlerventils (6, 6av) zur Kontrolle einer Kühlmitteltemperatur,
- wobei das Kühlmittel eines Heizungszweigs (4a) bei geöffnetem und geschlossenem Fahrzeugkühlerzweig (6a) über einen Heizungswärmetauscher (4), ein Heizungsventil (2) und die Motorkühlmittelpumpe (7) zwischen einem Motorausstritt und einem Motoreintritt zirkulieren kann, und
- wobei der Kühl- und Heizungskreislauf außerdem aufweist:

- einen durch die Motorkühlmittelpumpe (7) führenden Kühlkreislauf mit einem EGR-Kühler (100),

- einen durch die Motorkühlmittelpumpe (7), die Brennkraftmaschine (1) und einen Bypasszweig (6b) mit einem Bypassventil (6bv) führenden und den Fahrzeugkühler (8) umgehenden Kühlkreislauf,

- optional einen Zusatzbypasszweig (6c) mit Zusatzbypassventil (6cv), welcher unter Umgehung des Kühlerventils (6, 6av) und des Fahrzeugkühlers (8) durchströmbar ist,

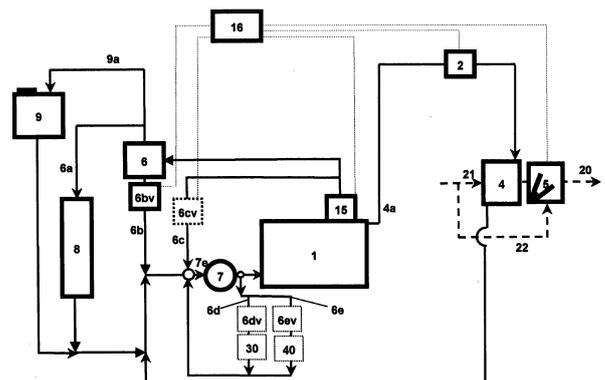
dadurch gekennzeichnet, dass

- der Kühlkreislauf mit dem EGR-Kühler (100) kein Kühlmittelventil aufweist,

- mithilfe von dem von einer Motorsteuerung (16) ansteuerbaren Heizungsventil (2) und Bypassventil (6bv) und optional dem Zusatzbypassventil (6cv) temporär eine Betriebsart mit einem stark abgesenkten

Motorkühlmittelgesamtdurchsatz eingestellt wird, bei welcher Betriebsart:

- dem Kühlmittel am Heizungswärmetauscher (4) oder am Fahrzeugkühler (8) Wärme entzogen wird,
- eine Kühlmitteltemperatur am Motoreintritt niedriger ist als eine Kühlmitteltemperatur am Motorausstritt,
- relativ zu mindestens einer alternativ von der Motorsteuerung (16) einstellbaren Betriebsart mit höherem Motorkühlmittelgesamtdurchsatz eine erhöhte Kühlmitteltemperaturdifferenz zwischen dem Motoreintritt und dem Motorausstritt vorliegt,
- der Kühlkreislauf mit dem EGR-Kühler (100) vom Kühlmittel durchströmt wird, und
- Kühlmittel mit deutlich niedrigerer Temperatur als am Motorausstritt in den EGR-Kühler (100) einströmt.



(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	00002206266	C2
DE	102 06 359	A1
DE	103 32 947	A1
DE	103 32 949	A1
DE	10 2005 035 121	A1
JP	2004- 285 919	A

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf Verfahren und Vorrichtungen nach dem Oberbegriff der unabhängigen Patentansprüche.

[0002] Die Erfindung ist insbesondere eine Weiterentwicklung der Patentanmeldung DE 10 2005 035 121 A1 des gleichnamigen Anmelders vom 23.07.2005. Sie bezieht sich insbesondere auf Verfahren und Vorrichtungen zum Betrieb eines Motorkühl- und Heizsystems mit verbesserter Nutzung der Motorabwärme für Kabinenheizzwecke und/oder zur Kraftstoffeinsparung und/oder zur Reduktion von Schadstoffemissionen.

[0003] Insbesondere bezieht sie sich auf ein luftseitig geregeltes Heiz- und Klimagerät in Kraftfahrzeugen, mit einem Heizungswärmetauscher, welcher dem Kühlmittel der Antriebsmaschine Wärme entzieht und an die mittels eines Heizungsgebläses durch den Heizungswärmetauscher geförderte Kabinenluft abgibt, sowie um verschiedene Lösungsansätze, um bei luft- wie wasserseitig geregelten Klimageräten Kraftstoff zu sparen.

[0004] In diesem Zusammenhang zeigt die Offenlegungsschrift DE 102 06 359 A1 eine Vorrichtung zum Betrieb eines Motorkühl- und Heizsystems mit einem motoraustrittsseitigen Dehnstoff-Thermostaten, bei welcher ein Bypassventil in einem einen Fahrzeugkühler umgehenden Bypasszweig angeordnet und in einem Warmlauf temporär geschlossen ist. Das Bypassventil ist Bestandteil eines als sogenannter Dreiteilerthermostat ausgebildeten Dehnstoff-Thermostaten und reduziert und/oder unterbindet in einem Warmlauf temporär sowohl eine Durchströmung eines Zylinderblocks als auch eines Zylinderkopfes einer Brennkraftmaschine.

[0005] Die Patentschrift DE 22 06 266 C2 zeigt eine Vorrichtung zum Betrieb eines Motorkühl- und Heizsystems mit einem motorausgangsseitig angeordneten Dehnstoff-Thermostaten und einem Zusatzventil, welches im Kühlmittelhauptstrom stromauf des motorausgangsseitig angeordneten Kühlerthermostaten angeordnet ist.

[0006] Das Schließen des Zusatzventils reduziert oder unterbindet den Kühlmitteldurchsatz in einem Zylinderkopf in einem Warmlauf, während ein Zylinderblock ohne Behinderung durch das Zusatzventil durchströmt wird.

[0007] Die DE 103 32 947 A1 zeigt eine Vorrichtung zum Betrieb eines Motorkühl- und Heizsystems mit einer Motorkühlmittelpumpe, die mit einer Schaltkupplung deaktivierbar ist, einer elektrisch betriebenen Zusatzpumpe im Heizkreislauf und einem motorausgangsseitig angeordneten Thermostaten (zweite

Steuereinheit) zur Kontrolle der Durchströmung der Brennkraftmaschine und der Wärmeabfuhr an einem Fahrzeugkühler in einem Kühlkreislauf.

Zusätzlich zum Thermostaten ist ein Umschaltventil (erste Steuereinheit) zwischen der Motorkühlmittelpumpe und je einem Kühlmittelintritt in einen Zylinderkopf und einen Zylinderblock (Zylinderkurbelgehäuse) angeordnet. Dieses Umschaltventil ist von einer Motorsteuerung ansteuerbar und kann das von der Motorkühlmittelpumpe kommende Kühlmittel je nach Einstellung dem Zylinderkopf und/oder dem Zylinderblock zuführen. Es wird eine erste Einstellung beschrieben, bei der das Umschaltventil das von der Motorkühlmittelpumpe kommende Kühlmittel nur einem dem Zylinderkopf zugeordneten Anschluss zuführt sowie eine zweite Einstellung bei der das Umschaltventil das von der Motorkühlmittelpumpe kommende Kühlmittel nur einem dem Zylinderblock (Kurbelgehäuse) zugeordneten Anschluss zuführt. In der zweiten Einstellung strömt das Kühlmittel zunächst durch den Zylinderblock und dann über die Zylinderkopfdichtung zum Zylinderkopf. In beiden Einstellungen strömt das dem Zylinderkopf oder dem Zylinderblock zugeführte Kühlmittel über einen gemeinsamen Kühlmittelaustritt, der am Zylinderkopf angeordnet ist. Das bedeutet dass bei eingeschalteter Motorkühlmittelpumpe zumindest der Zylinderkopf immer durchströmt ist, während der Zylinderblock in der ersten Einstellung nur relativ wenig durchströmt ist. Der Zylinderkopf steht mit dem Zylinderblock über Öffnungen in der Zylinderkopfdichtung strömungsleitend in Verbindung, so dass selbst in der ersten Einstellung nur bedingt von einer getrennten Durchströmung von Zylinderkopf und Zylinderblock gesprochen werden kann, d.h. es liegt lediglich partielles Split-Cooling vor. In einer Variante lehrt die Druckschrift DE 103 32 947 A1 einen Abgasrückführkühler (EGR-Kühler) und einen Motorölkühler so einzubinden, dass das durch diese beiden Bauteile geführte Kühlmittel direkt nach der Motorkühlmittelpumpe entnommen wird und erst stromab des Zylinderblocks sowie stromab des Zylinderkopfes mit dem durch Zylinderkopf bzw. Zylinderblock geförderten Kühlmittel zusammengeführt wird. Eine Durchströmung lediglich des EGR-Kühlers ohne gleichzeitige Durchströmung der Brennkraftmaschine (des Zylinderkopfes und/oder des Zylinderblocks) ist mit keiner Einstellung der zweiten Steuereinheit oder der Motorkühlmittelpumpe möglich. Das trifft auch für den Fall zu, dass die Motorkühlmittelpumpe durch die Schaltkupplung deaktiviert wird und lediglich die elektrische Zusatzpumpe aktiviert ist. Der Aufwand der mit der DE 103 32 947 A1 gelehrt Vorrichtung ist ganz beträchtlich.

[0008] Die DE 103 32 949 A1 beschreibt eine im Wesentlichen vergleichbare Vorrichtung zum Betrieb eines Motorkühl- und Heizsystems wie die oben diskutierte und prioritätsgleiche DE 103 32 947 A1 des

gleichen Anmelders, wobei eine weitere Steuereinheit das Durchströmen eines Getriebeölkühlers steuert.

[0009] Die JP 2004- 285 919 A beschreibt eine Vorrichtung zum Betrieb eines Motorkühl- und Heizsystems mit einem motoraustrittsseitigen Thermostaten, bei der ein Abgasrückführkühler von einem Kühlmittelkreislauf durchströmt wird, der das Kühlmittel kurz hinter der Motorkühlmittelpumpe entnimmt und die Brennkraftmaschine (Zylinderkopf und Zylinderblock) umgeht.

[0010] Die DE 10 2005 035 121 A1 beschreibt eine Vorrichtung und ein Verfahren, bei welchem mit vergleichbar geringem Bauteilaufwand sowohl im gesetzlichen Abgastest, d.h. ohne AC-Betrieb und ohne Heizung, als auch im normalen Kundenbetrieb mit Heizungs- und/oder AC-Betrieb Kraftstoff gespart werden kann. Dabei spielen die temporäre Drosselung des Kühlmitteldurchsatzes im Heizungsweig 4a und im Bypassweig 6b jeweils für sich alleine betrachtet bereits eine erhebliche Rolle bezüglich des Kraftstoffeinsparpotentials, bei gleichzeitiger Nutzung der beiden Maßnahmen wird der Nutzen noch erheblich erweitert.

[0011] Insbesondere werden in der DE 10 2005 035 121 A1 Kühl- und Heizsysteme vorgestellt, bei denen mittels einfacher und preiswerter Zusatzventile und Zusatz-Bypassleitungen Kraftstoffverbrauchsvorteile erzielbar werden, wie sie nicht einmal von jüngst am Markt erschienenen und wesentlich teureren Systemen mit el. angetriebener und stufenlos regelbarer Hauptkühlmittelpumpe als Motorkühlmittelpumpe 7 unter gleichzeitiger Kennfeldkühlung mit el. beheizbarem Dehnstoff-Thermostaten erzielt werden. Insbesondere die spezifische Einbindung des Motorölkühlers 30 und gegebenenfalls des Getriebeölkühlers 40 mit einer rechtzeitigen Nutzung im Warmlauf des MVEG und unter Umschaltung als Wärmequelle bzw. Wärmesenke bei Betrieb mit Heizwärmemangel bzw. bei Abwärmeüberschuss erweitert hierbei den Gesamtnutzen im Ganzjahresbetrieb erheblich.

[0012] Die in der DE 10 2005 035 121 A1 gezeigten Beispiele eines Kühl- und Heizkreislaufs für Kraftfahrzeuge zeigen insbesondere einen Kühlerthermostaten 6 mit Eintrittstemperaturregelung, d.h. der Bypassweig 6b ist stromauf des Kühlerthermostaten 6 angeordnet. Die Motoreintrittstemperatur wird dabei primär definiert aus der Mischtemperatur des Bypasszweigs 6b und des Fahrzeugkühlerzweigs 6a, welche sich in der Mischkammer des Kühlerthermostaten 6 einstellt und auf das Dehnstoffelement wirkt.

[0013] Insbesondere zeigt **Fig. 7**, diese ist identisch mit **Fig. 11** der DE 10 2005 035 121 A1 ein auf den

ersten Blick relativ aufwändig erscheinendes System mit besonders weitgefasstem Nutzungsbereich, mit von einer Motorsteuerung 16 frei ansteuerbarem Bypassventil 6bv in einem Bypassweig 6b und einem Heizungsventil 2 sowie den optionalen Zusatzzweigen in Form eines Motorölkühlerzweigs 6d, eines Getriebeölkühlerzweigs 6e und eines Zusatzbypasszweigs 6c mit optionalen Zusatzventilen in Form eines Ventils 6dv im Motorölkühlerweig 6d, eines Ventils 6ev im Getriebeölkühlerweig 6e und eines Zusatzbypassventils 6cv im Zusatzbypassweig 6c.

[0014] Der Kostenvorteil bei vergleichbarerem oder gar besserem Kraftstoffverbrauch in dieser exemplarischen und hier zunächst bewusst ausgewählten, relativ aufwändigen, Ausgestaltung gemäß **Fig. 7** bzw. **Fig. 1** und **Fig. 17** ist - verglichen mit der oben angesprochenen Serienlösung mit el. Motorkühlmittelpumpe 7 und Kennfeldthermostat - bereits unter Beschränkung auf den Kraftstoffverbrauch im MVEG ganz erheblich. Bei sommerlichem AC-Betrieb mit luftseitiger Regelung der Innenraumtemperatur oder bei Winterfahrt mit Heizung nehmen die Kraftstoffverbrauchseinsparungen noch erheblich zu. Das Kosten/Nutzen-Verhältnis lässt sich dabei noch steigern, wenn ein Teil der optionalen Ventile bzw. Zweige in **Fig. 7** entfällt.

[0015] Die Anwendung des Gedankenguts der DE 10 2005 035 121 A1 ist bei den meisten am Markt befindlichen Motoren mit - im Vergleich zu alternativen Technologien zur Kraftstoffeinsparung - sehr geringen Kosten möglich. Dennoch gibt es Anwendungen und Hersteller mit speziellen Auslegungsphilosophien des Kühl- und Heizsystems, bei denen die Anwendung des Gedankenguts der DE 10 2005 035 121 A1 eine systemspezifische Anpassung und ggf. die Berücksichtigung von Sondereffekten erforderlich macht, insbesondere um kostenträchtige Umstellungen an bereits geplanten Motoren bzw. Fahrzeugen zu vermeiden. Dies betrifft insbesondere die Bauart des Kühlerthermostaten 6 sowie den Bauraum einschließlich der Einbauposition des Bypassventil 6bv aber auch die grundsätzlichen Unterschiede bei eintrittsseitiger und austrittsseitiger Temperaturregelung des Kühlerthermostaten 6.

[0016] In Zusammenschau mit der DE 10 2005 035 121 A1 ergibt sich hieraus die Aufgabe, einen Motorkühlkreislauf mit einem Heiz- und/oder Klimagerät und insbesondere mit einem Heizgerät mit luftseitiger Regelung der Kabinentemperatur, so umzugestalten, dass sich auf kosteneffiziente Weise eine Verbesserung des Kraftstoffverbrauchs und/oder der Kabinenheizwirkung und/oder der Schadstoffemission realisieren lässt.

[0017] Diese Aufgabe wird mit den Verfahren und Vorrichtungen gemäß den unabhängigen Ansprüchen gelöst. Auch die abhängigen Ansprüche lösen diese Aufgabe.

[0018] Einige Ausführungsbeispiele bieten insbesondere den Vorteil, bereits im gesetzlichen Abgastest, d.h. ohne Heizleistungsentnahme am Kabinenwärmetauscher, im Vergleich zu bekannten Systemen in der Teillast nicht nur einen erheblich erweiterten Regelbereich für die brennraumseitigen Motorbauteiltemperaturen sowie die Öltemperaturen zu ermöglichen, sondern darüber hinaus eine sehr hohe Kühlreserve für das plötzliche Umschalten auf Volllast ohne temporäre Leistungseinbuße bereitzustellen.

[0019] In Verbindung mit der Lehre der nicht veröffentlichten DE 10 2005 035 121 A1 erweitert sich der Nutzungsbereich je nach Ausführungsbeispiel sogar in Bereiche hinein, die weit über die Minimierung der wärmeaktiven Masse und der Wärmeverluste im Heizungsweig 4a hinausgehen, bis hin zu der Möglichkeit, sehr kostengünstig Wärmemanagementfunktionalitäten darzustellen bzw. zu verbessern, die bei bisher bekannten Wärmemanagementmaßnahmen aufwändige Zusatzkomponenten wie el. Kennfeld-Thermostaten, Dreiteilerthermostaten, stufenlose el. Drehschieber als von der Motorsteuerung angesteuerter Kühlerthermostatsatz oder gar el. Motorkühlmittelpumpen als Motorkühlmittelpumpe 7 verwenden und dennoch nicht das ganze Kraftstoffeinsparpotential ausschöpfen.

[0020] Dabei werden in der DE 10 2005 035 121 A1 und in der Erfindung neben dem Patentanspruch 1 der DE 10 2005 035 121 A1 eine ganze Reihe eigenständiger Zusatzansprüche beschrieben, die bereits für sich alleine Bestand haben und auch für sich alleine zur Lösung der Aufgabenstellung herangezogen werden können, in Verbindung mit Patentanspruch 1 der DE 10 2005 035 121 A1 und auch in Verbindung mit Patentanspruch 1 bzw. dem Verfahren nach Ziffer 1 der Erfindungsbeschreibung eine ganz besondere synergetische Wirksamkeit entfalten können. Dies betrifft neben der energiesparenden temporären Temperaturschichtung im Heizungsweig ganz besonders die vielseitige Nutzung des motorölseitigen Wärmeübergangs innerhalb der Brennkraftmaschine 1 sowie des Motorölkühlers 30 bei gleichzeitiger Begrenzung des Motorkühlmitteldurchsatzes und hierbei insbesondere unter dessen feinfühligem Anpassung bezüglich der motorinternen Bauteiltemperatur in der Teillast je nach Kabinenheizbedarf, Abwärmeüberschuss und erforderlicher Kühlreserve bezüglich eines potentiellen Sprungs auf Motorvolllast.

[0021] Wie im Zusammenhang mit der Aufgabenstellung bereits beschrieben und weiter unten noch

erläutert wird, unterscheiden sich zahlreiche Ausführungsbeispiele vom Stand der Technik (einschließlich der nicht veröffentlichten DE 10 2005 035 121 A1) dadurch, dass zunächst (z.B. bei der Beschreibung zu **Fig. 1-6**) vorwiegend Ausführungsbeispiele beschrieben werden, bei welchen ein Kühlerthermostat 6 motoraustrittsseitig angeordnet ist, d.h. zwischen dem Motoraustritt und dem Kühlmittelzulauf zu einem Fahrzeugkühler 8. Dass das z.T. im Hinblick auf die Neuheit relativ zum Stand der Technik in Bezug auf die nicht veröffentlichte DE 10 2005 035 121 A1 mit Figuren zu Systemen mit eintrittsseitig angeordnetem Kühlerthermostat 6 relevant ist, ist - sofern es als potentiell notwendig erscheint - in den Patentansprüchen berücksichtigt.

[0022] Die sehr ausführlich formulierten Patentansprüche sowie die neuen Systemschaltbilder sind mehr als ausreichend, um die Weiterführung der DE 10 2005 035 121 A1 sowie neu hinzugekommene Merkmale wie die sehr spezielle Einbindung des EGR-Kühlers 100 z.B. nach Patentanspruch 1 oder **Fig. 17** nachzuvollziehen. Deshalb werden nachfolgend nur einige wichtige Merkmale beschrieben. Zusätzlich werden später systembedingte Abstriche, die sich insbesondere je nach Motorbauart ergeben können, umrissen. Dies erfolgt insbesondere anhand der beispielhaften Schaltbilder in **Fig. 1-9** sowie 12-18, insbesondere mit motoraustrittsseitiger Thermostat-Regelung in **Fig. 1-6** und 12-18.

[0023] Nachfolgend erfolgt zunächst eine Beschreibung der Erfindung mit Blick auf **Fig. 1** und **Fig. 17**, d.h. auf die Wirkmechanismen in Bezug auf den Motorölkühler 30, den Getriebeölkühler 40 und den EGR-Kühler 100. Es versteht sich, dass die Erfindung nicht auf Ausführungen nach **Fig. 1** und **Fig. 17** beschränkt ist.

[0024] Ein ganz grundsätzliches Mittel der verschiedenen Varianten der erfindungsgemäßen Verfahren und Vorrichtungen ist es regelmäßig, einerseits den Gesamtkühlmitteldurchsatz durch die Brennkraftmaschine 1 zu begrenzen und gleichzeitig eine ausreichende und unmittelbar verfügbare Kühlreserve bereitzustellen. Bevorzugt geschieht das Umschalten auf hohe Kühlleistung durch das Öffnen eines schaltbaren Bypassventils 6bv alleine, gegebenenfalls aber auch mittels einer zusätzlichen Leistungserhöhung einer regelbaren Motorkühlmittelpumpe 7. Dabei erfolgt die Wärmeentnahme an einem Heizungswärmetauscher 4 in besonders bevorzugten Ausgestaltungsformen gegebenenfalls ebenfalls bei abgesenktem Gesamtkühlmitteldurchsatz durch die Brennkraftmaschine 1 und insbesondere auch die Wärmeabgabe am Fahrzeugkühler 8.

[0025] Der Motorölkühler 30, der Getriebeölkühler 40 und der EGR-Kühler 100 sind in **Fig. 1** bzw. in

Fig. 17 so eingebunden, dass diese unter zumindest weitgehender Vermeidung einer Durchströmung der Brennkraftmaschine 1 auch dann voll durchströmbar sind, wenn der Gesamtkühlmitteldurchsatz durch die Brennkraftmaschine 1 von der Motorsteuerung 16 herabgesetzt wird.

Die zeitlich optimierte Einbindung des Motorölkühlers 30 und des Getriebeölkühlers 40 bereits vor Öffnen des Fahrzeugkühlers 8 aber auch bei Abwärmeüberschuss und/oder die temporäre Ausnutzung des Motorölkühlers 30 und des Getriebeölkühlers 40 als Wärmequelle für die Heizung bzw. als Wärmesenke bei überschüssigem Heizpotential sind hierbei sehr effektive Zusatzoptionen.

[0026] Die Erfindung überträgt insbesondere Erkenntnisse an einem Kühlsystem mit einem motor-eintrittsseitigen Kühlerthermostaten 6 wie in **Fig. 7** auf ein Kühlsystem mit einem motorausstrittsseitigen Kühlerthermostaten 6 wie in **Fig. 1** und **Fig. 17**.

[0027] Die Erfindung lehrt insbesondere, dass eine Verallgemeinerung der Lehre der DE 10 2005 035 121 A1 auf beliebige Motorkühlsysteme möglich ist und dass das gewisse Anpassungen und/oder Einschränkungen bedarf. Vor diesem Hintergrund zeigt **Fig. 1** die Übertragung der später noch diskutierten **Fig. 7** (diese ist identisch mit **Fig. 11** der DE 10 2005 035 121 A1) mit Eintrittstemperaturregelung auf ein Kühlsystem mit Austrittstemperaturregelung. Der Entlüftungszweig 9a ist hierbei in Analogie zu **Fig. 7** stromab des Kühlerthermostaten 6 angeordnet und somit im Warmlauf zunächst gesperrt. Im Vergleich zu **Fig. 7** bedeutet dies i.a. zunächst eine etwas größere Sensitivität bezüglich der Entlüftung im Warmlauf, da eine unmittelbare Verbindung des Motors zum Luftpolster des Ausgleichsbehälters 9 fehlt. Gegebenenfalls kann hier die Einbindung eines Spezialrückschlagventils 9rv, welches bevorzugt nur Luftblasen und weniger eine geschlossene Wassersäule passieren lässt, vorgesehen werden, so wie es in **Fig. 1b** gezeigt ist. Es kann unter Verzicht auf etwas thermisches Potential in **Fig. 1b** anstelle des Spezialrückschlagventils 9rv auch einfach eine starke Drosselung im Entlüftungszweig 9a vorgesehen werden. Eine ganz analoge Vorgehensweise ist, verbunden mit gewissen Mehrkosten, auch ausgehend von **Fig. 7** möglich, wobei dann der Rücklauf des Ausgleichsbehälters 9 stromab des Kühlerthermostaten 6 angeordnet wird.

[0028] Das Bypassventil 6bv sitzt - analog zu **Fig. 7** - auch bei **Fig. 1** und **Fig. 1b** sowie in **Fig. 17** im Bypasszweig 6b und übernimmt wiederum die Aufgabe, bei erhöhtem Kühlbedarf mittels schneller Öffnung sofort einen hohen Gesamtkühlmitteldurchsatz durch den Motor bereitzustellen. Auch diese Variante erlaubt speziell im Warmlauf eine weitgehende Umsetzung der erfindungsgemäßen Vorteile. Bezüg-

lich des Freiheitsgrades, mittels temporärer Öffnung des Bypassventils 6bv eine Temperaturregelung vorzunehmen, bestehen hier aber prinzipbedingte Einschränkungen: Wenn ein als Thermostatventil ausgebildeter Kühlerthermostat 6 erst einmal mit überwärmtem Kühlmittel angeströmt wird, wird es längere Zeit nicht mehr schließen, d.h. für eine brauchbare Temperaturregelung muss das Bypassventil 6bv dann geöffnet bleiben. Damit ergibt sich zwangsläufig eine Temperaturregelung auf die Thermostatnenntemperatur und das bei in der Teillast vielfach deutlich zu hohem Gesamtkühlmitteldurchsatz durch den Motor. Gleichzeitig sollte das Öffnen des Bypassventils 6bv nicht bei Motorkühlmitteltemperaturen allzu weit oberhalb der Thermostatöffnungstemperatur erfolgen, da sonst das stark überwärmte Kühlwasser den Fahrzeugkühlerzweig 6a mit einem starken Überschwinger öffnet und vorübergehend sehr kaltes Kühlmittel in den Motor strömt.

[0029] In diesem Zusammenhang gewinnt die Einbindung des Heizungsrücklaufs des Heizungszweigs 4a und gegebenenfalls des Zusatzbypasszweigs 6c stromab des Kühlerthermostaten 6 erheblich an Bedeutung, da ab Kühlmitteltemperaturen oberhalb der Thermostatnenntemperatur nur hiermit das vorzeitige Öffnen des Kühlerthermostaten 6 verhindert werden kann. Insbesondere hilft in **Fig. 1** die Entnahme des Kühlwassers für den Zusatzbypasszweig 6c weit stromauf des Kühlerthermostaten 6 dahingehend, dass kein zusätzlicher konvektiver Wärmetransport zum Kühlerthermostaten 6 erfolgt und dieser im Warmlauf zunächst geschlossen bleibt. Darüber hinaus hilft im MVEG die Wärmeübertragung an das im Warmlauf i.a. etwas unterkühlte Öl dabei, dass der Kühlerthermostat 6 trotz sehr geringem Kühlmittelgesamtdurchsatz durch den Motor für lange Zeit nicht wegen Überhitzungsgefahr geöffnet werden muss und dass der beschriebene Temperatur-Regelüberschwinger beim Übergang zu offenem Bypassventil 6bv motorseitig in Grenzen gehalten werden kann.

[0030] Aber auch bei Entfall des Zusatzbypasszweigs 6c und sogar bei Entfall des Motorölkühlers 30 und des Getriebeölkühlers 40 gemäß **Fig. 2** führt die Unterbindung der Durchströmung des Bypasszweigs 6b aufgrund des geringeren wasserseitigen Wärmeübergangskoeffizienten im Warmlauf zu einer Erhöhung der brennraumseitigen Motorbauteiltemperaturen und damit neben Vorteilen bei der Verbrennung vor allem auch zu einer verbesserten Reibleistung an der Zylinderlaufbahn. Im einfachsten Fall wird hierbei im MVEG das Heizungsventil 2 möglichst lange geschlossen gehalten, dann bei weiterhin geschlossenem Bypassventil 6bv geöffnet und bei Annäherung an die Thermostat-Nenntemperatur das Bypassventil 6bv geöffnet. Eine Überhöhung der Kühlmitteltemperatur am Motorausstritt über die Thermostatnenntemperatur hinaus ist hier nur bei ther-

moschockresistenten Motoren möglich, so dass sich die praktische Anwendung gemäß **Fig. 2** primär auf den Warmlauf bzw. den Winterbetrieb mit Heizleistungsdefizit beschränken dürfte.

[0031] Bei Wärmeentnahme am Heizungswärmetauscher 4 werden bei der Ausgestaltung gemäß **Fig. 2** Vorteile bezüglich der Heizwirkung erzielt, da nicht der gesamte Heizkreislauf erwärmt werden muss, der Bypasszweig 6b weitgehend kalt bleibt und sich die Motorerwärmung bei geschlossenem Bypasszweig 6b primär auf die brennraumnahen Zonen des Motorblocks und -kopfes beschränkt.

Die verbesserte Verbrennung und die Absenkung des wasserseitigen Wärmeübergangskoeffizienten an der Zylinderlaufbahn überkompensieren hier bei vielen Motoren den Effekt der abgesenkten Kühlmiteintrittstemperatur, bereits ohne Nutzung des Motorölkühlers 30, so dass sich die beschriebenen Kraftstoffverbrauchseffekte nutzen lassen. Die kraftstoffverbrauchsorientierte Optimierung des Kühlmitteldurchflusses im Heizungsweig 4a wird bereits in der DE 10 2005 035 121 A1 ausführlich beschrieben und hängt neben den motorspezifischen Einflüssen und dem Heizbedarf auch von der Leistungscharakteristik des Heizungswärmetauschers 4 sowie dem Vorhandensein eines Zusatzbypasszweigs 6c ab. Darauf wird bei der weiter unten noch folgenden Beschreibung der Einbindung eines EGR-Kühlers 100 in der Art der Patentansprüche mit EGR-Kühler 100 bzw. der **Fig. 17** und der **Fig. 18** noch näher eingegangen.

[0032] Die Konfigurationen gemäß **Fig. 1**, **Fig. 1a** und **Fig. 2** haben ebenso wie bei **Fig. 17** gegenüber **Fig. 7** einen gewissen Fail-Save-Vorteil, der darin besteht, dass bei starker Überhitzung des Kühlmittels der Kühlerthermostat 6 mittels natürlicher Konvektion erwärmt wird und zu öffnen beginnt, so dass letztlich der Fahrzeugkühlerzweig 6a freigegeben wird.

[0033] Für Extremsituationen ist das hilfreich, der damit einhergehende potentielle ThermoSchock aufgrund stark unterkühlten Kühlwassers am Motoreintritt ist aber nicht als regelmäßig wiederkehrender Effekt erstrebenswert und sollte daher durch rechtzeitiges Öffnen des Bypasszweigs 6b vermieden werden.

[0034] Im Gegenzug zu diesem eigentlich nicht benötigten Fail-Save-Vorteil gehen die Freiheitsgrade bezüglich der Überhöhung der Kühlmitteltemperatur über die Thermostat-Nenntemperatur hinaus spätestens nach dem ersten absichtlichen Öffnen des Bypassventils 6bv oder aufgrund natürlicher Konvektion bei fortgeschrittener Erwärmung des Kühlmittels auf Thermostat-Nenntemperatur oder darüber hinaus verloren. Vor diesem Hintergrund zeigt **Fig. 3** eine Anordnung des Bypassventils 6bv

stromauf des Kühlerthermostaten 6, die der Motorsteuerung 16 eine möglichst weitreichende Hoheit bezüglich der Anhebung der Kühlmitteltemperatur weit über die Thermostatnenntemperatur hinaus einräumt. Das Bypassventil 6bv verschließt hierbei den Bypasszweig 6b und den Fahrzeugkühlerzweig 6a gleichzeitig. Ein plötzliches Öffnen des Bypassventils 6bv bei überwärmtem Kühlmittel erfolgt auch hier wieder mit ThermoSchock-Risiko, welches aber dadurch eingegrenzt werden kann, dass der Fahrzeugkühlerzweig 6a durch getaktetes Öffnen des Bypassventils 6bv im Durchfluss begrenzt werden kann.

[0035] Auch wenn im Vergleich zum Beispiel gemäß **Fig. 7** im Normalfall eine prinzipbedingt schlechtere Regelqualität resultieren dürfte, so ist diese Vorgehensweise unter der Vorgabe eines austrittsseitig geregelten Basismotors immer noch effizient bezüglich des Kraftstoffverbrauchs mit und ohne Heizbedarf. Analoges bezüglich der Regelgüte gilt für alle Ausgestaltungen gemäß **Fig. 1-4**, wobei speziell der Heizungsrückfluss stromab des Kühlerthermostaten 6, der Zusatzbypasszweig 6c und die spezifische Einbindung des Motorölkühlers 30 und des Getriebeölkühlers 40 einen maßgeblichen Beitrag dazu leisten, dass - trotz der prinzipbedingten Nachteile beim Einsetzen der Wärmeabgabe am Fahrzeugkühler 8 - eine nutzbare Erhöhung der brennraumseitigen Bauteiltemperaturen und der Öltemperaturen erzielbar ist, wenn auch unter Einschränkung der nutzbaren Kennfeldbereiche.

[0036] Zur Entschärfung des potentiellen Überschingers bei plötzlicher Umströmung des austrittsseitigen Kühlerthermostaten 6 mit überwärmtem Kühlmittel aufgrund der Öffnung des Bypassventils 6bv ist die oben beschriebene Taktung des Bypassventils 6bv sehr hilfreich. So führt z.B. in **Fig. 1** die getaktete Öffnung des Bypassventils 6bv beim Übergang zum Kühlbetrieb zwar immer noch zu einem signifikanten Eintrag von sehr kaltem Kühlmittel aus dem Fahrzeugkühlerzweig 6a, doch hilft die dämpfende Wirkung eines relativ großen Kühlmitteldurchsatzes im Heizungsweig 4a und im als Minibypasszweig ausgebildeten Zusatzbypasszweig 6c sowie der Wärmetausch im Motorölkühler 30 und im Getriebeölkühler 40 erheblich dabei, einen allzu großen Überschinger zu vermeiden. Dabei ist es bei der Ausgestaltung gemäß **Fig. 1** i.a. günstiger mit Kühlmitteltemperaturen am Motorausstritt zu arbeiten, die nicht allzu weit oberhalb der Thermostatnenntemperatur liegen. Eine Ausgestaltung gemäß **Fig. 4** bietet in diesem Zusammenhang den besonderen Vorteil, dass hier auch deutlich höhere Motoraustrittstemperaturen des Kühlmittels noch handhabbar sind, da hier eine ungewollte Kühlerdurchströmung von der Motorsteuerung 16 bzw. vom Bypassventil 6bv direkt unterbunden werden kann.

[0037] Eine signifikante Erweiterung des Nutzungsbereichs ergibt sich beim System gemäß **Fig. 5** dadurch, dass mittels der Wärmeentnahme am Heizungswärmetauscher 4 und/oder am Motorölkühler 30 bzw. Getriebeölkühler 40 auch bei weit über die Thermostatnenntemperatur hinaus erhöhter Kühlmitteltemperatur am Motorausstritt und trotz geringem Gesamtkühlmitteldurchsatz durch den Motor zusätzliche Betriebssituationen einstellbar sind, die insbesondere bei Wärmeüberschuss durch einen geringen Durchfluss im Fahrzeugkühlerzweig 6a und somit eine geringe Wärmeabgabe am Fahrzeugkühler 8 gekennzeichnet sind. Bei Heizleistungsentnahme bleibt der Fahrzeugkühlerzweig 6a bei abgesenktem Kühlmitteldurchfluss im Heizungszweig 4a selbst bei Kühlmittelvorlauftemperaturen der Heizung von 110°C und mehr noch geschlossen, da der Kühlerthermostat 6 mit der unterkühlten Rücklauftemperatur des Heizungsziweigs angeströmt wird. Der als Minibypasszweig ausgebildete Zusatzbypasszweig 6c sorgt rechtzeitig für einen Wärmetransport vom Motorkopf zum Motorölkühler 30 und zum Getriebeölkühler 40 und zum Motorblock, lange bevor der Fahrzeugkühlerzweig 6a geöffnet werden muss und auch noch bei Motorkühlmittelaustrittstemperaturen oberhalb der Thermostatnenntemperatur. Muss Abwärme am Fahrzeugkühler 8 abgeführt werden, so öffnet im ersten Schritt nur der Heizungs-zweig 4a, so dass dann ohne Heizung bzw. bei moderater Heizleistungsentnahme die Rücklauftemperatur oberhalb der Thermostatöffnungstemperatur liegt und die Kühlerwirkung aktiviert. Durch das Geschlossenhalten des Bypassventils 6bv strömt nur ein vergleichsweise geringer Kühlmittelstrom durch den Fahrzeugkühler 8, selbst wenn der Kühlerthermostat 6 angesichts des überwärmten Kühlmittels u.U. zunächst einen starken Überschwinger zeigt und komplett öffnet. Diesen vergleichsweise geringen Kühlmitteldurchsatz kann der Wärmeübergang im Motorölkühler 30 und Getriebeölkühler 40 sowie der Rückfluss aus dem Zusatzbypasszweig 6c selbst bei sehr niedriger Kühleraustrittstemperatur relativ gut ausgleichen. Dies gilt ganz besonders, wenn es gelingt, die Rücklauftemperatur im Heizungs-zweig unter Erfüllung des Heizbedarfs so zu gestalten, dass diese nur unwesentlich über der Thermostat-Nenntemperatur von beispielsweise 85°C liegt und somit der Kühlerthermostat 6 primär den Bypass-zweig 6b offen hält und den Fahrzeugkühlerzweig 6a nur wenig öffnet. In dieser Betriebsart ergibt sich angesichts der stets vorhandenen Drosselwirkung im Heizungs-zweig eine sehr feinfühligke Dosisierbarkeit der Wärmeabfuhr am Fahrzeugkühler 8 mittels des von der Motorsteuerung 16 direkt beeinflussbaren Heizungsventils 2.

[0038] Durch die Dosisierbarkeit der Wärmeabfuhr am Fahrzeugkühler 8 selbst noch bei überwärmtem Kühlmittel erstreckt sich die Anwendbarkeit dieser Vorgehensweise nicht nur auf den Betrieb mit Hei-

zung sondern auch auf den Betrieb ohne Heizung bzw. im gesetzlichen Abgastest.

[0039] Des Weiteren ist während der Heißkühlung mit und ohne Heizleistungsentnahme stets ein sehr hohes Kühlpotential für den plötzlichen Übergang auf Motorvollast verfügbar, welches mittels des schnellen Öffnens des Bypassventils 6bv abgerufen werden kann. Ebenso wie in **Fig. 1-4** kann auch hier ein getaktetes Öffnen des Bypassventils 6bv helfen, eine zu starke Motorkühlung beim Übergang auf Wärmeabgabe am Fahrzeugkühler zu vermeiden. Gewisse Einbußen bezüglich der Regelgüte sowie der Bauteil- sowie Ölerwärmung in den Betriebskennfeldern mit Anhebung der Kühlmitteltemperaturen am Motorausstritt über die Thermostatnenntemperatur hinaus sind auch hier letztlich nicht so gut zu vermeiden wie bei der Ausgestaltung gemäß **Fig. 7**. Dennoch sind bereits die Vorteile bis zum Erreichen der Thermostatnenntemperatur von z.B. 85°C so groß, dass die praktische Anwendung sehr kosteneffizient ist.

[0040] Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens unter Berücksichtigung der Vorgabe eines motorausstrittseitigen Kühlerthermostaten 6 zeigt **Fig. 6**, mit einem Feedback-Bypasszweig 6f vom Pumpenausstritt zu einer Position stromab des Bypassventils 6bv und stromauf des Kühlerthermostaten 6. Der Feedback-Bypass-zweig 6f führt bei geschlossenem Bypassventil 6bv dazu, dass der Kühlerthermostat ähnlich wie ein eintrittsseitiger Kühlerthermostat 6 reagiert, verbunden mit den entsprechenden Vorteilen bezüglich der Regelgüte. Die Motorkühlmittelpumpe 7 wirkt hierbei wie die Mischkammer eines eintrittsseitigen Kühlerthermostaten 6, indem sie alle Teilströme mischt und einen Teilstrom in dem Feedback-Bypasszweig 6f mit der Mischtemperaturinformation an das Dehnstoffs-element des Kühlerthermostaten 6 leitet. Sollte diese Mischtemperatur die Thermostatnenntemperatur spürbar übersteigen, so würde auch dies zu einem starken Öffnen des Fahrzeugkühlerzweigs 6a führen. Die in diesem Betriebszustand eintrittsseitige Temperaturregelung bewirkt jedoch bei hinreichendem Kühlpotential des Fahrzeugkühlers 8, dass sich die Kühlmitteltemperatur am Motoreintritt stets nahe der Thermostat-Nenntemperatur befindet, bei immer noch reduziertem Gesamtkühlmitteldurchsatz durch den Motor. Selbst ein kleiner Überschwinger des Kühlerthermostaten 6 beim Übergang in den Betrieb mit Wärmeabgabe am Fahrzeugkühler 8 führt zunächst aufgrund der Drosselwirkung in dem relativ kleinen Feedback-Bypasszweig auch zu einem kleinen Kühlmitteldurchsatz durch den Fahrzeugkühler 8.

[0041] Bei geringem Gesamtdurchsatz durch den Motor ergeben sich somit wiederum die beschriebenen Vorteile bezüglich des wasserseitigen Wärme-

übergangskoeffizienten und aus der Zunahme der Motorkühlmitteltemperatur während der Motordurchströmung sowie die zusätzlichen Freiheitsgrade durch das Heizungsventil 2 und/oder das Zusatzbypassventil 6cv. Auch wenn damit nicht ganz alle Kennfeldpunkte angefahren werden können, die das System gemäß **Fig. 7** ermöglicht, bedeutet dies eine signifikante Erweiterung des Nutzungspotentials bei motoraustrittseitigem Kühlerthermostaten 6.

[0042] Im Vergleich zur Vorgehensweise gemäß **Fig. 5** ist bei **Fig. 6** die Regelgüte in einigen Bereichen signifikant besser. Im Gegenzug ist es z.T. nicht ganz so weitgehend möglich, mit deutlich über 85°C warmem Kühlmittel das Öl zu beheizen, da der Kühlerthermostat 6 die Motoreintrittstemperatur und damit auch die Ölkühlereintrittstemperatur definiert. Zur Behebung dieses Nachteils kann gegebenenfalls ein el. beheiztes Dehnstoffelement des Kühlerthermostaten 6 Abhilfe schaffen. Methoden, wie in Verbindung mit einem gedrosselten Gesamtkühlmitteldurchsatz durch den Motor auch damit eine hinreichend schnell verfügbare Vollast-Kühlreserve bereitgestellt werden kann, sind in der DE 10 2005 035 121 A1 beschrieben. Insbesondere wird dort in diesem Zusammenhang auch beschrieben, wie die lokale Temperaturschichtung in den Bauteilen und im Kühlwasser hilft, im Vergleich zur konventionellen Kennfeldkühlung mit el. beheiztem Kühlerthermostaten 6 und systembedingt hohem Kühlmitteldurchsatz im Bypasszweig 6b bei angehobener Kühlmitteltemperatur, wesentlich schneller die erforderliche Kühlwirkung der Motorbauteile und des Motoröls bereitzustellen. Hierzu liegt in diesem erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel eine gezielte Erhöhung der Temperaturschichtung in der Motorstruktur und im Kühlmittel von der Brennraumseite in Richtung Motoraußenhaut vor als auch innerhalb des Motors in Kühlmittelströmungsrichtung.

[0043] Der Vollständigkeit halber zeigt **Fig. 8** die Umgestaltung von **Fig. 7** auf ein Bypassventil 6bv im Kühlmittelhauptzweig stromab eines eintrittsseitigen Kühlerthermostaten 6. Auch hiermit lässt sich, insbesondere bei Bauraumrestriktionen im Bypasszweig 6b, ein Großteil der Vorteile aus **Fig. 7** nutzen, wenn gleich die Wärmeabfuhr bei geringem motorseitigem und kühlerseitigem Kühlmitteldurchsatz nicht ganz unproblematisch ist und eine Taktung des Bypassventils 6bv ratsam erscheinen lässt.

[0044] In Zusammenhang mit der praktischen Umsetzung eines Bypassventils 6bv in den verschiedensten Motorkühlkreisläufen ist insbesondere zu berücksichtigen, dass eine Anordnung des Bypassventils 6bv im Bypasszweig 6b, wie z.B. in **Fig. 1** und **Fig. 7**, aufgrund der i.a. geringeren Leitungsquerschnitte des Bypasszweigs 6b und des hier unproblematischeren Zusatzdruckverlustes i.a. technisch einfacher und preiswerter umsetzbar ist als im Kühl-

mittelhauptstrom, wie beispielsweise in **Fig. 4** und **Fig. 8**. Dennoch sind durchaus auch Anwendungen bekannt, bei denen Beschränkungen bezüglich des Bauraums oder der Zugänglichkeit am Motor- oder Fahrzeugkühlsystem die Anordnung des Bypassventils 6bv im Hauptstrom, d.h. z.B. gemäß **Fig. 4** oder **Fig. 8** vorteilhaft machen.

[0045] In der DE 10 2005 035 121 A1 wird insbesondere darauf hingewiesen, dass selbst bei Entfall eines Teils der optionalen Zusatzventile, insbesondere des Ventils 6dv im Motorölkühlerzweig 6d, des Ventils 6ev im Getriebeölkühlerzweig 6e und des Zusatzbypassventils 6cv im Zusatzbypasszweig 6c noch sehr weitreichende Vorteile bezüglich der Kraftstoffverbrauchseinsparung sowohl im MVEG als auch im Kundenbetrieb mit Heizungs- bzw. AC-Betrieb erzielbar sind. Dies gilt in besonders hohem Maße für die z.T. ebenfalls erfindungsgemäßen Ausgestaltungen bzw. Verfahren mit motoreintrittseitigen Kühlerthermostaten 6, d.h. an Thermostatpositionen wie z.B. in **Fig. 7**, zumindest im Warmlauf und im Betrieb mit hohem Heizbedarf aber auch für die für die erfindungsgemäßen Ausgestaltungen mit austrittsseitigem Kühlerthermostaten 6, d.h. an Thermostatpositionen wie z.B. in **Fig. 1** bzw. **Fig. 17**.

[0046] Ausgehend von **Fig. 7** liefert z.B. der Entfall des Ventils 6dv im Motorölkühlerzweig 6d im MVEG nur vergleichsweise geringe Nachteile, da in den ersten Minuten des Warmlaufs der Zusatzbypasszweig 6c geschlossen werden kann, so dass bei geschlossenem Heizungsventil 2 und geschlossenem Bypassventil 6bv keine Motordurchströmung anliegt und somit die Kühlmitteldurchströmung des Motorölkühlerzweigs 6d nur insofern eine Wärmeentnahme für den Motor bedeutet, dass der Motorölkühler 30 und der Kurzschlussbereich um die Motorkühlmittelpumpe 7 herum über das Motoröl maximal auf die im frühen Kaltstart i.a. noch relativ geringe Motoröltemperatur aufgeheizt wird.

Bei der im Vergleich hierzu thermisch etwas günstigeren Beibehaltung des Ventils 6dv im Motorölkühlerzweig 6d kann wahlweise auch das Zusatzbypassventil 6cv im Zusatzbypasszweig 6c ohne gravierende Verbrauchsnachteile entfallen, solange die Drosselwirkung des Zusatzbypasszweigs 6c hoch genug ist: Bei hinreichend starker Drosselung der motorinternen Strömung durch den Zusatzbypasszweig 6c und bei auslegungsbedingt sehr kleiner wärmeaktiver Masse dieses Zusatzbypasszweigs 6c, ergeben sich in der Warmlaufphase bis zum Öffnen des Ventils 6dv im Motorölkühlerzweig 6d bei beispielsweise 60°C Kühlmitteltemperatur nur geringe Einbußen bei den brennraumseitigen Motorbauteiltemperaturen und beim Kraftstoffverbrauch.

Selbst bei einem kompletten Entfall des Zusatzbypasszweigs 6c sowie - unter Inkaufnahme gewisser Zusatzverluste - auch des Ventils 6dv im Motorölküh-

lerzweig 6d lässt sich im MVEG noch ein signifikanter Teil der Kraftstoffeinsparungen realisieren: Die Funktionalitäten des Zusatzbypasszweigs 6c mit Zusatzbypassventil 6cv übernimmt dann der Heizungs-zweig 4a mit dem von der Motorsteuerung 16 betätigten Heizungsventil 2. Dabei ist klar, dass sich die größere wärmeaktive Masse des Heizungs-zweigs 4a im MVEG etwas ungünstiger auswirkt als das Arbeiten mit dem Zusatzbypasszweig 6c bei zunächst geschlossenem Heizungs-zweig 4a. Hinzu kommt, dass sich u.U. auch die Einbuße der regelungstechnischen Vorteile des Zusatzbypasszweigs 6c gegen Ende des MVEG etwas im Kraftstoffverbrauch niederschlägt. Weitere Details zu diesem Thema finden sich in der DE 10 2005 035 121 A1, ebenso wie entsprechende Details bezüglich des Kraftstoffverbrauchs und ggf. der Heizleistungssteigerung bei Wärmeentnahme am Heizungswärmetauscher 4, insbesondere unter Variation der Durchströmung des Motors und des Motorölkühlers 30 und des Getriebeölkühlers 40 mit und ohne Drosselung des Heizungs-zweigs 4a sowie mit und ohne Überschuss an Kabinenheizpotential, so dass an dieser Stelle auf eine Wiederholung verzichtet werden kann.

[0047] Die bisherigen Ausführungsbeispiele bezüglich einer erfindungsgemäßen Vorgehensweise konzentrierten sich im Wesentlichen auf Anwendungen mit autarken Kühlerthermostaten 6, insbesondere mit Dehnstoffelement als Aktuator, gegebenenfalls mit el. beheiztem Dehnstoffelement zur Anpassung der Öffnungstemperatur mittels der Motorsteuerung 16, bevorzugt aber ohne el. Beheizung des Dehnstoffelements. Insbesondere die geringeren Kosten aber auch Vorteile bezüglich der Regelgüte, des Applikationsaufwandes und z.T. des Fail-Save-Verhaltens machen derartige Systeme mit als Dehnstoff-Thermostat ausgebildetem Kühlerthermostaten 6 besonders attraktiv.

[0048] Erfindungsgemäße Betriebsstrategien unter bedarfsgerechter Anpassung des Gesamtvolumenstroms durch den Motor und unter bedarfsgerechter Aufteilung auf den Heizungs-zweig 4a sowie den Motorölkühlerzweig 6d und den Getriebeölkühlerzweig 6e lassen sich aber auch mittels zweier getrennt ansteuerbarer Ventile in Form eines Kühlerventils 6av für den Fahrzeugkühlerzweig 6a und eines Bypassventils 6bv für den Bypasszweig 6b realisieren, wobei zumindest das Kühlerventil 6av fein verstellbar bzw. regelbar sein muss. In diesem Zusammenhang zeigt **Fig. 9** eine entsprechende Umgestaltung des Systems aus **Fig. 7**. Unter der Annahme, dass auch das Bypassventil 6bv taktbar ist, ist hier der Zusatzbypasszweig 6c entfallen. Dies ist nun möglich, ohne dass allzu große Nachteile bei der Regelung entstehen, da erhöhte Kühlmitteltemperaturen nicht mehr zwangsläufig zu einem Öffnen des Fahrzeugkühlerzweigs 6a führen.

Gegebenenfalls kann aber auch ein stets offener Zusatzbypasszweig 6c oder eine entsprechende Leckage am Bypassventil 6bv den gewünschten motorinternen Wärmetransport bei geringem Gesamtkühlmitteldurchsatz durch den Motor sicherstellen. Solange die Ölkühlerzweige mit Ventil 6dv im Motorölkühlerzweig 6d bzw. Ventil 6ev im Getriebeölkühlerzweig 6e ausgestattet sind, ist auch hierbei eine weitgehend bedarfsgerechte Einbindung des Motorölkühlers 30 und des Getriebeölkühlers 40 möglich.

Der Aufwand für zwei getrennt ansteuerbare Ventile in Form des Kühlerventils 6av und des Bypassventils 6bv ist nicht unerheblich, verglichen mit Alternativkonzepten mit el. Motorkühlmittelpumpe 7 und el. beheizbarem Kühlerthermostaten 6 aber immer noch kostengünstig, und das bei in Summe besserem Gesamtnutzen. Ganz wesentlich zur Maximierung des Gesamtnutzens ist hier insbesondere, dass erfindungsgemäße Einstellungen mit geringem Gesamtkühlmitteldurchsatz durch den Motor mit und ohne Wärmeentnahme am Heizungswärmetauscher 4 und/oder am Fahrzeugkühler 8 vorgenommen werden können.

[0049] Gerade hierzu sind bisher bekannte System nicht in der Lage, erst recht nicht bei luftseitig geregelter Klimaanlage. Vielmehr haben bisherige Systeme mit von der Motorsteuerung frei ansteuerbaren Ventilen bzw. Drehschiebern zumeist versucht, die Funktionalitäten konventioneller Kühlerthermostaten nachzubilden und zusätzlich eine freie Ansteuerbarkeit der Kühlerdurchströmung je nach Kühlbedarf mittels der Motorsteuerung 16 bereitzustellen. Dabei sind Funktionalitäten wie im Kaltstart zunächst stehendes oder sehr stark gedrosseltes Kühlwasser durchaus bekannt.

[0050] Die zeitliche Abfolge der Durchflusssteuerung im gesetzlichen Abgastest (MVEG) ist hierbei ohne el. regelbare Kühlwasserpumpe i.a. wie folgt:

1. Totdrosselung, d.h. stehendes Wasser im Motor (soweit technisch möglich)
2. Gedrosselte Motordurchströmung (Heizungs-zweig 4a bei wasserseitiger AC-Regelung geschlossen, bei luftseitiger Regelung offen)
3. Motordurchströmung mehr und mehr entdrosselt ohne den Fahrzeugkühler 8 zu öffnen bis voller Kühlmitteldurchsatz im Bypasszweig 6b anliegt
4. Allmähliches Öffnen des Fahrzeugkühlerzweigs 6a z.B. ab 110°C Kühlmitteltemperatur d.h. ab einer Kühlmitteltemperaturgrenze deutlich oberhalb der Öffnungstemperatur konventioneller Thermostaten von z.B. 85°C ; Synchron zum Öffnen des Fahrzeugkühlerzweigs 6a erfolgt ein Schließen des Bypasszweigs mit der Zielrichtung eines weitgehend konstanten

Gesamtkühlmitteldurchsatzes durch den Motor. Mit anderen Worten, eine Erhöhung des Kühlmitteldurchsatzes im Fahrzeugkühler 8 zur Erhöhung der Kühlleistung geht mit einer Absenkung des Kühlmitteldurchsatzes im Bypasszweig 6b einher, der Gesamtkühlmitteldurchsatz durch den Motor bleibt weitgehend konstant.

[0051] Bei zusätzlicher el. Regelbarkeit der Motorkühlmittelpumpe 7 erfolgt bei bekannten Anwendungen in den Punkten 2-4 gegebenenfalls eine Drehzahlregelung oder Taktung der Motorkühlmittelpumpe 7, um auf diesem Wege einen reduzierten Kühlmitteldurchsatz durch den Motor zu realisieren.

[0052] Zur Umsetzung dieser oder ähnlicher Strategien sind insbesondere verschiedene Versuche bei OEMs und Zulieferern mit el. Wasserpumpe und von der Motorsteuerung 16 angesteuertem Drehschieber als Ersatz für den als Dehnstoff-Thermostat ausgebildeten Kühlerthermostaten 6 bekannt geworden. Auch die jüngst bekannte Großserienanwendung mit el. angetriebener Motorkühlmittelpumpe arbeitet ganz ähnlich, wenn auch anstelle eines relativ teuren Drehschiebers ein el. beheizter Dehnstoff-Thermostat als Kühlerthermostat 6 zum Einsatz kommt und der als Dehnstoff-Thermostat ausgebildete Kühlerthermostat 6 die Funktionalität „Öffnen des Kühlers bei gleichzeitigem Schließen des Bypass“ und umgekehrt übernimmt. Um einen reduzierten Gesamtkühlmitteldurchsatz durch den Motor bei gleichzeitiger Wärmeabfuhr am Fahrzeugkühler 8 einzustellen, erfolgt bei diesen Systemen eine Taktung bzw. Regelung der el. Motorkühlmittelpumpe 7. Aufgrund der Regelbarkeit der el. Motorkühlmittelpumpe 7 ist hier prinzipiell auch eine Wärmeabgabe am Fahrzeugkühler 8 bei reduziertem Gesamtkühlmitteldurchsatz durch die Brennkraftmaschine 1 und den Fahrzeugkühler 8 realisierbar. Der Gesamtkühlmitteldurchsatz in der Brennkraftmaschine 1 wird aber hardwarebedingt, speziell bei geringer bis mittlerer Wärmeabfuhr am Fahrzeugkühler 8, dennoch in weiten Kennfeldbereichen deutlich größer sein als in der unteren Motorteillast erwünscht. Dies liegt bei der erwähnten Großserienanwendung mit Kombination eines el. beheizten Kühlerthermostaten 6 mit einer el. Motorkühlmittelpumpe 7 u.a. daran, dass im Bypasszweig 6b bei teilgeöffnetem Fahrzeugkühlerzweig 6a auch bei reduzierter el. Pumpenleistung in der Praxis sehr oft wesentlich mehr Kühlmittel strömen wird als im Fahrzeugkühlerzweig 6a. Da die thermostatische Öffnung des Fahrzeugkühlerzweigs 6a in Verbindung mit der Antriebsleistung der el. Motorkühlmittelpumpe 7 die momentane Wärmeabfuhr am Fahrzeugkühler 8 definiert, ist der motorinterne Kühlmitteldurchsatz nicht nur festgelegt sondern in den allermeisten Teillastbetriebspunkten mit Wärmeabgabe am teilgeöffneten Fahrzeugkühler-

zweig 6a zu hoch. Die starke Drosselwirkung des teilgeöffneten Thermostaten ist der eigentliche Grund hierfür. Wenn z.B. die momentan erforderliche Wärmeabfuhr am Fahrzeugkühler 8 bei nur minimaler Überschreitung der Thermostatöffnungstemperatur und damit weitgehend verschlossenem Fahrzeugkühlerzweig 6a einen Kühlerstrom im Fahrzeugkühlerzweig 6a von ca. 2 l/min und eine entsprechende Antriebsleistung der el. Motorkühlmittelpumpe 7 erforderlich macht, so führt der in diesem Zustand sehr geringe Druckverlust im Bypasszweig 6b dazu, dass ein viel zu hoher Gesamtkühlmitteldurchsatz durch den Motor vorliegt. Nur eine zeitverzögerte weitere Erwärmung des Kühlmittels oder eine in der Wirkung ebenfalls zeitverzögerte Teilbestromung des el. Thermostaten kann letztlich diesen Zielkonflikt in Verbindung mit einer Zurücknahme der Pumpenantriebsleistung - zumindest theoretisch - entschärfen.

[0053] Bei Verwendung eines Drehschieberthermostaten lässt sich diese Problematik einschränken, die praktische Umsetzung ist aber nicht unproblematisch, weshalb dies bei der ersten Großserienanwendung mit el. Hauptkühlmittelpumpe wohl auch nicht erfolgt ist. Ein starkes Öffnen des Kühlerzweigs bei gleichzeitiger Absenkung der el. Pumpenleistung nahe an den Wert Null kann hier die Anpassung des motorinternen und des kühlerseitigen Kühlmitteldurchsatzes in der unteren Teillast zwar rein theoretisch vornehmen, angesichts des Abstimmungsaufwandes ist das aber relativ schwierig zu handhaben. Es ist davon auszugehen, dass hier in der Praxis oftmals die Kühlleistung des Fahrzeugkühlers 8 temporär zu groß sein wird oder der motorinterne Kühlmitteldurchsatz und damit der Wärmeübergangskoeffizient am Wassermantel der Zylinderlaufbahn permanent zu hoch. Diese Einschätzung gilt ganz besonders angesichts der unvermeidbaren Fertigungstoleranzen und der Bauteilveränderungen im langjährigen Betrieb. Beim Übergang kommt zusätzlich ein erhebliches Thermoschock-Risiko durch das noch weitgehend kalte Kühlerwasser hinzu. Nur eine extrem dauerfeste und feinfühligere Regelung der el. Motorkühlmittelpumpe 7 bis hin zu kleinsten Leistungen in Verbindung mit einer ebenso feinfühlig und dauerfesten Einstellung des Drehschiebers könnte hier zumindest teilweise Abhilfe schaffen, verbunden mit entsprechenden Kosten für die Bauteile und die fahrzeugspezifische Abstimmung.

[0054] Doch selbst dann wäre ein derartiges System als weiteres Beispiel einer erfindungsgemäßen Vorgehensweise in der praktischen Anwendung sowohl mit als auch ohne Entnahme von Heizleistung funktionell unterlegen. Ein ganz besonders wichtiger Aspekt liegt in diesem Zusammenhang darin begründet, dass im Warmlauf zur Verbesserung des Kraftstoffverbrauchs irgendwann eine Wärmeübertra-

gung am Motorölkühler 30 bzw. am Getriebeölkühler 40 eingeleitet werden sollte. Da der Bypasszweig 6b - bei bekannten Anwendungen mit el. beheiztem Dehnstoff-Thermostaten wie bei bekannten Drehschieberanwendungen - unter mechanischer Kopplung der Ventilkörper gegenläufig zum Öffnen des Fahrzeugkühlerzweigs 6a geschlossen wird, resultiert ohne eine erfindungsgemäße Einbindung des Motorölkühlers 30 und des Getriebeölkühlers 40 und ohne das entkoppelte Verschließen des Bypasszweigs 6b zwangsläufig ein relativ hoher Kühlmitteldurchsatz durch den Motor, sobald auch nur eine einigermaßen ausreichende Durchströmung des Motorölkühlers 30 und des Getriebeölkühlers 40 realisiert werden soll. Hinzu kommt, dass die Ölaufwärmung im Warmlauf i.a. noch nicht abgeschlossen ist, wenn bereits Wärme am Fahrzeugkühler 8 abgegeben werden muss, d.h. dass auch hier noch ein möglichst hoher Kühlmitteldurchsatz durch den Motorölkühler 30 bzw. den Getriebeölkühler 40 erstrebenswert ist. Und selbst wenn der Motorölkühler 30 bzw. der Getriebeölkühler 40 nach vollständiger Erwärmung des Öls nicht mehr der Erwärmung des Öls dient sondern wirklich der Kühlung des Öls, ist es i.a. vorteilhaft, unabhängig vom momentanen Kühlbedarf der Motorbauteile bzw. des Motorkühlmittels einen relativ hohen Kühlmitteldurchsatz durch den Motorölkühler 30 bzw. den Getriebeölkühler 40 zu gewährleisten, so wie dies z.B. in der Ausgestaltung gemäß Fig. 9 der Fall ist. Liegt z.B. die Kühlmittelsolltemperatur in der Teillast bei 110°C, wird damit auch die Öltemperatur relativ nahe an diesen Wert herangeführt und liegt somit nicht nur tribologisch günstig sondern weist auch eine hinreichende Sicherheitsreserve bezüglich einer potentiellen Überhitzung oder Alterung auf.

[0055] Bei Heizbedarf in der Kabine bzw. im Klimabetrieb wird bei den beschriebenen Alternativ-Systemen mit el. Motorkühlmittelpumpe 7 auf normalen oder gar erhöhten Kühlmitteldurchsatz durch den Heizungswärmetauscher 4 und die Brennkraftmaschine 1 umgeschaltet. Systeme mit Drehschieber erlauben hier im Warmlauf auch eine Unterbindung des Bypasszweigs 6b, so dass sich bei Bedarf immerhin Teilaspekte des erfindungsgemäßen Vorgehens umsetzen lassen. Die beschriebene Serienanwendung mit el. Kühlwasserpumpe und el. beheiztem Dehnstoff-Thermostaten hat hier zusätzliche Nachteile, da der Bypasszweig 6b im Heizbetrieb nicht von der Motorsteuerung 16 geschlossen gehalten werden kann. In beiden Fällen geht erhebliches Kraftstoffeinsparpotential verloren. Dies liegt u.a. daran, dass die el. Kühlwasserpumpe mit hoher el. Antriebsleistung gefahren werden muss und diese el. Antriebsenergie i.a. nur mit einem schlechtem Gesamtwirkungsgrad bereitgestellt werden kann. Hinzu kommt, dass bei Anwendungen mit Wärmeabgabe am Fahrzeugkühler 8 und insbesondere bei el. beheiztem Dehnstoff-Kühlerthermostaten auch

bereits vor dieser Wärmeabgabe, vielfach ein viel zu hoher Gesamtkühlmitteldurchsatz durch den Motor vorliegt.

Eine besonders attraktive Variante des erfindungsgemäßen Vorgehens bietet dem gegenüber - bei entsprechender Ausbaustufe der Erfindung einschließlich des Heizungswärmetauschers (s.u.) - den bereits mehrfach beschriebenen Zusatznutzen, dass es auch mit Wärmeentnahme am Heizungswärmetauscher 4, d.h. außerhalb des MVEG mit Heizungs- oder AC-Betrieb noch Kraftstoff spart und insbesondere zusätzlich die Heizleistung verbessert.

[0056] In diesem Zusammenhang sieht eine erfindungsgemäße Vorgehensweise gemäß Fig. 9 insbesondere vor, auch bei Wärmeentnahme am Heizungswärmetauscher 4 den Kühlmittelgesamtdurchsatz durch die Brennkraftmaschine 1 zu begrenzen und das Bypassventil 6bv ebenso zu schließen wie das Kühlerventil 6av. Bedarfsorientierte Durchsätze im Heizungsweig 4a und/oder ein getaktetes Öffnen des Bypassventils 6bv schalten gegebenenfalls zwischen den einzelnen Betriebsarten mit und ohne Nutzung des Motorölkühlers 30 und des Getriebeölkühlers 40 um. Insbesondere wird dabei zur zusätzlichen Erhöhung der Heizwirkung das Bypassventil 6bv geschlossen und das Ventil 6dv im Motorölkühlerzweig 6d geöffnet, sobald im Warmlauf die Motoröltemperatur oberhalb der Heizungsrücklauftemperatur liegt. Bei hoher Wärmeentnahme am Heizungswärmetauscher 4 und ganz besonders bei Hochleistungsheizungswärmetauschern mit geringem Bedarf an Kühlmitteldurchsatz ist das im Winter relativ schnell der Fall, so dass das Ventil 6dv im Motorölkühlerzweig 6d bei manchen Motoren auch entfallen kann und sich dennoch sehr schnell eine verbesserte Heizwirkung einstellt.

Eine Verbesserung der Heizleistung ergibt sich auch bereits, wenn das Ventil 6dv im Motorölkühlerzweig 6d ein Thermostatventil ist, das erst ab einer Mindestkühlmitteltemperatur von beispielsweise 60°C öffnet. So ist in der frühen Phase des Warmlaufs der Wärmeübergang ans Öl zumindest unterbunden, was selbst bei hohem Kühlmitteldurchsatz im Heizungsweig noch zu einer Absenkung der effektiven wärmeaktiven Masse des Motors führt, da ein Wärmeübergang vom Kühlmittel ans Öl unterbleibt und da das Öl diese Wärme nicht im gesamten Motor verteilt. Am besten bezüglich der Heizleistung ist es aber, wie bereits mehrfach beschrieben wurde, einen Hochleistungswärmetauscher zu verwenden, der bereits bei geringem Kühlmitteldurchsatz nahezu die volle Heizleistung bringt und aufgrund der niedrigen Rücklauftemperatur dem Motoröl bei geöffnetem Motorölkühlerzweig 6d aktiv erhöhte Wärmemengen entzieht.

[0057] Der MVEG-Betrieb sieht in diesem Fall mit einem Thermostatventil im Motorölkühlerzweig 6d

zunächst stehendes Kühlmittel im Motor vor. Nach Erreichen von beispielsweise 60°C öffnet das Bypassventil 6bv getaktet, um einen kleinen Kühlmitteldurchsatz durch den Motor sicherzustellen und den Motorölkühler 30 zu aktivieren. Wahlweise kann aber auch das Bypassventil 6bv ohne die Möglichkeit der Taktung ausgeführt sein und zunächst geschlossen gehalten werden. Dann übernimmt die Durchflusskontrolle mittels des Heizungsventils 2 im Heizungsweig 4a die Aufgabe des Wärmetransports vom Motorkopf zum Motorblock sowie zum Motorölkühler 30.

[0058] Ein System gemäß **Fig. 9** ist ebenso wie die bisherigen erfindungsgemäßen Ausgestaltungen nach wie vor dadurch gekennzeichnet, dass es ohne el. ansteuerbare Motorkühlmittelpumpe 7 auskommt, aber auch bei Vorhandensein einer el. schaltbaren bzw. regelbaren Motorkühlmittelpumpe 7 oder unter zusätzlicher Verwendung el. Hilfspumpen bei temporär deaktivierter mechanischer Motorkühlmittelpumpe 7 eine erhebliche Verbesserung und Erweiterung des Anwendungsbereichs innerhalb und außerhalb des MVEG darstellt und eine Realisierungsform der Erfindung ist. Von der Vielzahl der bereits in der DE 10 2005 035 121 A1 ausführlich beschriebenen Vorteile sind insbesondere die effiziente, vielseitige und reglungstechnisch dämpfende Einbindung des Motorölkühlers 30 und des Getriebeölkühlers 40 bereits bei geringem Gesamtkühlmitteldurchsatz durch die Brennkraftmaschine 1 sowie die Option, den Heizungsweig 4a trotz Wärmeentnahme am Heizungsweig 4a in seiner effektiven wärmeaktiven Masse abzusenken bzw. ohne Heizung komplett zu deaktivieren von ganz erheblicher Bedeutung für das Kosten/Nutzenverhältnis.

[0059] Insbesondere die Vorteile bezüglich der Anhebung der brennraumseitigen Motorbauteiltemperatur unter Bereitstellung einer ausreichend schnell verfügbaren Kühlreserve können hierbei auch mit der Ausgestaltung gemäß **Fig. 9** bereits dann kostengünstig umgesetzt werden, wenn das Bypassventil 6bv im Bypassweig nicht getaktet bzw. stufenlos verstellt werden kann.

[0060] Mit Blick auf die exemplarischen Ausführungen eines erfindungsgemäßen Vorgehens, z.B. gemäß **Fig. 1**, **Fig. 7** und **Fig. 9**, liefert das Bypassventil 6bv im Bypassweig 6b mit und ohne el. ansteuerbare Motorkühlmittelpumpe 7 den besonderen Vorteil, dass nicht nur ein hoher Ölkühlerdurchsatz bei stark reduziertem Gesamtkühlmitteldurchsatz durch den Motor realisierbar ist, sondern auch potentielle thermische Leckageverluste durch natürliche Konvektion bzw. Thermo-Syphon-Effekte vermindert werden. Analoges bezüglich der thermischen Leckage gilt auch für das Heizungsventil 2 im Heizungsweig 4a sowie gegebenenfalls das Zusatzbypassventil 6cv im Zusatzbypassweig 6c

sowie die beiden Ventile 6dv und 6ev im Motorölkühlerweig 6d bzw. im Getriebeölkühlerweig 6e.

[0061] Angesichts der weitreichenden Erfüllung der meisten Thermomanagementbedürfnisse innerhalb und außerhalb des MVEG ist zu erwarten, dass wichtige Aspekte des erfindungsgemäßen Gedankenguts auch bei einer Anordnung mit frei ansteuerbaren Ventilen in Form eines Kühlerventils 6av und eines Bypassventils 6bv gemäß **Fig. 9** aus Kostengründen bevorzugt ohne el. Motorkühlmittelpumpe 7 zum Einsatz kommen werden.

In diesem Zusammenhang haben in der Vergangenheit nicht zuletzt die hohen Kosten für die el. Motorkühlmittelpumpe 7 und den el. Drehschieber dazu geführt, dass die meisten OEMs diesen potentiellen Weg zu Kraftstoffeinsparung wieder aufgegeben haben. Der Weg gemäß **Fig. 9** trennt vor diesem Hintergrund die Funktionen des Drehschiebers in die zwei Grundfunktionen „Wärmeabgabe am Fahrzeugkühler 8“ und „Kühlbedarfsorientierte Drosselung des Gesamtkühlmitteldurchsatzes durch die Brennkraftmaschine 1“, ganz analog wie das z.B. in **Fig. 7** durch den als Dehnstoff-Thermostat ausgebildeten Kühlerthermostaten 6 und das Bypassventil 6bv erfolgt. Erst hierdurch wird es möglich, einerseits auf die elektrische Schalt- bzw. Regelfunktion der Motorkühlmittelpumpe 7 zu verzichten und mittels der über die Motorsteuerung 16 angesteuerten Ventile in Form des Kühlerventils 6av und des Bypassventils 6bv dennoch eine vergleichbare oder gar bessere Bauteil- und Öltemperaturanpassung für Teillast und Vollast zu erzielen als mit einem wesentlich teureren System bestehend aus el. regelbarer Motorkühlmittelpumpe 7 und konventionellem Drehschieber bzw. als elektrisch beheizter Thermostat ausgebildetem Kühlerthermostaten 6.

[0062] Auch wenn vorerst in der Praxis noch gewisse Vorbehalte bezüglich frei ansteuerbarer Kühlerventile 6av, insbesondere bezüglich der nicht ganz unkritischen fahrzeugspezifischen Anpassung, der Betriebssicherheit sowie Dauerhaltbarkeit bestehen bleiben und erst noch ausgeschlossen werden müssen, so macht insbesondere die Möglichkeit, das Kühlerventil 6av mittels eines 2-Wege-Drehschiebers mit einem weitgehend freien Strömungsdurchgang auszugestalten, d.h. mit weitgehend druckverlustfreiem Arbeitspunkt bei voller Öffnung und maximaler Wärmeabgabe am Fahrzeugkühler 8, diese Option für die Zukunft attraktiv. Hinzu kommen Bauraumvorteile: Da das frei ansteuerbare Kühlerventil 6av für eine gute Temperaturregelung bei geschlossenem wie bei teilgeöffnetem Fahrzeugkühlerweig 6a keinen Temperaturinput mittels eines Pilotstroms entlang des Dehnstoffelements benötigt, welcher z.B. in **Fig. 7** durch den Bypassweig 6b eingestellt wird, kann es an beliebiger Stelle angeordnet werden, d.h. sogar weit weg vom Motor. Zusätzlich entfallen im Bypassweig 6b der Druckverlust des

Fahrzeugkühlers 8 sowie nun zusätzlich der Druckverlust des Kühlerthermostaten 6 bzw. dessen internen Bypassstellers, so dass selbst bei hohem Kühlbedarf im teilerwärmten Zustand, d.h. bei noch völlig oder weitgehend geschlossenem Fahrzeugkühlerzweig 6a, bereits ein relativ kleines Bypassventil 6bv genügt, um selbst bei Hochleistungsmotoren unter Motorvollast eine homogene Motorbauteiltemperatur sicherzustellen. Zur Minimierung der wärmeaktiven Masse werden in diesem Zusammenhang die Abmessungen des Bypassventils 6bv und der zugehörigen Leitungen bzw. motorinternen Strömungskanäle des Bypasszweigs 6b wesentlich kleiner gehalten als im Fahrzeugkühlerzweig 6a. Aus dem gleichen Grund ist es insbesondere vorteilhaft, das Bypassventil 6bv möglichst nahe am Motor anzuordnen. Auch bei der Anordnung gemäß **Fig. 9** bietet die spezifische Einbindung des Motorölkühlers 30 und des Getriebeölkühlers 40 den ganz besonderen Vorteil, dass diese helfen, potentielle Schwankungen der Motoreintrittstemperatur zu dämpfen und damit die Anforderungen und Kosten für das Kühlerventil 6av und das Bypassventil 6bv klein zu halten. Aus dem gleichen Grund ist es sehr hilfreich, den Heizungszweig 4a so einzubinden, wie dies in **Fig. 9** gezeigt ist. In diesem Zusammenhang ist es besonders vorteilhaft, den Heizungszweig 4a, insbesondere bei einem Überangebot an Heizpotential, dazu zu verwenden, um zumindest in der Übergangsphase mit sehr kleinem Kühlerstrom eine genau definierte Untergrenze für den motorinternen Kühlmitteldurchsatz einzustellen indem das Bypassventil 6bv geschlossen wird und das Heizungsventil 2 zumindest teilweise geöffnet. Damit resultieren selbst bei leichten Ungenauigkeiten in der Regelung des Kühlerventils 6av aufgrund gewisser Hardware-Restriktionen und/oder Totzeiten beim Ansprechen der Regelung aufgrund der rel. großen Wassermasse im Fahrzeugkühlerzweig 6a keine allzu großen Temperaturschwankungen am Motoreintritt.

[0063] Vor dem Hintergrund des vielseitigen Nutzens innerhalb und außerhalb des MVEG, und der Freiheiten bezüglich des Bauraums und des Einbauortes sowie dem weiteren Zusatznutzen, dass durch die Entdrosselung im Fahrzeugkühlerzweig 6a u.U. eine kleinere Motorkühlmittelpumpe 7 mit permanenter Einsparung von Pumpenantriebsleistung ausreicht, relativiert sich der vielleicht zunächst als übertrieben erscheinende Aufwand gemäß **Fig. 9** sehr stark. Die zwei getrennten Ventile in Form des Kühlerventils 6av und des Bypassventils 6bv einschließlich der zugehörigen separaten Steuerleitungen zur Motorsteuerung führen letztlich nicht nur auf ein besonders vielseitiges und kraftstoffeffizientes System, sondern sind auch in der Kosten/Nutzenbilanz immer noch sehr viel günstiger als Systeme mit el. Motorkühlmittelpumpe 7.

[0064] Im Zusammenhang mit den oben beschriebenen Ausführungsbeispielen zu den einzelnen erfindungsgemäßen Vorgehensweisen, insbesondere mit zumindest temporär mittels der Motorsteuerung 16 entkoppelter Ansteuerung des Fahrzeugkühlerzweigs 6a und des Bypasszweigs 6b, zeigt **Fig. 10** ein neuartiges Drehschieberventil 91, welches insbesondere in der Lage ist, einen Großteil der Funktionalitäten der beiden Einzelventile in Form des Kühlerventils 6av und des Bypassventils 6bv in **Fig. 9** mit nur einem Ventil und nur einem Ansteuerkanal der Motorsteuerung 16 nachzubilden. Die Positionen Pos.1 - Pos.5 zeigen hierbei verschiedene Stellungen des Drehschiebers 93 mit der zugehörigen Drehrichtung für eine Erhöhung der Kühlwirkung innerhalb des Motors.

[0065] Dabei ist z.B. zur weitgehenden Nachbildung der Funktionalität aus **Fig. 9** der Bypassanschluss 90 am Bypasszweig 6b und der Kühleranschluss 92 am Fahrzeugkühlerzweig 6a angeschlossen. Die Zuströmung des Kühlmittels zum Drehschieberventil 91, die in **Fig. 10** nicht explizit eingezeichnet ist, erfolgt axial und verteilt sich je nach Position des Drehschiebers 93 auf den Bypasszweig 6b und/oder den Fahrzeugkühlerzweig 6a. Mit Bezug auf **Fig. 9** handelt es sich also prinzipiell wieder um eine motoraustrittsseitige Einbindung. In analoger Weise kann das neue Drehschieberventil 91 aber auch für eine motoreintrittsseitige Einbindung verwendet werden, indem dann der axiale Anschluss des Drehschieberventils 91 anstelle am Motoraustritt am Motor- bzw. Pumpeneintritt angeschlossen wird.

[0066] In Pos.1 ist der Fahrzeugkühlerzweig 6a bzw. der Kühleranschluss 92 komplett geschlossen und auch der Bypasszweig 6b bzw. der Bypassanschluss 90 bzw. ist komplett oder zumindest weitgehend geschlossen.

Mit zunehmendem Kühlbedarf des Motors und/oder zur Aktivierung des Motorölkühlers 30 und des Getriebeölkühlers 40 wird der Drehschieber 93 etwas in Richtung Position 2 gedreht und eine leichte Öffnung des Bypasszweigs 6b vorgenommen. Der Gesamtkühlmitteldurchsatz durch den Motor ist zunächst noch stark gedrosselt, um den wasserseitigen Wärmeübergang und somit die brennraumseitigen Motorbauteiltemperaturen einschließlich der Temperaturen an der Zylinderlaufbahn möglichst weit abzusenken. Dies ist generell vorteilhaft, sowohl bei Motoren mit als auch ohne Motorölkühler 30 bzw. Getriebeölkühler 40. Insbesondere bei Motoren mit Motorölkühler 30 und/oder Getriebeölkühler 40 und ganz besonders bei einer Einbindung gemäß **Fig. 9** ergibt sich wiederum der Vorteil, dass mittels der Motorsteuerung 16 eine bedarfsgerechte Nutzung des Motorölkühlers 30 bzw. des Getriebeölkühlers 40 für verschiedene erfindungsgemäße Betriebsarten mit und ohne Heizleistungsentnahme am Heizungswärmetauscher 4 einstellbar ist. Dabei spielt

insbesondere im MVEG die Möglichkeit eine große Rolle, trotz starker Reduktion des Gesamtkühlmitteldurchsatzes durch den Motor rechtzeitig mit der Ölaufwärmung zu beginnen ohne die Zylinderlaufbahn zu stark zu kühlen.

[0067] Mit weiter zunehmendem Kühlbedarf wird der Drehschieber mehr und mehr in Richtung Pos. 2 gedreht oder gar etwas weiter. Der Bypasszweig 6b bleibt dabei aber immer noch teilweise verschlossen, der Fahrzeugkühlerzweig 6a ist hier ohnehin noch komplett geschlossen. Dies erfolgt um den motorinternen Kühlmitteldurchsatz etwas zu erhöhen und eine lokale Motorbauteilüberhitzung sicher zu vermeiden. Diese bisher beschriebenen Einstellungen können prinzipiell auch von bereits bekannten Drehschieberventilen 91 angefahren werden, auch wenn sich ohne die ebenfalls erfinderischen Zusatzmaßnahmen am Drehschieberventil 91 nicht die vollen Vorteile bezüglich des Kraftstoffverbrauchs und der Heizwirkung umsetzen lassen.

[0068] Bei weiter ansteigendem Kühlbedarf zeigen die Position 3 und 4 die zugehörigen Einstellungen, wie sie ein konventioneller Drehschieber einstellen wird. Eine Einstellung gemäß Pos. 3 erfolgt hier bei hohem Überschuss an Kühlpotential des Fahrzeugkühlers 8, d.h. bei hohem Gesamtkühlmitteldurchsatz durch den Motor geht ein erheblicher Kühlmitteldurchsatz noch durch den Bypasszweig 6b. Wenn der Überschuss an Kühlpotential des Fahrzeugkühlers 8 geringer wird schließt der Drehschieber dann den Bypasszweig und öffnet den Fahrzeugkühlerzweig 6a gemäß Pos. 4, wiederum bei hohem Gesamtkühlmitteldurchsatz durch den Motor.

[0069] Eine besonders vorteilhafte erfindungsgemäße Vorgehensweise nutzt die beiden Positionen 3 und 4 bzw. vergleichbare Einstellungen der Durchflussaufteilung auf Bypasszweig 6b und Fahrzeugkühlerzweig 6a, jedoch erst bei sehr hohem bzw. maximalem Kühlbedarf des Motors. Ausgehend von Position 2 mit verschlossenem Fahrzeugkühlerzweig 6a erfolgt jedoch beim Drehschieberventil 91 nach **Fig. 10** und **Fig. 11** normalerweise bei einem Bedarf an Wärmeabfuhr am Fahrzeugkühler 8 ein un stetiger Sprung in Position 5 mit einem Vertauschen der Steuerkanten des Drehschiebers 93 und einer Umkehrung der Drehrichtung für erhöhte Kühlung. Zur Steigerung der Kühlwirkung am Motor erfolgt damit eine synchrone Öffnung des Bypasszweigs 6b und des Fahrzeugkühlerzweigs 6a. Damit lässt sich wiederum eine erfindungsgemäß bevorzugte Vorgehensweise mit Wärmeabfuhr am Fahrzeugkühler 8 bei reduziertem Gesamtkühlmitteldurchsatz durch den Motor einstellen, auch wenn die Freiheitsgrade der Regelung nicht ganz so groß sind wie bei zwei völlig getrennten Ventilen in Form des Kühlerventils 6av und des Bypassventils 6bv. Insbesondere ist damit auch bei dieser Vorgehens-

weise die Umsetzung erhöhter brennraumseitiger Motorbauteiltemperaturen und damit auch Zylinderlaufbahntemperaturen unter Bereitstellung einer hohen Kühlreserve sichergestellt. Nicht zuletzt die Tatsache, dass die Anhebung der Zylinderlaufbahntemperaturen nicht mit einer kompletten Temperaturanhebung aller mit dem Motorkühlmittel in Berührung kommenden Motorbauteile einhergeht, spielt in diesem Zusammenhang eine erhebliche Rolle. Hinzu kommt, dass auch das motorinterne Kühlwasser nur in Richtung Motorausstritt nahe an die zulässigen Kühlmitteltemperaturgrenzwerte erwärmt ist bzw. dass am Motoreintritt etwas kühleres Kühlmittel anliegt. Dies unterstützt gegebenenfalls einen totzeitarmen Übergang auf volle Kühlwirkung am Motor zusätzlich. Im Gegensatz zu konventionellen Drehschieberanwendungen, die zur Bereitstellung einer hinreichenden Kühlreserve für einen plötzlichen Sprung auf Vollast eine el. Motorkühlmittelpumpe benutzen, ist das ein erheblicher Kostenvorteil.

[0070] Es liegt auf der Hand, dass der un stetige Übergang von Einstellungen gemäß Pos. 5 auf Pos. 2 und umgekehrt gewisse Mindestanforderungen an die Stellgeschwindigkeit des Drehschiebers stellt. Durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung des Drehschiebers nach **Fig. 10** und **Fig. 11** erfolgt dies jedoch ohne Thermoschockrisiko, da z.B. beim Übergang von Pos. 5 auf Pos. 2, d.h. mit der erneuten Umkehrung der Drehrichtung, der Fahrzeugkühlerzweig 6a bzw. der Kühleranschluss 92 zunächst geschlossen wird.

[0071] Auch der Übergang von Pos. 5 auf Pos. 3 erfolgt bevorzugt zunächst über Pos. 2 und somit unter weitgehender Vermeidung von Thermoschock durch einen temporär zu hohen Kühlerstrom, zumindest wenn der Fahrzeugkühlerzweig 6a in einer Ausgangsstellung gemäß Pos. 5 aufgrund relativ hohen Kühlbedarfs im Fahrzeugkühler 8 nicht ohnehin bereits relativ weit offen ist. In beiden Fällen des Übergangs ist es hilfreich, wenn der Heizungszweig 4a einen Mindestkühlmittelstrom während der kurzen aber zwangsläufigen Unterbrechung des Bypasszweigs 6b aufrecht erhält. Deshalb ist es besonders vorteilhaft, vor der Überleitung auf Phasen mit moderater Wärmeabgabe am Fahrzeugkühler 8 den Kühlmitteldurchsatz im Heizungszweig 4a temporär anzuheben.

Speziell die Möglichkeit, den Durchsatz im Heizungs-zweig 4a, bei weitgehend geschlossenem Fahrzeugkühler- und Bypasszweig 6a und 6b, mit dem Heizungsventil 2 über die Motorsteuerung 16 zu variieren, hilft erheblich, die Anwendungshäufigkeit kraftstoffsparender Einstellungen gemäß **Fig. 10**, Pos. 5 mit synchroner Verstellung des Kühler- und des Bypassströmungsquerschnittes zu erhöhen. Hinzu kommen die dämpfenden Wirkungen der Strömung im Heizungs-zweig 4a sowie gegebenenfalls der spezifischen Einbindung des Motorölkühlers 30

und des Getriebeölkühlers 40 gemäß **Fig. 9**, die insbesondere auch helfen, die Anforderungen an das Drehschieberventil 91 in Grenzen zu halten.

[0072] Ein freier Regeleingriff im Bypasszweig 6b mittels eines separaten Bypassventil 6bv erlaubt es prinzipbedingt besser, den stark motorlastabhängigen Zielkonflikt abzustimmen, der bei Wärmeabfuhr am Fahrzeugkühler 8 mit hohem Überschuss an Kühlpotential des Fahrzeugkühlers 8 darin besteht, dass die in der Teillast gewünschte Erhöhung der Kühlmittelintrittstemperaturen des Motors einen erhöhten Bypassvolumenstrom erstrebenswert erscheinen lassen, mit der Erhöhung des Bypassvolumenstroms aber eine Erhöhung des Wärmeübergangskoeffizienten im Wassermantel der Zylinderlaufbahn einhergeht. Dies gilt ganz besonders vor dem Hintergrund, dass je nach momentanem motorseitigem Wärmeeintrag in der Teillast, je nach Vorgeschichte des Fahrbetriebs bzw. momentaner Motorbauteil- und Fahrzeugkühlertemperatur sowie je nach momentaner Fahrgeschwindigkeit ein unterschiedliches Verhältnis von Bypassstrom zu Kühlerstrom kraftstoffverbrauchsoptimal ist. Dennoch kann in diesem Zusammenhang auch der neue Drehschieber, insbesondere in der oben exemplarisch anhand **Fig. 9** beschriebenen Systemeinbindung und mit der temporären Umkehrung der Steuerkannten gemäß **Fig. 10**, Pos. 5, einen signifikanten Teilbeitrag leisten.

[0073] Wie bereits mehrfach beschrieben wurde, stellen nicht zuletzt die hohen Anforderungen bezüglich der Dosiergenauigkeit über die gesamte Motorlebensdauer eine wesentliche Hürde für Drehschieberanwendungen dar. Die oben beschriebene Anwendung des Drehschiebers gemäß **Fig. 10** und insbesondere die ebenfalls beschriebenen Systemeinbindungen unter Nutzung der Verstellbarkeit des Heizungsdurchsatzes sowie gegebenenfalls des Motorölkühlers 30 und des Getriebeölkühlers 40 sind hier sehr hilfreich.

Zur weiteren Absenkung der Anforderungen an die Stellgenauigkeit des Drehschiebers zeigt **Fig. 11** eine Weiterentwicklung des Drehschiebers aus **Fig. 10**. Diese weist seitliche Miniaturströmungskanäle 90m im Bypassanschluss 90 und 92m im Kühleranschluss 92 auf, welche ebenfalls vom Drehschieber 93 geöffnet bzw. geschlossen werden. In der Betriebsart analog zu Pos. 5 in **Fig. 10** sorgen diese dafür, dass bei begrenzter Winkelauflösung des Drehschiebers 93 eine sehr feinfühligere Steuerung des Öffnungsvorgangs der beiden Zweige von der Motorsteuerung 16 vorgenommen werden kann. Insbesondere erfolgt dabei die Öffnung des Bypasszweigs 6b bevorzugt etwas früher als die Öffnung des Fahrzeugkühlerzweigs 6a.

[0074] Darüber hinaus ist es insbesondere vorteilhaft, wenn die Strömungsquerschnitte des teilgeöff-

neten Bypasszweigs 6b und des teilgeöffneten Fahrzeugkühlerzweigs 6a - im Rahmen der zwangsläufigen geometrischen Einschränkungen aufgrund des i.a. kleineren bypassseitigen Bypassanschluss 90 - so ausgestaltet werden, dass im Bypasszweig zumindest kurz nach der Öffnungsphase gemäß Pos. 5 mehr als doppelt soviel Kühlmittel strömt wie im Fahrzeugkühlerzweig 6a.

[0075] Damit ergibt sich z.B. im MVEG bei 25 °C Umgebungstemperatur beim ersten Öffnen des Fahrzeugkühlerzweigs 6a bei z.B. 110°C Kühlmitteltemperatur am Motorausstritt unter der zunächst vereinfachenden Annahme eines geschlossenen Heizungszweigs 4a eine theoretische Mischtemperatur von ca. 82°C am Motoreintritt. Mit dieser exemplarischen Einstellung lassen sich bereits mit 1 l/min Kühlerdurchsatz bzw. 3 l/min motorinternem Kühlmitteldurchsatz bis zu 5kW durch den Fahrzeugkühler 8 an die Umgebung abführen. Dies ist eine Wärmeabgabe am Fahrzeugkühler 8, die in weiten Bereichen des MVEURO und auch bei normalem innerstädtischem Teillastfahrbetrieb mit und ohne Heizleistungsentnahme sehr häufig nicht benötigt wird. Im Vergleich zu einem konventionellen Thermostaten bzw. konventionellen Drehschieber ohne el. Absenkung der Pumpenantriebsleistung ist der motorinterne Kühlmitteldurchsatz bei gleicher Wärmeabgabe am Fahrzeugkühler 8 um den Faktor 10-20 abgesenkt, verbunden mit einer entsprechenden Absenkung des Wärmeübergangskoeffizienten am Wassermantel der Zylinderlaufbahn. Im Gegenzug erscheint auf den ersten Blick die Motoreintrittstemperatur mit ca. 82°C deutlich geringer als mit Systemen mit 10-20 mal so hohem motorinternem Kühlmitteldurchsatz, welche bei gleicher Wärmeabgabe am Motor und ebenfalls 110°C Motorkühlmittelaustrittstemperatur oberflächlich betrachtet ebenfalls nahe an 110°C erwartet wird, was aber speziell im Warmlauf jedoch deutlich differenzierter betrachtet werden muss.

[0076] Die zeitliche Analyse der Zylinderlaufbahntemperaturen im Warmlauf zeigt in diesem Zusammenhang, dass bei vielen Motoren in weiten Kennfeldbereichen der Motorlast der Einfluss des Wärmeübergangskoeffizienten im Wassermantel dominiert und erst bei sehr geringer Motorlast der Einfluss der Motorkühlmittelintrittstemperatur stärker zu berücksichtigen ist. Vor diesem Hintergrund ist für jeden Betriebspunkt des Motors und damit jede erforderliche Wärmeabfuhr am Fahrzeugkühler 8 eine sehr sorgfältige Abstimmung des Bypassvolumenstroms erforderlich. Neben der quasistationären Wärmeabgabe am Fahrzeugkühler 8 und gegebenenfalls auch am Heizungswärmetauscher 4 sind dabei insbesondere auch die bereits beschriebenen instationären Effekte des Warmlaufs unter Berücksichtigung der lokalen Motorbauteiltemperaturen und der lokalen Medientemperaturen von Kühlmittel

und Öl zu berücksichtigen. Nicht zuletzt diese Effekte führen letztlich dazu, dass bei einer Anwendung des Drehschieberventils 91 in einer besonders bevorzugten erfindungsgemäßen Vorgehensweise im Warmlauf - im Vergleich zum Betrieb mit hohem motorinternem Kühlmittelstrom - nicht nur ein stärkerer zeitlicher Gradient der brennraumseitigen Motorbauteiltemperaturen bei vergleichsweise moderater Zunahme der Motorkühlmittelaustrittstemperatur zu beobachten ist, sondern dass ohne Kabinenheizleistungsentnahme, je nach Einstellung des motorölseitigen Wärmeübergangs, z.T. aber sogar noch bei moderater Kabinenheizleistungsentnahme, auch die Motoreintrittstemperatur kaum langsamer steigt als bei hohen Motorkühlmittelgesamtdurchsätzen.

[0077] Bei Motoren mit Motorölkühler 30 ist insbesondere zu beachten, dass der schnellere Anstieg der Motorkühlmittelaustrittstemperatur bei Drosselung des Gesamtkühlmitteldurchsatzes durch den Motor dazu führt, dass der Fahrzeugkühler 8 aufgrund zu hoher Kühlmittel- oder Bauteiltemperaturen bzw. aufgrund zu hohem Kühlmitteldruckes früher geöffnet werden muss als mit hohem Gesamtkühlmitteldurchsatz durch den Motor. Oben wurde bereits ausführlich beschrieben, dass je nach Motor und je nach Motorlast trotz dieser früheren Wärmeabgabe am Fahrzeugkühler 8 mit der Drosselung des Gesamtkühlmitteldurchsatzes durch den Motor eine Kraftstoffverbrauchseinsparung erzielbar ist. Insbesondere macht bei manchen Hochleistungsmotoren erst diese Vorgehensweise unter der damit implizit einhergehenden Bereitstellung einer besonders hohen Kühlreserve ein Arbeiten mit angehobenen Kühlmittel- und Brennraumwand- und damit auch Zylinderlaufbahntemperaturen möglich. In diesem Zusammenhang liefert das ebenfalls erfindungsgemäße Gesamtsystem gemäß **Fig. 9** mit separatem Bypassventil 6bv den besonderen Vorteil, dass unter Verzicht auf etwas Kühlreserve mittels einer leichten Erhöhung des Bypassvolumenstroms von beispielsweise 2 l/min auf 4-6 l/min eine signifikante Anhebung der Motorkühlmittelintrittstemperatur ohne spürbare Rückwirkung auf die Fahrzeugkühlerdurchströmung möglich wird und ohne dass der Wärmeübergangskoeffizient im Wassermantel auf den vollen Wert konventioneller Systeme, d.h. bei offenem Bypasszweig, ansteigt.

[0078] Diese Vorgehensweise ist insbesondere dann oftmals vorteilhaft, wenn der Motorölkühler 30 und/oder der Getriebeölkühler 40 verfügbar sind, um anstelle der Wärmeabgabe am Fahrzeugkühler 8 das im Warmlauf normalerweise zunächst noch unterkühlte Öl aufzuheizen. Dies ist zum einen umsetzbar mit Ölkühlern, die das Kühlmittel am Motoraustritt entnehmen, wenn auch mit gewissen Abstrichen aufgrund des beschriebenen Zusammenhangs von Kühlmitteldurchsatz und Wärmeübergang

am Ölkühler einerseits und am Wassermantel der Zylinderlaufbahn andererseits.

[0079] Zum anderen ist es aber ganz besonders günstig, die Einbindung des Motorölkühlers 30 und des Getriebeölkühlers 40 so vorzunehmen wie in **Fig. 9**, d.h. mit Kühlmittelentnahme am Motoreintritt, da damit ein sehr hoher Kühlmitteldurchsatz und Wärmeübergang im Motorölkühler 30 und im Getriebeölkühler 40 bei moderatem Gesamtkühlmitteldurchsatz durch den Motor realisiert werden kann. Hinzu kommt eine gewisse Kühlreserve bezüglich des Motoröls, welches bei längerer Fahrt auch in manchen Motorteillastbetriebspunkten durchaus auch gekühlt werden muss. Die starke Ankoppelung an die Motoreintrittstemperatur erweitert hier insbesondere den Spielraum, das Kühlmittel bzw. die Zylinderlaufbahntemperatur auf hohem Niveau zu halten ohne eine Überhitzung des Motor- oder Getriebeöls zu riskieren.

[0080] Auch an diesen Ausführungen wird deutlich, dass es vielfältige Gründe gibt, eine separate Ansteuerung des Bypassventils 6bv durch die Motorsteuerung 16 vorzunehmen, unabhängig von der Ansteuerung bzw. thermostatischen Verstellung des Kühlerventils 6av bzw. Kühlerthermostaten 6. Insbesondere kommt bei nur grob oder nur digital auf/zu verstellbarem Bypassventil 6bv dem Heizungsventil 2 oder einem entsprechenden Regelorgan im Heizungszweig 4a nicht nur bei Wärmeentnahme am Heizungswärmetauscher 4 eine sehr weitreichende Bedeutung zu, sondern auch ohne Wärmeentnahme. So ermöglicht es bei der Anwendung des neuen Drehschiebers gemäß Pos. 5 in **Fig. 10** und **Fig. 11** erst die gleichzeitige Variation des Heizungsdurchsatzes - trotz der synchronen Verstellung des Drehschiebers im Fahrzeugkühlerzweig 6a und im Bypasszweig 6b - die Kühlmittelströmung bedarfsgerecht zu variieren, so dass der Motorgesamtkühlmitteldurchsatz z.B. gegen Ende des MVEG in begrenztem Maße angehoben wird, ohne dass der Durchsatz und die Kühlleistung des Fahrzeugkühlers 8 ungewollt erhöht werden. Dabei ist es insbesondere vorteilhaft, das Einstellungsverhältnis von Bypassöffnung zu Kühleröffnung des Drehschiebers in Stellungen gemäß Pos. 5 über einen möglichst weiten Drehwinkel beizubehalten, so dass in einem weiten Regelbereich eine reduzierte Wärmeabfuhr am Fahrzeugkühler 8 bei geringem Gesamtkühlmitteldurchsatz durch den Motor eingestellt werden kann. Insbesondere ist es mit diesem Einstellungsverhältnis von Bypass- zu Kühleröffnung in der Betriebsart gemäß Pos. 5 sehr hilfreich, dass selbst bei sehr hohem Überschuss an Kühlkapazität des Fahrzeugkühlers kein Thermoschock am Motoreintritt eintreten kann.

[0081] Erst die beschriebene Möglichkeit, bereits kleinste Kühlmittelmassenströme im Kühler- und

Bypasszweig definiert zu mischen und synchron zu erhöhen bzw. zu reduzieren, liefert letztlich den erforderlichen Spielraum, um in vielen Teillastbetriebspunkten und insbesondere im MVEG mittels der Verstellung des Heizungsdurchsatzes eine bedarfsgerechte Feindosierung des motorinternen Kühlmitteldurchsatzes mit und ohne Wärmeabfuhr am Fahrzeugkühler 8 vorzunehmen.

[0082] Es wurde bereits mehrfach darauf hingewiesen, dass die einzelnen Systemdiagramme zumeist einen Maximalumfang an Komponenten und Eingriffsmöglichkeiten zeigen und dass bei Entfall einzelner Komponenten bzw. Eingriffsmöglichkeiten zugunsten einer Absenkung der absoluten Fahrzeuggesamtkosten nicht nur die Erfüllung der erfindungsgemäßen Aufgabe dennoch möglich ist, sondern sich teilweise auch das Kosten/Nutzen-Verhältnis verbessert. In diesem Zusammenhang ist eine erfindungsgemäße Vorgehensweise insbesondere dann von sehr großem wirtschaftlichem Interesse, wenn mit minimalen Eingriffen in bereits am Markt etablierte Systeme zumindest wichtige Teilaspekte umgesetzt werden können. Bereits unter Verzicht auf die in den verschiedensten Varianten beschriebenen Methoden, um die Kühlmitteltemperatur in der Teillast temporär anzuheben und mittels eines schnell reagierenden Bypassventils 6bv sehr schnell auf eine erhöhte Kühlwirkung umzuschalten, lässt sich mit den erfindungsgemäßen Vorrichtungen und Methoden eine kosteneffektive Verbesserung des Kraftstoffverbrauchs erzielen, insbesondere mit und ohne Heizungsaspekte. Dies gilt insbesondere in der Motorteillast während des Motorwarmlaufs bis zum Erreichen von Kühlmitteltemperaturen deutlich unterhalb üblicher Volllastkühlmitteltemperaturen von beispielsweise 85°C. Speziell in der Diskussion von **Fig. 1 - Fig. 8** ist dies oben auch bereits mehrfach angeklungen.

[0083] Ein weiteres Beispiel, welches unter Nutzung des erfindungsgemäßen Gedankengutes ein bestehendes Kühl- und Heizsystem durch minimale Eingriffe in seinem Nutzen erheblich erweitert, zeigt **Fig. 12**. Hier ist der motoraustrittseitige Kühlerthermostat 6 durch einen als Dreiteilerthermostat ausgebildeten Kühlerthermostaten 6 ersetzt, mit einem Kühlerthermostat 6t1, einem ersten Bypasssteller 6t2 und einem zweiten Bypasssteller 6t3. Ein derartiger als Dreiteilerthermostat ausgebildeter Kühlerthermostat 6 ist jüngst das erste Mal in einer Serienanwendung zum Einsatz gekommen, ohne jedoch erfindungsgemäße Maßnahmen zu nutzen. Dabei ist das Dehnstoffelement des als Dreiteilerthermostat ausgebildeten Kühlerthermostaten 6 in der Serienanwendung zusätzlich elektrisch beheizbar, was gegebenenfalls auch in **Fig. 12** zusätzlich erfolgen kann, aber nicht zwingend notwendig ist. Im Gegensatz zur bekannten Serienanwendung erfolgt die Einbindung des Motorölkühlers 30 unter Rückführung an der Position

7e, d.h. der Motorölkühler 30 ist auch dann durchströmt, wenn der erste Bypasssteller 6t2 noch geschlossen ist. Durch diese spezifische Einbindung des Motorölkühlers 30 wird es möglich, mittels des von der Motorsteuerung 16 angesteuerten Heizungsventils 2 und/oder des optionalen ebenfalls von der Motorsteuerung 16 angesteuerten Zusatzbypassventils 6cv im Zusatzbypasszweig 6c den Zeitpunkt der Motordurchströmung und daran gekoppelt der Ölkühlereinbindung frei zu wählen. Mit anderen Worten nicht die allmähliche Erwärmung des Dehnstoffelementes im als Dreiteilerthermostat ausgebildeten Kühlerthermostaten 6 auf beispielsweise 60°C triggert den Zeitpunkt der ersten Motordurchströmung und der Einbindung des Motorölkühlers 30, sondern es kann dieser Zeitpunkt bei Bedarf mittels der Motorsteuerung 16 vorverlegt werden.

[0084] Im einfachsten Fall weist hier ein erfindungsgemäßes System keinen Zusatzbypasszweig 6c auf und auch keinen Getriebeölkühlerzweig 6e und sogar das Thermostatventil im Motorölkühlerzweig 6d könnte unter Inkaufnahme gewisser Verluste entfallen.

Mit einem dennoch vorzugsweise im Motorölkühlerzweig 6d angeordneten Thermostatventil ist im MVEG das Heizungsventil 2 zunächst geschlossen und damit der Motorölkühler 30 weitgehend deaktiviert. Ab beispielsweise 55°C öffnet dann das Heizungsventil und stellt zunächst eine weitgehende Homogenisierung der Kühlmitteltemperaturen her und öffnet dann beispielsweise bei 60°C das Thermostatventil im Motorölkühlerzweig 6d und stellt somit die Aktivierung des Motorölkühlers 30 zur Motorölerwärmung bei reduziertem Gesamtkühlmitteldurchsatz durch den Motor sicher. Hieran ist nicht nur eine Zunahme der Öltemperatur gekoppelt, sondern auch eine Verzögerung der Öffnung des ersten Bypassstellers 6t2, da das warme Kühlmittel am Motoraustritt über den Heizungszweig zum Motoreintritt und zum Motorölkühler 30 transportiert wird. Gleichzeitig ist die Temperatur der Zylinderlaufbahn aufgrund eines relativ geringen Gesamtkühlmitteldurchsatzes durch den Motor und aufgrund der fehlenden Wärmeentnahme am Heizungswärmetauscher 4 auch nach Öffnen des Heizungszweigs ähnlich hoch wie bei der bekannten Serienanwendung mit in der frühen Warmlaufphase weitgehend stehendem Kühlmittel. Insbesondere stellt eine temporäre Anhebung des Heizungskühlmitteldurchsatzes in vorübergehenden Phasen mit erhöhter motorseitiger Wärmezufuhr zum Kühlmittel sicher, dass die Temperaturgrenze für das erste Öffnen des ersten Bypassstellers 6t2 nicht überschritten wird. Damit wird vermieden, dass der erste Bypasssteller 6t2 zu früh auf einen Betrieb mit erhöhtem motorinternem Kühlmitteldurchsatz umschaltet. Bevorzugt wird in diesem Zusammenhang zusätzlich die Öffnungstemperatur des ersten Bypassstellers 6t2 von den 60°C

der bekannten Serienanwendung auf beispielsweise 75°C vorgenommen.

[0085] Ein derartiges System wird bereits im MVEG einen besseren Kraftstoffverbrauch aufweisen als die bekannte Serienanwendung mit als Dreiteilerthermostat ausgebildetem Kühlerthermostaten 6. Wird im MVEG der Wärmetransport vom Motorausstritt zum Motoreintritt anstelle des Heizkreislaufs mit einem Zusatzbypasszweig 6c und einem Zusatzbypassventil 6cv gesteuert, so lässt sich zusätzlich die wärmeaktive Masse des Heizungszweigs 4a im MVEG auf den wesentlich kleineren Wert des Zusatzbypasszweigs 6c reduzieren. Anstelle des von der Motorsteuerung 16 angesteuerten Zusatzbypassventils 6cv im Zusatzbypasszweig 6c kann wiederum auch nur ein Ventil 6dv im Motorölkühlerzweig 6d die Aktivierung des Motorölkühlers 30 übernehmen. Der Zusatzbypasszweig 6c ist dann permanent durchströmt und das wahlweise von der Motorsteuerung 16 oder thermostatisch angesteuerte Ventil 6dv im Motorölkühlerzweig 6d übernimmt dann die zeitgerechte Aktivierung des Motorölkühlers 30 während des Warmlaufs, z.B. ab 60°C Kühlmitteltemperatur am Motorausstritt.

[0086] Vor diesem Hintergrund ist die beschriebene Vorgehensweise unter Zugrundelegung von Derivaten der Fig. 12 bereits im MVEG nutzbar. Dies gilt ganz speziell für die Anwendung von Dreiteilerthermostaten mit luftseitiger Regelung der Heizung und Klimaanlage, die zur vollen Nutzung des Kraftstoffeinsparpotentials des Dreiteilerthermostaten ohnehin ein Heizungsventil 2 zum Abschalten der Heizungsdurchströmung benötigen. Bereits ohne Taktung dieses Heizungsventils 2 ergibt sich angesichts der obigen Ausführungen mit einer erfindungsgemäßen Einbindung und Ansteuerung des Motorölkühlers 30 und des Getriebeölkühlers 40 bereits eine Verbesserung, erst recht aber mit einer nur mit minimalem Zusatzaufwand verbundenen Taktung des Heizungsventils 2.

[0087] Selbst wenn in Fig. 12 das Heizungsventil 2 permanent geschlossen bleibt und der Zusatzbypasszweig 6c sowie der Getriebeölkühlerzweig 6e sowie das Ventil 6dv im Motorölkühlerzweig 6d entfallen, ist eine erfindungsgemäße Einbindung des Motorölkühlers 30 wie z.B. in Fig. 12 noch vorteilhaft im Vergleich zur Ölkühlereinbindung am als Dreiteilerthermostat ausgebildeten Kühlerthermostaten 6 der beschriebenen Serienanwendung: Bei geschlossenem erstem Bypasssteller 6t2 wird dann in der ersten Warmlaufphase lokal Kühlmittel im Kurzschluss um die Motorkühlmittelpumpe 7 durch den Motorölkühler 30 gefördert und erwärmt diese Kurzschlusszone maximal auf die Motoröltemperatur. Dabei ist klar, dass bei Bedarf ein zusätzliches Ventil 6dv im Motorölkühlerzweig 6d hilfreich ist, um diese wärmeaktive Masse in den ersten Minuten des Warmlaufs

zu reduzieren. Ein leichtes Öffnen des ersten Bypassstellers 6t2 im weiteren Warmlauf führt mit und ohne Ventil 6dv im Motorölkühlerzweig 6d sofort zu einem relativ starken Wärmetransport vom Motorausstritt zum Motoreintritt und über den hohen Kurzschlusskühlmitteldurchsatz im Motorölkühler 30 zu einem erheblichen Wärmeübergang an das Motoröl. Speziell der durchflussbedingt sehr hohe Wärmeübergang an das Motoröl führt dazu, dass sich die Motorausstrittstemperatur nur noch deutlich langsamer erhöht als vor der Einbindung des Motorölkühlers 30, d.h. der erste Bypasssteller 6t2 öffnet nur sehr wenig, u.U. schließt er sogar nach dem ersten Öffnen wieder vorübergehend. Durch diese besonders starke Ankopplung der Motoröltemperatur an die Kühlmitteltemperatur selbst bei gleichzeitig relativ geringem Gesamtkühlmitteldurchsatz durch den Motor führt eine erfindungsgemäße Einbindung des Motorölkühlers 30 wie z.B. in Fig. 12 dazu, dass der erste Bypasssteller 6t2 nur sehr langsam öffnet und der Kühlmittelgesamtdurchsatz durch den Motor auf stark reduziertem Niveau bleibt.

[0088] Dabei bedeutet der Öffnungszeitpunkt des ersten Bypassstellers 6t2 von beispielsweise ca. 60°C in der heutigen Serie bzw. von bevorzugt ca. 75°C bei einigen Varianten des erfindungsgemäßen Vorgehens einen relativ großen Sicherheitsabstand bezüglich der maximal zulässigen Temperaturen und Drücke im Motor und im Kühlsystem, so dass das Vorhalten einer Kühlreserve hier weniger im Vordergrund steht als bei vielen anderen Varianten des erfindungsgemäßen Vorgehens. Insbesondere steht aus diesem Grund auch nicht die Möglichkeit des schnellen Öffnens des Bypasszweigs 6b mittels der Motorsteuerung 16 im Vordergrund. Vielmehr genügt hier eine automatische Druckentlastung des ersten Bypassstellers 6t2 bei hoher Motordrehzahl und damit hoher Druckdifferenz an der Motorkühlmittelpumpe 7. Eine einfache Federmechanik reicht hier bereits i.a. aus und stellt dabei automatisch auch eine Absicherung bezüglich des plötzlichen Übergangs auf Nennleistung dar. Dabei steht natürlich auch hier gegebenenfalls der Heizungszweig 4a für die aktive Feinregulierung des Motorgesamtkühlmitteldurchsatzes zur Verfügung.

[0089] Die oben in Bezug auf den MVEG beschriebenen Kraftstoffeinsparvarianten können angesichts der ausführlichen Dokumentation des erfindungsgemäßen Gedankengutes auch mit Ausgestaltungen gemäß Fig. 12 sehr gut auf den Betrieb mit Heizleistungsentnahme übertragen werden.

In der einfachsten Variante ohne Zusatzbypasszweig 6c und ohne Ventil 6dv im Motorölkühlerzweig 6d und ohne Getriebeölkühlerzweig 6e bedeutet hier die Durchströmung des Heizungszweigs 4a mit über das Heizungsventil 2 zusätzlich gedrosseltem Kühlmitteldurchsatz wiederum die vielbeschriebene Absenkung der effektiven wärmeaktiven Masse im

Heizungsweig und innerhalb des Motors einschließlich des Motoröls.

[0090] Wird dabei der Kühlmitteldurchsatz im Heizungsweig soweit gedrosselt, dass die Kühlmitteltemperatur am Heizungsrücklauf gleich der Motoröltemperatur ist, so bedeutet dies nicht nur eine Absenkung der effektiven wärmeaktiven Masse im Heizungsweig 4a sondern ist gleichzeitig gleichbedeutend mit einer Deaktivierung des Motorölkühlers 30 mittels eines Ventils 6dv im Motorölkühlerweig 6d. Erst die überlagerte Kontrolle der Kabinentemperatur mittels wasserseitiger Regelorgane wie dem Heizungsventil 2 und luftseitiger Regelorgane wie der luftseitigen Regelklappe 5 macht hier das Anfahren dieses Betriebspunktes ohne Schwankung in der Kabinentemperatur möglich.

[0091] Relativ zu diesem Betriebspunkt führt eine stärkere Drosselung des Heizungsdurchsatzes bei gleicher Heizleistungsentnahme dazu, dass der Motorölkühler 30 Wärme vom Öl ins Kühlwasser überträgt. Dies erhöht die Motorkühlmitteleintrittstemperatur und hilft bei Bedarf eine allzu große Temperaturspreizung am Motor aufgrund des geringem Kühlmittelgesamtdurchsatzes zu vermeiden und ist insbesondere günstig für die in der Motorteillast aus Kraftstoffverbrauchsgründen erstrebenswerte Anhebung der Brennraum- bzw. Zylinderlaufbahntemperaturen. Dabei führt die Wärmeentnahme aus dem Motoröl insbesondere dazu, dass die mit dem Motoröl in Berührung kommenden Zonen des Motors, d.h. fast der gesamte Motor, mit Ausnahme der brennraumnahen Zonen etwas weniger weit aufgeheizt werden und somit das Kühlmittel zum Motoraustritt hin schneller erwärmt wird, verbunden wiederum mit Vorteilen bezüglich der Heizung und mit der Zusatzoption, nach Erreichen hinreichend hoher Motorkühlmitteleintrittstemperaturen auch den Frischluftmassenstrom der Heizung etwas abzusinken und somit zusätzlich für weniger Wärmeentnahme aus dem Motorkühlkreislauf zu sorgen. Das unter diesen Randbedingungen etwas kältere Motoröl kostet im Gegenzug etwas zusätzliche Reibleistung. In Summe ergibt sich jedoch - in Verbindung mit der Reibleistungseinsparung an der Zylinderlaufbahn und in Verbindung mit der im Warmlauf verbesserten innermotorischen Verbrennung aufgrund der höheren Teillastbrennraumtemperaturen - nicht nur eine verbesserte Heizung sondern vielfach auch bereits hier ein verbesserter Kraftstoffverbrauch. Darüber hinaus wird speziell bei Fahrzeugen mit Zuheizern deren Einschaltdauer reduziert, was eine ganz erhebliche zusätzliche Einsparung an Kraftstoffverbrauch bedeutet. In vielen Fällen kann mit einer erfindungsgemäßen Vorgehensweise der Zuheizter sogar ganz eingespart werden, speziell wenn Hochleistungsheizungswärmetauscher mit guter Effizienz auch bei kleinem Kühlmitteldurchsatz zum Einsatz kommen.

[0092] Bei einem Überschuss an Heizpotential wird der Kühlmitteldurchsatz im Heizungsweig 4a so erhöht, dass die Rücklaufstemperatur im Heizungsweig 4a höher ist als die Motoröltemperatur und damit das Motoröl erwärmt wird. Auch dies ist wiederum möglich, da die luftseitige Regelung mit der luftseitigen Regelklappe 5 der Kabinentemperatur parallel zur Erhöhung des Kühlmitteldurchsatzes im Heizungsweig 4a die Kabineneintrittstemperatur der Luft definiert. Selbst ein vollständiges Öffnen des Heizungsweigs führt noch zu einem deutlich geringeren Kühlmittelgesamtdurchsatz durch den Motor als ein Öffnen des Bypassweigs 6b. Speziell die Einbindung des Motorölkühlers 30 bzw. Getriebeölkühlers 40 in **Fig. 12** führt hier wiederum dazu, dass der erste Bypasssteller 6t2 des als Dreiteilerthermostat ausgebildeten Kühlerthermostaten 6 im Warmlauf mit Heizleistungsentnahme deutlich später öffnet als bei der bekannten Serienanwendung. In diesem Zusammenhang bleibt festzuhalten, dass ausgehend von **Fig. 12** eine Einbindung des Rücklaufs des Motorölkühlers 30 am motorseitigen Vorlauf des als Dreiteilerthermostat ausgebildeten Kühlerthermostaten 6 auf den ersten Blick günstiger erscheinen mag, da der erste Bypasssteller 6t2 den Motorölkühler 30 in der ersten Phase des Warmlaufs deaktiviert, was im Fall ohne Ventil 6dv im Motorölkühlerweig 6d in den ersten Minuten des Warmlaufs mit und ohne Heizung gewisse Vorteile bringt. In dieser Kombination mit dem als Dreiteilerthermostat ausgebildeten Kühlerthermostaten 6 ist es zur Aktivierung des Motorölkühlers 30 notwendig den ersten Bypasssteller 6t2 zu öffnen. Nicht nur das unveränderliche Temperaturniveau für diese Öffnung ist hier jedoch nachteilig, sondern ganz besonders die Tatsache, dass eine brauchbare Durchströmung des Motorölkühlers 30 nur dann erzielbar ist, wenn der erste Bypasssteller 6t2 weitgehend geöffnet ist und somit ein sehr hoher motorinterner Kühlmitteldurchsatz vorliegt.

Wie bereits im MVEG ist es auch mit Heizleistungsentnahme am Heizungswärmetauscher 4 in Bezug auf den Variationsspielraum besonders vorteilhaft, wenn mittels eines thermostatischen oder von der Motorsteuerung 16 angesteuerten Ventils 6dv im Motorölkühlerweig 6d und/oder Ventils 6ev im Getriebeölkühlerweig 6e eine bedarfsgerechte Einbindung des Motorölkühlers 30 und/oder des Getriebeölkühlers 40 erfolgt.

[0093] Analoges gilt für den optionalen Zusatzbypassweig 6c mit und ohne Zusatzbypassventil 6cv und insbesondere für die Möglichkeit, mittels der Motorsteuerung 16 über das Zusatzbypassventil 6cv die Aktivierung des Motorölkühlers 30 unter Entfall des Ventils 6dv im Motorölkühlerweig 6d vorzunehmen.

[0094] Im praktischen Fahrbetrieb mit und ohne Heizleistungsentnahme am Heizungswärmetau-

scher wird angesichts der obigen Ausführungen deutlich, dass es sehr hilfreich ist, wenn die Möglichkeit besteht, den Heizungsdurchfluss aktiv mittels der Motorsteuerung 16 zu beeinflussen. Wie bereits in der DE 10 2005 035 121 A1 bleibt aber auch für die Erfindung festzuhalten, dass Teilaspekte des erfindungsgemäßen Gedankengutes bereits mittels der Basisauslegung des Kühlsystems und einer entsprechend kleinen Dimensionierung des Heizungsdurchflusses relativ zum Durchfluss im Bypasszweig 6b umgesetzt werden können. Dies gilt insbesondere für eine Vielzahl von Heizungswärmetauscherbauarten, ganz besonderes aber für Hochleistungsheizungswärmetauscher mit hoher Effizienz bereits bei geringem Kühlmitteldurchfluss. Wie ebenfalls bereits beschrieben wurde, ist es speziell bei Hochleistungswärmetauschern vielfach sogar vorteilhaft, den Kühlmitteldurchsatz losgelöst von der Motorsteuerung 16 thermostatisch so zu drosseln, dass die Heizungsrücklauftemperatur stets bei ca. 20-30°C liegt. Dabei hängt es nicht zuletzt vom Fahrzeuglastenheft ab, d.h. insbesondere von den Entwicklungszielen bezüglich Kraftstoffersparnis, Heizleistung und Kosten, ob ein Zusatzbypasszweig 6c oder ein Eingriff zur Dosierung des Durchsatzes im Bypasszweig 6b überflüssig ist oder nicht.

[0095] Analoges gilt für den überlagerten Regeleingriff mit dem Heizungsventil 2 im Heizungsweig 4a und mit der luftseitigen Regelklappe 5 im Luftzweig 21/22 der Heizung. So kann z.B. unter Verzicht auf das Maximalpotential bezüglich der Kraftstoffersparung und/oder der Heizleistung oder unter weitgehender Beschränkung des Lastenhefts auf die Kraftstoffersparnis im MVEG oder unter Beschränkung auf eine maximale Heizwirkung, bis hin zum Entfall des PTC, der Heizungsweig auch ohne diese überlagerte Regelung besonders kosteneffizient und wirksam sein.

[0096] Ist z.B. das Heizungsventil 2 im Heizungsweig 4a nicht regelbar und kann, z.B. aus Lebensdauergründen, auch nicht getaktet werden, so ist letztlich wiederum die luftseitige Regelung mit der luftseitigen Regelklappe 5 im Heizbetrieb für die Regelung der Kabinentemperatur zuständig, nun jedoch ohne parallele Verstellung des Kühlmitteldurchsatzes im Heizungsweig.

[0097] Dennoch kann z.B. in **Fig. 12** der Zusatzbypasszweig 6c auch bei stets offenem Heizungsweig 4a speziell bei hoher Heizleistungsentnahme dazu verwendet werden, temporär zwischen einer Betriebsart mit motorölseitigem Wärmeentzug am Motorölkühler 30 und einer Betriebsart mit motorölseitiger Wärmezufuhr am Motorölkühler 30 umzuschalten. Damit besteht insbesondere die aktive Möglichkeit, mittels der Motorsteuerung 16 die Kabinenheizleistung temporär zu steigern und bei einem Überschuss an Kabinenheizpotential in eine kraft-

stoffverbrauchsgünstigere Betriebsart unter Nutzung des Motorölkühlers 30 umzuschalten. Dies gilt ganz besonders für Hochleistungswärmetauscher mit bereits relativ geringem Basiskühlmitteldurchsatz.

[0098] Steht ausschließlich die maximale Heizleistung im Vordergrund, so kann der Zusatzbypasszweig 6c sogar komplett entfallen. Ohne Ventil 6dv im Motorölkühlerweig 6d ergibt sich dann in der ganz frühen Warmlaufphase ein gewisser Nachteil, weil es speziell bei relativ hohem Heizungsdurchsatz etwas länger dauert, bis die Öltemperatur höher ist als die Heizungsrücklauftemperatur. Eine geeignete Auswahl eines Heizungswärmetauschers für etwas kleinere Basisdurchsätze oder ein Ventil 6dv im Motorölkühlerweig 6d können hier aber leicht sicherstellen, dass sich die Heizleistung dadurch zusätzlich verbessert, dass nach einigen Minuten Fahrdauer Wärme vom Motoröl ins Kühlmittel übertragen wird. Hinzu kommt jeweils der große Vorteil durch das Geschlossenhalten des Bypasszweigs 6b, das ganz grundsätzlich eine Verbesserung der Heizwirkung bewirkt, indem es den Kühlmittel- und Bauteiltemperaturgradienten über dem Motor anhebt.

[0099] Um bei dieser Anwendung gemäß **Fig. 12** ohne Zusatzbypasszweig 6c und ohne Heizungsventil 2 gleichzeitig den Kraftstoffverbrauch und die Heizleistung zu verbessern, ist insbesondere ein Thermostatventil im Motorölkühlerweig 6d sehr kosteneffizient, welches beispielsweise ab 60°C öffnet. Damit ist im Heizbetrieb des Motorölkühlers 30 und des Getriebeölkühlers 40 in der ganz frühen Warmlaufphase deaktiviert was zunächst eine gewisse Verbesserung für die Heizung und den Kraftstoffverbrauch in den ersten Minuten des Warmlaufs darstellt. Im weiteren Warmlauf mit voller Heizleistung bedeutet das geschlossene Ventil 6dv im Motorölkühlerweig 6d bis zum Erreichen von 60°C Kühlmittelrücklauftemperatur dann, dass je nach Differenz zwischen Rücklauftemperatur und Öltemperatur entweder ein Teil des Verbesserungspotentials bezüglich der Heizleistung oder des Kraftstoffverbrauchs verloren geht. Heizungsrücklauftemperaturen von 60°C und mehr werden bei Fahrten mit hohem Heizbedarf und geringer Motorlast relativ lange nicht erreicht, so dass der Motorölkühler 30 bei Heizleistungsdefizit weitgehend deaktiviert ist. Eine Rücklauftemperatur von 60°C oder mehr bedeutet hingegen erfahrungsgemäß, dass die Kabine bereits gut beheizt wird und kein Heizungsdefizit mehr vorliegt. Somit stellt hier ein Thermostatventil im Motorölkühlerweig 6d speziell bei Heizleistungsdefizit einen kostengünstigen Kompromiss bezüglich der Verbesserung der Heizleistung und der Verbesserung des Kraftstoffverbrauchs dar. Dies ist insbesondere auch deshalb besonders kosteneffektiv, weil dieses Thermostatventil im Motorölkühlerweig 6d auch im MVEG und sonstigem

Betrieb mit überschüssiger Wärme für Heizzwecke und/oder reduziertem Heizbedarf eine zeitgerechte Einbindung der kraftstoffverbrauchsmindernden Ölerwärmung mittels des Motorölkühlers 30 bewirkt.

[0100] Bei aller Kosteneffizienz dieses Beispiels wird anhand dieses Beispiels aber auch einmal mehr deutlich, dass eine feine Dosierbarkeit oder gar eine mittels Hochleistungswärmetauschern permanente Absenkung des Kühlmitteldurchsatzes im Heizungsweig 4a den Nutzungsspielraum bezüglich der freien Umschaltbarkeit in kraftstoffverbrauchsorientierte bzw. heizleistungsorientierte Betriebsarten erheblich erweitert. Ganz besonders im Wechselspiel mit dem temporären Verschließen des Bypasszweigs 6b, bevorzugt mit freier Ansteuerbarkeit eines Zusatzbypasszweigs 6c und/oder des Bypasszweigs 6b mittels der Motorsteuerung 16, führt die Einbindung des Motorölkühlers 30 und des Getriebeölkühlers 40 wie z.B. in **Fig. 7** oder **Fig. 12** gezeigt zu einem erheblichen Zusatznutzen.

[0101] Ein Teil dieses Zusatznutzens lässt sich insbesondere auch dann noch umsetzen, wenn anstelle einer luftseitigen Regelung eine wasserseitige Regelung der Kabinentemperatur erfolgt. Ausgehend von **Fig. 12** bedeutet eine wasserseitige Regelung den Entfall der luftseitigen Regelklappe 5, d.h. mit der Veränderung des Kühlwasserdurchsatzes im Heizungsweig 4a geht zwangsläufig eine Veränderung der momentanen Wärmeübertragung am Heizungswärmetauscher 4 und der Kabinenheizwirkung einher.

[0102] Im MVEG kann unter diesen Randbedingungen das Heizungsventil 2 dazu verwendet werden, den Kühlmitteldurchsatz durch den Motor im Warmlauf zu unterbinden. Im einfachsten Fall, d.h. bei Entfall des Zusatzbypasszweigs 6c, des Getriebeölkühlerzweigs 6e und des Ventils 6dv im Motorölkühlerweig 6d führt nun das Schließen des Heizungsventils 2 dazu, dass der Motor nach einem Kaltstart zunächst nicht vom Kühlmittel durchströmt wird. Es fließt dann lediglich ein Kurzschlussstrom vom Pumpenaustritt durch den Motorölkühler 30 zu Position 7e, mit nur relativ geringem Wärmeentzug aus dem Motoröl zur Aufheizung des Kurzschlussbereichs um die Motorkühlmittelpumpe 7. Nachdem das Kühlmittel am Motoraustritt bzw. am Dehnstoffelement des als Dreiteilerthermostat ausgebildeten Kühlerthermostaten 6 die Thermostatöffnungstemperatur für den ersten Bypasssteller 6t2 von beispielsweise 60°C erreicht hat, wird der erste Bypasssteller 6t2 bzw. der Bypassweig 6b leicht geöffnet, d.h. es wird Wärme vom Motoraustritt zum Motoreintritt und zum Motorölkühler 30 transportiert. Der motorinterne Temperatenausgleich und die Wärmeabgabe ans Motoröl führen dazu, dass die Motoraustrittstemperatur zunächst sehr nahe an die 60°C Öffnungstemperatur heran regelt, d.h. der Gesamtkühlmittel-

durchsatz durch den Motor bleibt klein. Eine Einbindung des Motorölkühlers 30 mit Kühlmittelrücklauf an der gleichen Position zwischen dem Motoraustritt und dem als Dreiteilerthermostat ausgebildeten Kühlerthermostaten 6 wie bei der bereits mehrfach erwähnten Serienanwendung des als Dreiteilerthermostat ausgebildeten Kühlerthermostaten 6, hätte im Gegensatz hierzu eine schnellere Zunahme der Motorkühlmittelaustrittstemperatur und eine stärkere Öffnung des Bypasszweigs 6b zur Folge. Der Grund hierfür liegt im kleineren Wärmeübergang ins Motoröl aufgrund des wesentlich geringeren Kühlmitteldurchsatzes durch den Motorölkühler 30. Dieser geringere Ölkühlerdurchsatz ergibt sich wiederum aus der hydraulisch parallelen Anordnung von Motorölkühler 30 und Brennkraftmaschine 1 sowie dem für gute Motorkühlung unabdingbar wesentlich größeren Druckverlust im Motorölkühler 30. Erst wenn der erste Bypasssteller 6t2 weitgehend geöffnet ist, ergibt sich ohne eine erfindungsgemäße Einbindung des Motorölkühlers 30 ein bezüglich der Ölerwärmung einigermaßen ausreichender Kühlmitteldurchsatz durch den Motorölkühler 30.

[0103] Im Verlauf des Warmlaufs ist zu berücksichtigen, dass nun der Heizungsweig 4a nicht mehr zur freien Schaltung des Wärmeübergangs am Motorölkühler 30 mittels der Motorsteuerung 16 verwendet werden kann. Nur in Betriebssituationen mit Heizungsdefizit kann er noch dazu verwendet werden, die Heizleistung gegebenenfalls dadurch zu steigern, dass der Kühlmitteldurchfluss so weit abgesenkt wird, dass die Gewinne aus einer erfindungsgemäßen Reduktion der wärmeaktiven Massen des Motors, des Kühlmittels und des Motoröls die Verluste aufgrund des Abfalls des Wärmenutzungsgrades am Heizungswärmetauscher bei Reduktion des Kühlmitteldurchsatzes überkompensieren. Umgekehrt liefert die wasserseitige Regelung der Kabinentemperatur bei Heizungsteillast zwangsläufig sehr häufig Kühlmittelrücklauftemperaturen, die deutlich unterhalb der Motoröltemperatur liegen. Der als Dreiteilerthermostat ausgebildete Kühlerthermostat 6 nach der modifizierten **Fig. 12** liefert hier wiederum in Verbindung mit der spezifischen Ölkühlereinbindung zumindest vorübergehend, d.h. ab ca. 60°C Motoraustrittstemperatur des Kühlmittels, annähernd den Wunschzustand mit reduziertem Gesamtkühlmitteldurchsatz durch den Motor und dennoch gutem Wärmeübergang ans Motoröl. Nach dem teilweisen Öffnen des ersten Bypassstellers 6t2 stellt sich auch hier die besonders vorteilhafte Betriebsart mit kalter Heizungsrückleitung und dennoch warmem Kühlmittel am Motoreintritt sowie am Motorölkühler 30 ein, ohne dass dies mit einem viel zu großen Gesamtkühlmitteldurchsatz durch den Motor und damit einer Überkühlung der Zylinderlaufbahn und der Brennraumwände erkaufte werden muss. Speziell in der unteren Motorteillast in Verbind-

ung mit mittlerer bis starker Kabinenbeheizung befindet sich der Motor hierdurch oftmals sehr lange in dieser Betriebsart mit verbessertem Kraftstoffverbrauch.

[0104] Nicht zuletzt vor diesem Hintergrund sind auch Systeme mit wasserseitiger Regelung der Kabinentemperatur - unter teilweisem Verzicht auf das Maximalpotential bezüglich der Heizwirkung und/oder der Kraftstoffverbrauchseinsparung - ebenfalls Gegenstand der Erfindung. Zur expliziten Verdeutlichung eines entsprechenden Ausführungsbeispiels mit besonders geringen Systemkosten zeigt **Fig. 13**, ausgehend von **Fig. 12**, den oben beschriebenen Extremfall mit Entfall der freien Ansteuerbarkeit des Bypasszweigs 6b, Entfall des Zusatzbypasszweigs 6c, Entfall des Getriebeölkühlerzweigs 6e, Entfall des Ventils 6dv im Motorölkühlerzweig 6d sowie Entfall der luftseitigen Kabinentemperaturregelung mit der luftseitigen Regelklappe 5. Nicht zuletzt die durchaus signifikante Kraftstoffeinsparung im MVEG einerseits aber auch im Heiz- und Klimabetrieb andererseits machen dieses System angesichts der geringen Systemkosten sehr attraktiv. Hinzu kommt die Tatsache, dass es ohne grundsätzliche Systemveränderungen an bereits bestehenden Heizungen bzw. Klimaanlage mit wasserseitiger Temperaturregelung appliziert werden kann. Für Motoren mit austrittseitigen Kühlerthermostaten 6 beschränken sich eine erfindungsgemäße Veränderung im einfachsten Fall auf die Umgestaltung der Ölkühlereinbindung sowie gegebenenfalls die Einführung bzw. Temperaturadaption eines Dreiteilerthermostaten.

[0105] Trotz dieser primär aus Kostengründen attraktiven Vorgehensweise bleibt abschließend festzuhalten, dass ein von der Motorsteuerung 16 kontrollierter Zusatzbypasszweig 6c bzw. ein von der Motorsteuerung frei feindosierbarer Kühlmitteldurchsatz im Bypasszweig 6b im Normalfall rein funktionell gesehen besser sind, aber auch deutlich kostenaufwändiger.

[0106] Darüber hinaus ist speziell im Hinblick auf die Anwendung des erfindungsgemäßen Gedankenguts bei wasserseitiger Regelung der Kabinentemperatur anzumerken, dass die Freiheitsgrade eines von der Motorsteuerung 16 steuerbaren Kühlmitteldurchsatzes im Heizungsweig 4a bei luftseitiger Kabinentemperaturregelung einen so weitreichenden Zusatznutzen liefern, dass im Normalfall der Übergang von wasserseitiger auf luftseitige Temperaturregelung selbst in Verbindung mit den Kosten für das Heizungsventil 2 oder eine andere Durchsatzregelung im Heizungsweig 4a ein außerordentlich gutes Kosten/Nutzenverhältnis aufweist.

[0107] Die bisherigen Ausführungen der Erfindungsbeschreibung haben bei den Varianten mit Dehns-

toffthermostat i.a. einen Kühlerthermostaten 6 mit jeweils einem Anschluss für den Fahrzeugkühlerzweig 6a und den Bypasszweig 6b als Basis angenommen, bei dem das Öffnen des Kühler Tellers über die mechanische Koppelung zumindest ab einem gewissen Öffnungsgrad nach und nach mit zunehmender Öffnung den Bypasszweig 6b mittels des angekoppelten Bypassstellers innerhalb des Kühlerthermostaten 6 verschließt. Die Übertragung des erfindungsgemäßen Gedankenguts ist in weiten Bereichen aber auch auf als einfache Dehnstoff-Thermostaten mit nur einem Teller ausgebildete Kühlerthermostaten 6, d.h. ohne angeflanschten Bypasszweig 6b vorteilhaft möglich.

[0108] Analoges gilt, wenn z.B. unter Verzicht auf eine Design-Änderung des Thermostatgehäuses einfach der mechanisch angekoppelte Bypasssteller weggelassen wird.

[0109] Wichtig ist in beiden Fällen, dass ein von der Motorsteuerung 16 ansteuerbares Bypassventil 6bv bei erhöhtem Kühlbedarf einen Strömungszweig freigibt, der unter Umgehung des Fahrzeugkühlers 8 auf das Dehnstoffelement des Kühlerthermostaten 6 einwirkt. Üblicherweise wird man unter Beibehaltung verfügbarer Designs für als Eintellerthermostat ausgebildete Kühlerthermostaten 6 hierzu den ursprünglich für den Heizungs- und Ölkühlerrücklauf vorgesehenen Anschluss verwenden, d.h. einen Anschluss, der bei geöffnetem wie bei geschlossenem Kühlerthermostaten 6 durchströmt wird. **Fig. 14** und **15** zeigen exemplarisch ein derartiges Anwendungsbeispiel des erfindungsgemäßen Gedankengutes mit einem als Eintellerthermostat ausgebildeten Kühlerthermostaten 6. Der mittels des Heizungsventils 2 über die Motorsteuerung 16 direkt beeinflussbare Rücklauf des Heizungszweigs 4a übernimmt hier die feinfühligke Aktivierung der Wärmeabfuhr im Fahrzeugkühlerzweig 6a mit reduziertem Gesamtkühlmitteldurchsatz durch den Motor, indem der Beginn des Öffnens des Kühlerthermostaten 6 über die Anpassung der Heizungsrücklauf temperatur definiert wird. In **Fig. 14** hilft der Zusatzbypasszweig 6c insbesondere, um im teilerwärmten Betriebszustand den Regelbereich zusätzlich in Richtung höherer Motorbauteil- und Motoröltemperaturen zu verschieben sowie die Wärmeabfuhr im Fahrzeugkühlerzweig 6a hinauszuzögern.

[0110] Je nach Betriebspunkt bzw. Lastenheft bezüglich Heizleistung, Kraftstoffverbrauch oder Kosten hilft das optionale Zusatzbypassventil 6cv zusätzlich dabei, das bereits ausführlich beschriebene bedarfsgerechte Timing für den Zeitpunkt der Ölkühlereinbindung im Warmlauf sicherzustellen. In **Fig. 15** ist der Zusatzbypasszweig 6c komplett entfallen und dennoch liefert das System trotz dieser Kostenminimierung immer noch erhebliche Funktionsvorteile. Diese Vorgehensweise ist bei den

Varianten mit als Eintellerthermostat ausgebildetem Kühlerthermostaten 6 ebenso wie bereits bei den Varianten mit Zweitellerthermostat nicht zuletzt deshalb ohne allzu negative Rückwirkungen auf die Regelgüte der Motorbauteiltemperatur realisierbar, weil die spezifische Einbindung des Motorölkühlers 30 die ebenfalls bereits mehrfach beschriebene Dämpfung potentieller Temperaturregelschwankungen durch temporär relativ kaltes Kühlwasser aus dem Fahrzeugkühlerzweig 6a sicherstellt. Sowohl relativ stark überhitztes als auch stark unterkühltes Kühlwasser im Heizungsrücklauf des Heizungszeigs 4a ist selbst mit der Einfachvariante gemäß **Fig. 15** in einer Vielzahl von Fahrzeugbetriebszuständen mittels des überlagerten Eingriffes am Heizungsventil 2 und an der luftseitigen Regelkappe 5 einstellbar und kann somit als besonders vorteilhafte erfindungsgemäße Vorgehensweise zur wahlweisen Verbesserung des Kraftstoffverbrauchs oder der Heizleistung herangezogen werden. Dabei bleibt der Gesamtkühlmitteldurchsatz durch den Motor auch bei den Anwendungen gemäß **Fig. 14** und **Fig. 15** insbesondere auch dann auf deutlich reduziertem Niveau, wenn bereits Wärme am Fahrzeugkühler 8 abgeführt werden muss oder wenn zur Verbesserung der Ölkühlerwirkung der Kühlmitteldurchsatz im Heizungszeig 4a stark angehoben wird.

[0111] Die Bereitstellung einer schnell verfügbaren Kühlreserve erfolgt auch hier mittels des teilweisen oder vollständigen Schließens des Bypassventils 6bv. Je nach spezifischer Motorleistung und Ausgestaltung des Heizungskreislaufs kann das Bypassventil 6bv bis hin zu relativ hohen Motorlasten und Motordrehzahlen komplett geschlossen bleiben. Gegebenenfalls erfolgt zur Vermeidung von Kavitation an der Motorkühlmittelpumpe 7 bei hohen Motordrehzahlen eine el. oder federbelastete Öffnung des Bypassventils 6bv. Speziell bei Motoren, die weitgehend ohne Öffnen des Bypassventils 6bv auskommen und auch beim Öffnen nur einen relativ geringen Bypassvolumenstrom benötigen, ist es besonders vorteilhaft, zumindest eine Komponente mit Kühlbedarf so am Motorausstritt anzuschließen, dass sie bei geschlossenem Bypassventil 6bv nicht oder nur mit reduziertem Kühlmitteldurchsatz durchströmt wird und bei geöffnetem Bypassventil mit vollem Kühlmitteldurchsatz. Dies spart in vielen Anwendungen ein Ventil zur separaten Abschaltung in den ersten Minuten des Warmlaufs. Dies ist insbesondere in den Fällen hilfreich, in denen die Kühlwirkung und die effektive wärmeaktive Masse dieser Komponente temporär reduziert werden soll.

[0112] Dies ist insbesondere bei der Einbindung von Abgaswärmetauschern oder EGR-Kühlern von Vorteil, weil sich damit deren Nutzungsspektrum erweitern lässt. Ein entsprechendes Anwendungsbeispiel mit EGR-Kühler 100 zeigt **Fig. 16**. Auch die kühlmit-

telseitige Einbindung eines Abgaswärmetauschers für nicht rückgeführtes Abgas würde in analoger Weise besonders vorteilhaft erfolgen, solange die Bauraumsituation es zulässt.

[0113] Bei relativ geringem Kühlmitteldurchsatz durch den EGR-Kühler oder Abgaswärmetauscher lässt sich damit insbesondere die Heizung aufgrund einer erhöhten Vorlauftemperatur verbessern, bei gleichzeitiger Nutzung der motorinternen Vorteile aufgrund des geringen motorseitigen Kühlmittelgesamtdurchflusses. Gleichzeitig stellt das Bypassventil 6bv dann sicher, dass eine lokale Überhitzung des Kühlmittels bei hohem abgasseitigem Wärmeeintrag in allen Motorbetriebspunkten sicher vermieden werden kann. Im gesetzlichen Abgastest bietet die Anordnung gemäß **Fig. 16** den ganz besonderen Vorteil, dass der EGR-Kühler 100 in der frühen Phase des Warmlaufs mittels des Heizungsventils 2 und des Bypassventils 6bv gezielt geschlossen werden kann, was sich durch die Absenkung der EGR-Kühlung in dieser Phase positiv auf die Abgasemissionen auswirkt. Dabei ist speziell bei besonders NOx-kritischen Verbrennungsmotoren zu berücksichtigen, dass im Verlauf des gesetzlichen Abgastests der EGR-Kühler 100 aktiviert werden muss. Dies geschieht angesichts der fehlenden Heizungswärmeentnahme im heutigen Abgastest in der Anwendung gemäß **Fig. 16** bevorzugt über den feindosierbaren Heizungszeig 4a. Falls das Bypassventil 6bv fein dosierbar ist, kann natürlich auch dieses verwendet werden.

[0114] Eine Übertragung dieser speziell für sehr guten Heizkomfort ausgerichteten Variante mit EGR-Kühler gemäß **Fig. 16** auf die verschiedenen Schaltungsvarianten des Kühlsystems der DE 10 2005 035 121 A1 sowie der Erfindung ist ebenfalls sehr vorteilhaft in Bezug auf die mögliche Verbesserung der winterlichen Heizwirkung. Dabei wird insbesondere davon Gebrauch gemacht, dass im gesetzlichen Abgastest kein Bedarf an Heizleistung besteht und somit zur Einstellung eines hinreichenden Kühlmitteldurchflusses für eine gute Wirksamkeit des EGR-Kühlers bereits das Öffnen des Heizungszeigs 4a genügt. Damit ist der Kühlmittelgesamtdurchfluss durch den Motor in weiten Bereichen des gesetzlichen Abgastests auf einem deutlich abgesenkten Niveau, verbunden mit den beschriebenen Vorteilen bezüglich des Kraftstoffverbrauchs. Speziell der Spielraum, mittels der feinen Variation des Heizungsdurchflusses im Abgastest den EGR-Kühlerdurchfluss zu dosieren und gegebenenfalls in Betriebsphasen mit erhöhtem Kühlbedarf des Motors bzw. des EGR-Kühlers zur Absenkung der NOx-Emissionen einen relativ hohen Kühlmittelgesamtdurchfluss durch den Motor und den EGR-Kühler einzustellen, bis hin zu sehr hohen Durchflusswerten durch Öffnen des Bypassventils 6bv, machen die gezeigte EGR-Kühlereinbin-

derung mit der gleichzeitigen Maximierung des winterlichen Kabinenheizpotentials sehr attraktiv.

[0115] Steht die Minimierung des Kraftstoffverbrauchs und der Schadstoffemissionen im gesetzlichen Abgastest im Vordergrund und weniger das maximale winterliche Heizpotential, so ist die Einbindung des EGR-Kühlers parallel oder in Reihe zum Motorölkühler 30 bzw. Getriebeölkühler 40, insbesondere zum Motorölkühler 30 gemäß **Fig. 1**, **Fig. 4-9** und **Fig. 12-16**, besonders günstig.

[0116] Dabei lässt insbesondere das große Druckpotential durchaus eine Reihenschaltung des Motorölkühlers 30 und des EGR-Kühlers 100 zu, so dass gegebenenfalls das Ventil 6dv im Motorölkühlerzweig 6d oder das Zusatzbypassventil 6cv den Zeitpunkt der effektiven Einbindung des Motorölkühlers 30 und des EGR-Kühlers 100 in den Motorkühlprozess vornehmen kann. Wahlweise kann aber auch eine Anordnung des EGR-Kühlers 100 parallel zum Motorölkühler 30 und zum Getriebeölkühler 40 erfolgen.

[0117] Dabei ist es in beiden Fällen vorteilhaft, wenn der EGR-Kühler zusätzlich eine von der Motorsteuerung 16 schaltbare abgasseitige Bypassregelung aufweist, die den EGR-Abgasstrom unter Umgehung der kühlenden EGR-Wärmetauscherzonen direkt zum Motor leitet. In Phasen mit geringem EGR-Kühlbedarf ist damit insbesondere die wärmeaktive Masse des EGR-Kühlers einschließlich des Kühlwassers besonders gut bezüglich der Kühlung des rückgeführten Abgasstroms deaktivierbar. Gleichzeitig ermöglicht dies eine Minimierung des Überhitzungsrisikos, ganz speziell bei erfindungsgemäßen Ausgestaltungsvarianten mit zumindest temporär sehr kleinen Kühlmitteldurchsätzen. Die abgasseitige Option, die EGR-Kühlwirkung zu deaktivieren, ohne die Abgasrückführung abzuschalten, erweitert hier bereits ganz grundsätzlich den Spielraum, gezielt bestimmte Temperaturfenster für die motorinterne Verbrennung einzustellen. Die spezifische Einbindung des EGR-Kühlers führt jedoch - ebenso wie beim Motorölkühler 30 und beim Getriebeölkühler 40 - dazu, dass eine gute EGR-Kühler-Wirkung auch bereits bei sehr geringen Gesamtkühlmitteldurchsätzen durch den Motor einstellbar ist.

[0118] Dabei liegt es bei Anwendungen der Erfindung mit geringem Gesamtkühlmitteldurchsatz durch den Motor in der Natur der erfindungsgemäßen Vorgehensweise, dass bei geringem Gesamtkühlmitteldurchsatz durch den Motor relativ hohe Temperaturdifferenzen zwischen Motoraustritt und Motoreintritt resultieren, sobald dem Kühlmittel am Heizungswärmetauscher 4 oder am Fahrzeugkühler 8 Wärme entzogen wird. Die verschiedensten Methoden, mit denen diese Temperaturdifferenz für eine Verbesserung der Kabinenheizung und/oder

des Kraftstoffverbrauchs genutzt werden kann und dabei gegebenenfalls möglichst groß gestaltet werden oder aber auch durch eine gewisse Erhöhung des Motorkühlmitteldurchsatzes begrenzt werden muss, wurden bereits hinlänglich beschrieben.

[0119] Die Einbindung eines EGR-Kühlers 100 in Reihe oder parallel zu dem beispielhaft in **Fig. 1** und **Fig. 7** gezeigten Motorölkühler 30 und/oder Getriebeölkühler 40, stellt für das Kühlmittel im Warmlauf sehr bald eine Wärmequelle dar, im Gegensatz zum Motorölkühler 30 und zum Getriebeölkühler 40, die im Warmlauf ohne Heizleistungsentnahme i.a. eine Wärmesenke für das Kühlmittel darstellen. Der auslegungsgemäß relativ hohe Kühlmitteldurchsatz durch den Motorölkühler 30 und den Getriebeölkühler 40 bzw. den EGR-Kühler stellt dabei sicher, dass unabhängig vom Gesamtkühlmitteldurchsatz durch den Motor eine gute EGR-Kühlwirkung erzielt wird. Dies gilt im Warmlauf bereits ohne Heizleistungsentnahme. Von ganz besonderem Vorteil ist es aber, dass mit Heizleistungsentnahme in sehr vielen Fahrbetriebszuständen ein erhöhtes EGR-Kühlpotential verfügbar gemacht werden kann. Speziell vor dem Hintergrund, dass künftige Abgastests u.U. mit eingeschalteter Klimaanlage bzw. eingeschalteter Heizung gefahren werden, bedeutet eine erfindungsgemäße Ausgestaltungsvariante mit Variation des Heizungskühlmitteldurchflusses einen erheblichen Vorteil bezüglich der von der Motorsteuerung einstellbaren Variationsbreite der EGR-Kühlung. Die gleichzeitige Durchströmung des Motorölkühlers 30 und des EGR-Kühlers 100 führt bei den auslegungsbedingt relativ hohen Kühlmitteldurchflüssen durch diese beiden Bauteile letztlich dazu, dass sich mit dem Absenken der Heizungsrücklaufemperatur im EGR-Kühler und im Motorölkühler 30 eine verstärkte Kühlwirkung auf das rückgeführte Abgas und auch auf das Motoröl einstellt.

[0120] Analoges gilt für Fahrzeugbetriebsarten, in denen nur eine relativ geringe Wärmemenge am Fahrzeugkühler 8 abgegeben wird. Speziell bei den bereits beschriebenen Kühlsystemen, die auch in der Lage sind relativ stark unterkühltes Kühlmittel aus dem Fahrzeugkühler 8 zu liefern, ist es zur temporären Maximierung der EGR-Kühlung besonders vorteilhaft, mit den jeweils ursprünglich für die Heißkühlung und für die bedarfsgerechte Anhebung der Motorkühlmittelintrittstemperatur eingebauten Stellkomponenten, insbesondere das Schließen des Bypassventils 6bv und des Zusatzbypassventils 6cv sowie die Begrenzung des Heizungsdurchsatzes, temporär bewusst Betriebszustände herbeizuführen, bei denen bei sehr geringem Gesamtkühlmitteldurchsatz durch die Brennkraftmaschine 1 und den Fahrzeugkühler 8 eine abgesenkte Kühlmitteltemperatur am Motoreintritt und somit am EGR-Kühler vorliegt. Die bewusste Absenkung der Motorkühlmitte-

leintrittstemperatur in der Teillast ist bei frei ansteuerbarem Kühlerventil 6av und Bypassventil 6bv unmittelbar möglich, bei motoraustrittseitigen Kühlerthermostaten 6 ergibt sie sich bei entsprechender Drosselung vielfach zwangsläufig und bei motoreintrittseitigen Kühlerthermostaten 6 kann angesichts Ansteuerungs- Freiheitsgrade der erfindungsgemäßen Vorgehensweisen vielfach auch problemlos mit Thermostat-Nenntemperaturen deutlich unterhalb 85°C gearbeitet werden. Dabei ist klar, dass eine derartige Vorgehensweise, mit über den Heizungswärmetauscher 4 oder den Fahrzeugkühler 8 deutlich unterkühltem Kühlmittel am Motoreintritt und am Motorölkühler 30, i.a. nur temporär erstrebenswert ist, da sie bei gleichzeitiger Ölkühlerdurchströmung auf eine in der Motorteillast meist nicht gewünschte Absenkung der Motoröltemperatur führt. Speziell um Grenzwerte bezüglich der gesetzlichen NOx-Emissionen zu erfüllen kann eine derartige Vorgehensweise aber sehr effizient sein. Erfolgt insbesondere die Einbindung des Motorölkühlers 30 und des EGR-Kühlers 100 parallel und wird der Motorölkühler 30 mit einem Ventil 6dv im Motorölkühlerzweig 6d deaktiviert, sobald die Kühlmitteltemperatur am Motoreintritt bzw. am Ölkühlereintritt einen gewissen Grenzwert unterschreitet, so kann die temporäre Ölakkühlung aber auch hier vermieden werden.

[0121] Ausgehend von **Fig. 1** zeigt in diesem Zusammenhang **Fig. 17**, stellvertretend für diese nicht rein kraftstoffverbrauchs- sondern gleichzeitig emissionsorientierte Art der EGR-Kühlereinbindung, eine besonders wirksame Lösung mit EGR-Kühler 100 parallel zum Motorölkühler 30 und zum Getriebeölkühler 40.

[0122] Im gesetzlichen Abgastest ist es bei dieser Anordnung insbesondere vorteilhaft, den Heizungszweig 4a zunächst zu schließen. Der Zusatzbypasszweig 6c ist bevorzugt zunächst ebenfalls mit dem Zusatzbypassventil 6cv verschlossen. Damit strömt kein Kühlmittel durch die Brennkraftmaschine 1, es liegt lediglich der Kurzschlussstrom der Motorkühlmittelpumpe 7 durch den EGR-Kühler 100 vor, der Motorölkühler 30 und der Getriebeölkühler 40 sind zunächst thermostatisch mit den Ventilen 6dv im Motorölkühlerzweig 6d und 6ev im Getriebeölkühlerzweig 6e geschlossen. Selbst mit der preiswerteren EGR-Kühlerbauart ohne abgasseitigen Bypass zur Deaktivierung der EGR-Kühlung liegt mit dieser Konfiguration gemäß **Fig. 17** eine Teil-Deaktivierung des EGR-Kühlers vor, da nur der Mini-Kurzschluss um den EGR-Kühler herum vom rückgeführten Abgas aufgeheizt werden muss. Der Nachteil zu einem abgasseitig mit einem separaten Ventil komplett abgeschalteten EGR-Kühler ist damit nur relativ klein.

[0123] Zur Aktivierung des EGR-Kühlers öffnet mindestens das Zusatzbypassventil 6cv, das Ventil 6dv im Motorölkühlerzweig 6d, das Ventil 6ev im Getrie-

beölkühlerzweig 6e, das Heizungsventil 2 oder das Bypassventil 6bv. Bei zusätzlich abgasseitig abschaltbarer Kühlung des rückgeführten Abgases öffnet gegebenenfalls gleichzeitig die abgasseitige Regelklappe.

Die Dosierung der EGR-Kühlung erfolgt bei zunächst noch geschlossenem Fahrzeugkühlerzweig 6a so, dass kein oder nur ein sehr kleiner Kühlmittelgesamtdurchsatz durch die Brennkraftmaschine 1 resultiert. Die wärmeaktive Masse des EGR-Zweigs und des sich nach und nach öffnenden Motorölkühlerzweigs 6d einschließlich der Wärmeübertragung ans Motoröl sind angesichts der hohen Kühlmitteldurchflüsse im EGR-Kühler mehr als ausreichend, um zunächst eine potentielle Überhitzung des EGR-Kühlers sicher zu vermeiden. Erreicht die Motoraustrittstemperatur die Öffnungstemperatur des Kühlerthermostaten 6 von beispielsweise 85°C, so beginnt dieser den Fahrzeugkühlerzweig 6a zu öffnen. Gegebenenfalls triggert ein kurzzeitiger Öffnungsimpuls des Bypassventils 6bv den Wärmetransport zum Kühlerthermostaten 6 zur Einleitung des Öffnungsvorgangs.

Angesichts des nach wie vor geringen Gesamtkühlmitteldurchsatzes durch den Motor führt das relativ kalte Kühlmittel des Fahrzeugkühlers 8 dazu, dass im Vergleich zu konventionellen EGR-Kühlsystemen ein erheblich niedrigeres Kühlmitteltemperaturniveau zur EGR-Kühlung bereitsteht. Speziell bei relativ geringer EGR-Rate wird sich das Ventil 6dv im Motorölkühlerzweig 6d in vielen Betriebspunkten sogar wieder schließen und damit automatisch eine zu starke Unterkühlung des Motoröls bzw. eine unerwünschte Anhebung des EGR-Kühlmitteltemperaturniveaus aufgrund eines im Motorölkühler 30 erfolgenden Wärmeentzugs aus dem Motoröl unterbinden. Speziell bei NOx-kritischen Motoren ermöglicht es diese Vorgehensweise, mit erhöhten Motorbauteiltemperaturen zu arbeiten. In Bezug auf die Bildung von NOx wird dabei der an die erhöhten Motorbauteiltemperaturen gekoppelten Erhöhung des brennraumseitigen Wärmeintrags in das Frischgas bzw. die Verbrennungszwischenprodukte dadurch entgegengewirkt, dass eine geringere Ausgangstemperatur zum Beginn der Verdichtung und eine erhöhte Menge rückgeführten Abgases vorliegen.

[0124] Bei dieser insbesondere für Dieselmotoren gedachten Vorgehensweise mit EGR-Kühlung ist insbesondere zu beachten, dass nicht eine allzu frühe Öffnung des Fahrzeugkühlers 8 zwar die beschriebenen Vorteile bezüglich des NOx liefert, im Gegenzug aber weitreichende Potentiale bezüglich der Minimierung der Reibungsverluste des Motors verschenkt. Eine erfindungsgemäße Feinabstimmung des Motorgesamtkühlmitteldurchsatzes mittels des Heizungsventils 2 sowie des optionalen Zusatzbypasszweigs 6c mit Zusatzbypassventil 6cv

hilft in diesem Zusammenhang erheblich, möglichst wenig Potential zu verschenken.

[0125] Im Zusammenhang mit der Absenkung der EGR-Kühlmitteltemperatur wurde bereits mehrfach darauf hingewiesen, dass hier eine thermostatische oder motorsteuerungsseitige Deaktivierung der Motorölkühlerdurchströmung temporär günstiger sein kann als die permanente Einbindung ab einer bestimmten Mindestkühlmitteltemperatur. Mit Blick auf **Fig. 6** der DE 10 2005 035 121 A1 folgt vor diesem Hintergrund, dass es bei starkem bzw. längerem Bedarf bezüglich einer Absenkung der EGR-Kühlmitteltemperatur besonders vorteilhaft ist, den Kühlmittelzufluss zum Motorölkühlerzweig 6d auf die wesentlich wärmere Motorausstrittseite zu verlegen und nur den EGR-Zweig direkt am Pumpenausstritt zu entnehmen und im Kurzschluss direkt an die Position 7e zu führen, so wie dies exemplarisch in **Fig. 18** gezeigt ist. Damit geht zwar insbesondere die dämpfende Wirkung des Motorölkühlerzweigs 6d vor dem Motoreintritt des Kühlmittels verloren, doch kann der EGR-Zweig zumindest einen Teil dieser Funktionalität übernehmen. Nur die motorspezifische Anwendung kann letztlich entscheiden, ob die Nachteile der Ölkühler-Einbindung gemäß **Fig. 18**, die im Interesse einer brauchbaren Effizienz des Motorölkühlers 30 insbesondere einen etwas erhöhten Gesamtkühlmitteldurchsatz durch den Motor erfordert und bei Betrieb mit Heizung gewisse Nachteile mit sich bringt, mittels der Vorteile während starker EGR-Kühlung kompensiert werden können.

[0126] Die Überführung des erfindungsgemäßen Gedankenguts in geeignete Motorkomponenten ist angesichts der obigen Ausführungen und der detaillierten Patentansprüche weitreichend aufgezeigt. Insbesondere in Bezug auf die Motorkühlmittelpumpe 7 und die jeweiligen Positionen des Kühlerventils 6av bzw. Kühlerthermostaten sowie der einzelnen Kühlmittelzweige zeigen die einzelnen Systemdiagramme deutlich, wie bei den einzelnen Varianten die Systemgrenzen für die Zusammenfassung von Bauteilen und Kühlmittelanschlüssen bzw. Verbindungsleitungen besonders vorteilhaft gelegt werden können. Teilaspekte hierzu sind insbesondere - weitgehend selbsterklärend und spezifisch getrennt für eintrittsseitige und austrittsseitige Temperaturregelung der Brennkraftmaschine - in den entsprechenden Patentansprüchen beschrieben und müssen hier nicht noch einmal bis ins letzte Detail erklärt werden.

Insbesondere ist es hier sehr hilfreich, wenn die Motorkühlmittelpumpe 7 nicht nur die üblichen Kühlmittelzu- und -abflüsse bzw. Anschlussstutzen aufweist, sondern einen Zusatzanschlussstutzen an der Position 7e direkt am Pumpeneintritt und/oder einen Zusatzanschlussstutzen direkt am Pumpenausstritt, insbesondere jeweils direkt in Einheit mit dem Pumpengehäuse bzw. Anschlussstutzen oder

Anschlussflansch. Bei vielen Anwendungen, insbesondere mit autarken Kühlerthermostaten 6, machen erst diese pumpennahen Anschlüsse, bevorzugt unter direkter Zusammenfassung mit dem Motor-, Getriebe- und/oder EGR-Kühler sowie gegebenenfalls den zugehörigen Ventilen zur temporären Deaktivierung zu einem Modul die volle Nutzung möglich. Dies betrifft ganz besonders die Minimierung der Kühlmittelmasse, die Verbesserung des Regelverhaltens, die temporäre Anhebung der Kühlmitteltemperatur über die Thermostatöffnungstemperatur hinaus, die temporäre Umkehrung des ölseitigen Wärmeübergangs sowie die Bereitstellung einer definierten Kühlreserve.

[0127] Losgelöst vom gleichzeitigen Vorhandensein eines zusätzlichen motorpumpenausstrittsseitigen Anschlussstutzens ist speziell der zusätzliche motorpumpeneintrittsseitige Anschlussstutzen an der Position 7e in Verbindung mit mindestens einer Verbindungsleitung zum Motorausstritt, welche bei Bedarf den Wärmetransport vom Zylinderkopf zum Zylinderblock sicherstellt, bei als Dehnstoffthermostat ausgebildeten Kühlerthermostaten 6 ein ganz maßgebliches Mittel zur Anhebung der Motorkühlmittel- und Motorbauteiltemperatur über die konventionellen Teillastwerte hinaus. Dies gilt bereits für austrittsseitige als Dehnstoff-Thermostat ausgebildete Kühlerthermostaten 6, wie z.B. in **Fig. 1**, in noch wesentlich weitreichenderem Maße aber für eintrittsseitige als Dehnstoff-Thermostat ausgebildete Kühlerthermostaten 6, wie z.B. in **Fig. 7**, da damit bei Bedarf die effektive Thermostatöffnungstemperatur auch bei einem als Dehnstoff-Thermostat ausgebildeten Kühlerthermostaten 6 mittels der Motorsteuerung 16 in vielen Teillastpunkten weitgehend frei wählbar gestaltet werden kann. Insbesondere kann hiermit am Motorein- und Motorausstritt die Thermostatnenntemperatur gezielt überschritten werden.

[0128] Speziell die Einbindung des EGR-Kühlers bzw. des Motorölkühlers 30 und des Getriebeölkühlers 40 direkt im Kurzschluss um die Motorkühlmittelpumpe 7 herum und insbesondere unter Verwendung des Zusatzbypassventils 6cv, des Ventils 6dv im Motorölkühlerzweig 6d und/oder des Ventils 6ev im Getriebeölkühlerzweig 6e erlauben hier eine außerordentlich kompakte und kostengünstige Zusammenfassung zu kompletten Modulen, die insbesondere gemeinsam mit der Motorkühlmittelpumpe 7 vormontiert und dann als komplettes Modul an den Motor angeflanscht werden. Bei einer derartigen Vorgehensweise kann gegebenenfalls auch gleich ein als Minibypasszweig ausgebildeter Zusatzbypasszweig 6c so in dieses Modul integriert werden, dass er gegebenenfalls gemeinsam mit dem Motorblock eine Verbindung zum Kühlmittel im Motorkopf herstellt. Auch die zusätzliche Vorinstallation des Kühlerthermostaten 6 an ein derartiges Modul ist hier, insbesondere bei einem eintrittsseiti-

gen als Dehnstoff-Thermostat ausgebildeten Kühlerthermostaten 6, sehr vorteilhaft.

[0129] Die vielseitigen Vorteile, die sich mittels des temporären Schließens der kühlmittelseitigen Ventile 6dv und 6ev im Motorölkühlerzweig 6d bzw. Getriebeölkühlerzweig 6e erzielen lassen, wurden bereits ausführlich diskutiert. Dabei sind die Vorteile z.T. so groß, dass neben einer preiswerten thermostatischen Deaktivierung über die lokale Kühlmitteltemperatur auch eine frei wählbare Deaktivierung über die Motorsteuerung 16 kosteneffektiv sein kann.

[0130] Neben der thermostatischen Aktivierung über das Abschalten des Kühlmitteldurchsatzes kann natürlich auch eine Deaktivierung des Motorölkühlers 30 und des Getriebeölkühlers 40 über das Umleiten oder Abschalten des Öls erfolgen. Bei einer direkten Ansteuerung derartiger ölseitiger Ventile über die Motorsteuerung 16 bleibt die jeweilige Steuerlogik unter Berücksichtigung der Kühlmittel- und gegebenenfalls der Öltemperatur weitgehend identisch.

[0131] Umgekehrt ist es aber auch möglich, die ölseitigen Ventile mittels der Öltemperatur thermostatisch anzusteuern, wobei eine entsprechende Anpassung der Steuertemperaturen und der Steuerlogik an das erfindungsgemäße Gedankengut vorgenommen wird. Angesichts der gegenseitigen Kopplung der Kühlmittel- und Öltemperaturen erscheint dies durchaus machbar. Analoges gilt für die Anpassung des erfindungsgemäßen Gedankenguts an ölseitige Thermostatventile, die über die lokale Kühlmitteltemperatur angesteuert werden, wie an kühlmittelseitige Thermostatventile, die über die lokale Öltemperatur angesteuert werden.

[0132] Die Vielseitigkeit der oben beschriebenen Varianten des erfindungsgemäßen Vorgehens bei einfachen Änderungen der Ansteuerung ohnehin verfügbarer Bauteile kann in der Praxis insbesondere für ein kostensparendes Baukastensystem mit Heiz-/Klimagerät und Motorkühlsystem einschließlich Motorsteuerung und Klimabedienteil und zugehöriger Steuersoftware zur marktspezifischen Anpassung von Fahrzeugen mit Kühlungs- und Heizungskreislauf nach einem der Ansprüche 11-20 herangezogen werden. Insbesondere unter Verwendung der motorspezifischen Ausgestaltungsmerkmale dieser Ansprüche, ist ein solches Baukastensystem dadurch gekennzeichnet, dass die Umschaltungen zwischen kraftstoffverbrauchs- und/oder heizleistungs- und/oder motorleistungs- und/oder abgasemissionsorientierten Betriebsarten des Heiz- und Kühlsystems durch eine flexible und kosteneinsparende sowie im Feld nach spezifischem Kundenwunsch nachkalibrierbare marktspezifische Steuersoftwareanpassung der Motorkühlung bzw. des Heiz-/ Klimageräts erfolgen können.

[0133] Zur weiteren Kostensenkung ist es hier insbesondere vorteilhaft, die optionalen Nutzungsbereiche und Ansteuerungsvarianten unter spezifischer Berücksichtigung der Zielmärkte durch den Entfall einzelner Systembauteile oder Ansteuerungsfreiheitsgrade so einzugrenzen, dass mittels der Software nur ein Teil der gemäß Anspruch 1 allein oder gemeinsam umsetzbaren optionalen Nutzungsbereiche realisierbar ist.

[0134] So ist es z.B. zur kostensenkenden Vereinheitlichung der Bauteile und Systeme möglich, dass ein einheitliches Heiz-Klima-Gerät mit luftseitiger Temperaturregelung und aktiver oder passiver kühlwasserseitiger Heizungskühlmitteldurchsatzanpassung verwendet wird und die Softwareanpassung insbesondere so ausgestaltet ist, dass in nordischen Ländern die Erfüllung der Heizvorgaben sichergestellt ist und in gemäßigten Breiten der Kraftstoffverbrauch und die Schadstoffemissionen im Vordergrund stehen.

[0135] Speziell für Märkte, in denen die Kosten an erster Stelle stehen und insbesondere auch Kompromisse bei der Kabinenheizung und/oder beim Kraftstoffverbrauch eingegangen werden sollen, ist es ein ausgesprochener Vorteil vieler der bisher beschriebenen erfindungsgemäßen Vorgehensweisen, dass der Entfall des Bypassventils 6bv und/oder des Zusatzbypassventils 6cv und/oder der Ventile 6dv/6ev im Motorölkühlerzweig 6d bzw. Getriebeölkühlerzweig 6e und bei luftseitiger Temperaturregelung auch des Heizungsventils 2 in vielen Fällen ohne weitere Veränderungen erfolgen kann. Dies steht ganz im Gegensatz zum Entfall einer teuren el. angetriebenen Wasserpumpe mit Drehschieberthermostat und/oder Kennfeldthermostat für bestimmte Märkte, welcher i.a. ganz erhebliche System- und Bauraumveränderungen bedeutet und nur schwer bereits bei der Basisauslegung des Gesamtsystems konstruktiv vorgesehen werden kann. So bedeutet ein marktspezifischer Entfall eines separaten Bypassventils 6bv, im einfachsten Fall nur einen Entfall der Ansteuerleitung und/oder eine Verlängerung einer Motorkühlmittleitung.

Bezugszeichenliste

1	Brennkraftmaschine
2	Heizungsventil
4	Heizungswärmetauscher
4a	Heizungszweig
5	luftseitige Regelklappe einer luftseitigen Temperaturregelung
6a	Fahrzeugkühlerzweig
6	Kühlerthermostat, Kühlerventil
6av	Kühlerventil

6b	Bypasszweig	kühlmittelpumpe (7) umgewälzten Kühlmittels gekühlt wird, umfassend:
6bv	Bypassventil	- Regeln eines Kühlmitteldurchsatzes durch die Brennkraftmaschine (1) und einen Fahrzeugkühlerzweig (6a) mit einem Fahrzeugkühler (8) mithilfe eines Kühlerventils (6, 6av) zur Kontrolle einer Kühlmitteltemperatur,
6c	Zusatzbypasszweig	- wobei das Kühlmittel eines Heizungszweigs (4a) bei geöffnetem und geschlossenem Fahrzeugkühlerzweig (6a) über einen Heizungswärmetauscher (4), ein Heizungsventil (2) und die Motorkühlmittelpumpe (7) zwischen einem Motorausstritt und einem Motoreintritt zirkulieren kann, und
6cv	Zusatzbypassventil	- wobei der Kühl- und Heizungskreislauf außerdem aufweist:
6d	Motorölkühlerzweig	○ einen durch die Motorkühlmittelpumpe (7) führenden Kühlkreislauf mit einem EGR-Kühler (100),
6dv	Ventil im Motorölkühlerzweig 6d	○ einen durch die Motorkühlmittelpumpe (7), die Brennkraftmaschine (1) und einen Bypasszweig (6b) mit einem Bypassventil (6bv) führenden und den Fahrzeugkühler (8) umgehenden Kühlkreislauf,
6e	Getriebeölkühlerzweig	○ optional einen Zusatzbypasszweig (6c) mit Zusatzbypassventil (6cv), welcher unter Umgehung des Kühlerventils (6, 6av) und des Fahrzeugkühlers (8) durchströmbar ist,
6ev	Ventil im Getriebeölkühlerzweig 6e	dadurch gekennzeichnet , dass
6f	Feedback-Bypasszweig	- der Kühlkreislauf mit dem EGR-Kühler (100) kein Kühlmittelventil aufweist,
6t1	Kühlerteller eines Dreitellerthermostaten	- mithilfe von dem von einer Motorsteuerung (16) ansteuerbaren Heizungsventil (2) und Bypassventil (6bv) und optional dem Zusatzbypassventil (6cv) temporär eine Betriebsart mit einem stark abgesenkten Motorkühlmittelgesamtdurchsatz eingestellt wird,
6t2	erster Bypasssteller eines Dreitellerthermostaten	bei welcher Betriebsart:
6t3	zweiter Bypasssteller eines Dreitellerthermostaten	- dem Kühlmittel am Heizungswärmetauscher (4) oder am Fahrzeugkühler (8) Wärme entzogen wird,
7	Motorkühlmittelpumpe	- eine Kühlmitteltemperatur am Motoreintritt niedriger ist als eine Kühlmitteltemperatur am Motorausstritt,
7e	Position stromab des Kühlerthermostaten und stromauf eines Pumpenlaufrades	- relativ zu mindestens einer alternativ von der Motorsteuerung (16) einstellbaren Betriebsart mit höherem Motorkühlmittelgesamtdurchsatz eine erhöhte Kühlmitteltemperaturdifferenz zwischen dem Motoreintritt und dem Motorausstritt vorliegt,
8	Fahrzeugkühler	- der Kühlkreislauf mit dem EGR-Kühler (100) vom Kühlmittel durchströmt wird, und
9	Ausgleichsbehälters	- Kühlmittel mit deutlich niedrigerer Temperatur als am Motorausstritt in den EGR-Kühler (100) einströmt.
9a	Entlüftungszweig	
9rv	Spezialrückschlagventil	
16	Motorsteuerung	
21	erster Luftzweig einer luftseitigen Temperaturregelung	
22	zweiter Luftzweig einer luftseitigen Temperaturregelung	
30	Motorölkühler	
40	Getriebeölkühler	
90	Bypassanschluss des Drehschiebers 93	
90m	Miniaturströmungskanal im Bypassanschluss 90	
92m	Miniaturströmungskanal im Kühleranschluss 92	
91	Drehschieberventil 91	
92	Kühleranschluss des Drehschiebers 93	
93	Drehschieber	
100	EGR-Kühler	

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb eines Kühl- und Heizungskreislaufs für Kraftfahrzeuge mit einer Brennkraftmaschine (1), die mittels eines mit einer Motor-

2. Verfahren zum Betrieb eines Kühl- und Heizungskreislaufs für Kraftfahrzeuge mit einer Brennkraftmaschine (1), die mittels eines mit einer Motorkühlmittelpumpe (7) umgewälzten Kühlmittels gekühlt wird, umfassend:

- Regeln eines Kühlmitteldurchsatzes durch die Brennkraftmaschine (1) und einen Fahrzeugkühlerzweig (6a) mit einem Fahrzeugkühler (8) mithilfe eines Kühlerventils (6, 6av) zur Kontrolle einer Kühlmitteltemperatur,

- wobei das Kühlmittel eines Heizungszeigs (4a) bei geöffnetem und geschlossenem Fahrzeugkühlerzweig (6a) über ein Heizungsventil (2) und einen Heizungswärmetauscher (4) zwischen einem Motorausstritt und einem Motoreintritt der Brennkraftmaschine (1) zirkulieren kann, und

- wobei der Kühl- und Heizungskreislauf außerdem aufweist:

○ einen durch die Motorkühlmittelpumpe (7) führenden Kühlkreislauf mit einem EGR-Kühler (100),

○ einen durch die Motorkühlmittelpumpe (7), die Brennkraftmaschine (1) und einen Bypasszweig (6b) mit einem Bypassventil (6bv) führenden und den Fahrzeugkühler (8) umgehenden Kühlkreislauf, ○ optional einen Zusatzbypasszweig (6c) mit Zusatzbypassventil (6cv), welcher unter Umgehung des Kühlerventils (6, 6av) und des Fahrzeugkühlers (8) durchströmbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass

- mithilfe des Öffnens von dem von einer Motorsteuerung (16) ansteuerbaren Heizungsventil (2) und/oder Bypassventil (6bv) und/oder Zusatzbypassventil (6cv) eine Betriebsart mit in der Brennkraftmaschine (1) stehendem Kühlmittel beendet wird,

- wobei der EGR-Kühler (100) vor und nach dem Öffnen des von der Motorsteuerung (16) ansteuerbaren Heizungsventils (2) und/oder Bypassventils (6bv) und/oder Zusatzbypassventils (6cv) vom Kühlmittel durchströmt wird.

3. Verfahren zum Betrieb eines Kühl- und Heizungskreislaufs für Kraftfahrzeuge mit einer Brennkraftmaschine (1), die mittels eines mit einer Motorkühlmittelpumpe (7) umgewälzten Kühlmittels gekühlt wird, umfassend:

- Regeln eines Kühlmitteldurchsatzes durch die Brennkraftmaschine (1) und einen Fahrzeugkühlerzweig (6a) mit einem Fahrzeugkühler (8) mithilfe eines Kühlerventils (6, 6av) zur Kontrolle einer Kühlmitteltemperatur,

- wobei das Kühlmittel eines Heizungszeigs (4a) bei geöffnetem und geschlossenem Fahrzeugkühlerzweig (6a) über ein Heizungsventil (2) und einen Heizungswärmetauscher (4) zwischen einem Motorausstritt und einem Motoreintritt der Brennkraftmaschine (1) zirkulieren kann, und

- wobei der Kühl- und Heizungskreislauf außerdem aufweist:

○ einen durch die Motorkühlmittelpumpe (7) führenden Kühlkreislauf mit einem EGR-Kühler (100), einen durch die Motorkühlmittelpumpe (7), die Brennkraftmaschine (1) und einen Bypasszweig (6b) mit einem Bypassventil (6bv) führenden und den Fahrzeugkühler (8) umgehenden Kühlkreislauf, ○ optional einen Zusatzbypasszweig (6c) mit Zusatzbypassventil (6cv), welcher unter Umgehung des Kühlerventils (6, 6av) und des Fahrzeugkühlers (8) durchströmbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass

- die Durchströmung des Bypasszeigs (6b) und des Heizungszeigs (4a) mithilfe des von einer Motorsteuerung (16) geschlossenen Heizungsventils (2) und Bypassventils (6bv) unterbrochen ist, - während der EGR-Kühler (100) vom Kühlmittel durchströmt wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 2-3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Kühlkreislauf mit dem EGR-Kühler (100) temporär der einzige durchströmte Kühlkreislauf ist.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-4, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Kühlmittel unter vollständiger oder weitgehender Umgehung der Brennkraftmaschine (1) durch den Kühlkreislauf mit dem EGR-Kühler (100) strömt.

6. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Kühlmitteltemperatur am Eintritt des EGR-Kühlers (100) nahe einer Kühlmitteltemperatur am Motoreintritt liegt.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-6, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Motorölkühler (30) und/oder ein Getriebeölkühler (40) bei geschlossenem Kühlerventil (6, 6av) vom Kühlmittel durchströmt wird und eine kühlmittelseitige oder eine ölseitige Reduktion der Durchströmung des Motorölkühlers (30) und/oder des Getriebeölkühlers (40) mit einer Deaktivierung des Motorölkühlers (30) und/oder des Getriebeölkühlers (40) vorliegt.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Motorsteuerung (16) mit dem Heizungsventil (2) die Durchströmung des Heizungszeigs (4a) in einem Motorwarmlauf zunächst unterbricht und im Verlauf des Motorwarmlaufs öffnet.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-2, 5-8, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich der Gesamtkühlmitteldurchsatz durch die Brennkraftmaschine (1) temporär primär aus dem Kühlmitteldurchsatz im Heizungszeig (4a) und/oder im Zusatzbypasszweig (6c) zusammensetzt.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-9, **dadurch gekennzeichnet**, dass es unter Betriebsbedingungen wie in einem gesetzlichen Abgastest oder in einem Warmlauf ohne Heizung zur Anwendung kommt.

11. Vorrichtung zum Betrieb eines Kühl- und Heizungskreislaufs für Kraftfahrzeuge mit einer Brennkraftmaschine (1), die mittels eines mit einer Motorkühlmittelpumpe (7) umgewälzten Kühlmittels gekühlt wird, - mit einem Kühlerventil (6, 6av), welches zur Kontrolle einer Kühlmitteltemperatur einen Kühlmittel-

durchsatz durch die Brennkraftmaschine (1) und einen Fahrzeugkühlerzweig (6a) mit einem Fahrzeugkühler (8) regelt,

- einem Heizungszweig (4a), dessen Kühlmittel bei geöffnetem und geschlossenem Fahrzeugkühlerzweig (6a) über ein Heizungsventil (2), einen Heizungswärmetauscher (4) und die Motorkühlmittelpumpe (7) zwischen einem Motorausstritt und einem Motoreintritt zirkulieren kann,

- wobei der Kühl- und Heizungskreislauf außerdem aufweist:

- einen Kühlkreislauf mit einem EGR-Kühler (100),
- einen durch die Motorkühlmittelpumpe (7), die Brennkraftmaschine (1) und einen Bypasszweig (6b) mit einem Bypassventil (6bv) führenden und den Fahrzeugkühler (8) umgehenden Kühlkreislauf,
- optional einen Zusatzbypasszweig (6c) mit Zusatzbypassventil (6cv), welcher unter Umgehung des Kühlerventils (6, 6av) und des Fahrzeugkühlers (8) durchströmbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass

- der Kühlkreislauf mit dem EGR-Kühler (100) kein Kühlmittelventil aufweist,

- mit dem von einer Motorsteuerung (16) ansteuerbaren Heizungsventil (2) und Bypassventil (6bv) und optional dem Zusatzbypassventil (6cv) temporär eine Betriebsart mit innerhalb der Brennkraftmaschine (1) stehendem Kühlmittel oder zumindest einem stark abgesenkten Motorkühlmittelgesamtdurchsatz einstellbar ist, bei welcher der Kühlkreislauf mit dem EGR-Kühler (100) vom Kühlmittel durchströmbar ist und das Heizungsventil (2) bewirkt, dass kein Kühlmittel über den Motorausstritt in Richtung Heizungszweig (4a) strömen kann.

12. Vorrichtung zum Betrieb eines Kühl- und Heizungskreislaufs von Fahrzeugen mit einer flüssigkeitsgekühlten Brennkraftmaschine (1), die mittels eines mit einer Motorkühlmittelpumpe (7) umgewälzten Kühlmittels gekühlt wird,

mit einem Kühlerventil (6, 6av), welches zur Kontrolle einer Kühlmitteltemperatur einen Kühlmittel-durchsatz durch die Brennkraftmaschine (1) und einen Fahrzeugkühlerzweig (6a) mit einem Fahrzeugkühler (8) regelt, und

einem Heizungszweig (4a), dessen Kühlmittel bei geöffnetem und geschlossenem Fahrzeugkühlerzweig (6a) über ein Heizungsventil (2) und einen Heizungswärmetauscher (4) zwischen einem Motorausstritt und einem Motoreintritt zirkulieren kann, wobei der Kühl- und Heizungskreislauf außerdem aufweist:

- einen durch die Motorkühlmittelpumpe (7), die Brennkraftmaschine (1) und einen Bypasszweig (6b) mit einem Bypassventil (6bv) führenden und den Fahrzeugkühler (8) umgehenden Kühlkreislauf,
- optional einen Zusatzbypasszweig (6c) mit Zusatzbypassventil (6cv), welcher unter Umgehung des Kühlerventils (6, 6av) und des Fahrzeugkühlers (8) durchströmbar ist,

dadurch gekennzeichnet, dass

das Heizungsventil (2) und das Bypassventil (6bv) und optional das Zusatzbypassventil (6cv) bei geschlossenem Kühlerventil (6, 6av) von einer Motorsteuerung (16) schließbar sind zur temporären Absenkung des Gesamtkühlmitteldurchsatzes durch die Brennkraftmaschine (1), und dass

ein EGR-Kühlerzweig mit einem EGR-Kühler (100) oder ein EGR-Kühlerzweig mit einem EGR-Kühler (100) in Kombination mit einem Motorölkühlerzweig (6d) mit einem Motorölkühler (30) und/oder einem Getriebeölkühlerzweig (6e) mit einem Getriebeölkühler (40), flüssiges Kühlmittel an einer Position (7e) nahe des Austritts aus der Motorkühlmittelpumpe (7) bereits vor einer Durchströmung der Brennkraftmaschine (1) entnimmt und unter Umgehung des Fahrzeugkühlers (8) zum Pumpeneintritt fördert,

so dass im Warmlauf ein hoher Kühlmitteldurchfluss durch den EGR-Kühler (100) und gegebenenfalls den Motorölkühler (30) und/oder den Getriebeölkühler (40) bei geringem Gesamtkühlmitteldurchsatz durch die Brennkraftmaschine (1) oder in der Brennkraftmaschine (1) stehendes Kühlmittel einstellbar ist.

13. Kühl- und Heizungsanordnung für ein Kraftfahrzeug

mit einer flüssigkeitsgekühlten Brennkraftmaschine (1) und mit einem Kühlerventil (6) in Form eines Dreiteilerthermostaten zur Regelung der Wärmeabgabe an einem Fahrzeugkühler (8) und zur temporären Drosselung eines motorinternen Kühlmittelgesamtdurchsatzes, mit einem Kühlersteller (6t1) der die Durchströmung des Fahrzeugkühlers (8) unterbrechen kann, einem den Fahrzeugkühler (8) umgehenden Bypasszweig (6b), mit einem ersten im Warmlauf temporär geschlossenen Bypasssteller (6t2) und einem zweiten im Warmlauf zunächst zwar offenen aber wirkungslosen Bypasssteller (6t3), welcher den Bypasszweig (6b) erst bei weitgehend geöffnetem Kühlersteller (6t1) verschließt,

dadurch gekennzeichnet, dass

ein Motorölkühlerzweig (6d) mit Motorölkühler (30) und/oder ein Getriebeölkühlerzweig (6e) mit Getriebeölkühler (40) und/oder ein Zusatzzweig mit einem EGR-Kühler (100) das Kühlmittel am Austritt der Motorkühlmittelpumpe (7) unter weitgehender Vermeidung der Durchströmung der Brennkraftmaschine (1) entnimmt und stromab des als Dreiteilerthermostat ausgebildeten Kühlerventils (6) und stromab des Fahrzeugkühlers (8) wieder einspeist.

14. Vorrichtung nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Einbindung eines Heizungszweigs (4a) und/oder eines den Fahrzeugkühler (8) umgehenden Zusatzbypasszweiges (6c) einen konvektiven Wärmetransport vom Austritt der Brennkraftmaschine (1) über die Motorkühlmittelpumpe (7) zum Eintritt der Brennkraftmaschine (1)

sicherstellen ohne das als Dreiteilerthermostat ausgebildete Kühlventil (6) direkt anzuströmen, und dass diese Zweige mittels eines Heizungsventils (2) im Heizungsweig (4a) und/oder eines Zusatzbypassventils (6cv) im Zusatzbypassweig (6c) temporär eine zusätzliche Absenkung des Kühlmittelgesamtdurchsatzes durch die Brennkraftmaschine (1) vornehmen.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11-14, ferner mit einer Drosselung des Kühlmitteldurchsatzes im Heizungsweig (4a) in Verbindung mit einer luftseitigen Regelung der Kabinenheizung und Kabinenklimateuerung.

16. Kühl- und Heizungsanordnung in Kraftfahrzeugen mit einer flüssigkeitsgekühlten Brennkraftmaschine (1), die mittels eines mit einer Motorkühlmittelpumpe (7) umgewälzten Kühlmittels gekühlt wird, mit einem Kühlventil (6av), welches zur Kontrolle einer Kühlmitteltemperatur einen Kühlmitteldurchsatz durch die Brennkraftmaschine (1) und einen Fahrzeugkühlerweig (6a) mit einem Fahrzeugkühler (8) regelt und stromab der Brennkraftmaschine (1) aber stromauf des Fahrzeugkühlers (8) angeordnet ist, und einem Heizungsweig (4a), dessen Kühlmittel bei geöffnetem und geschlossenem Fahrzeugkühlerweig (6a) über einen Heizungswärmetauscher (4) zwischen einem Motoraustritt und einem Motoreintritt zirkulieren kann, und einem durch die Motorkühlmittelpumpe (7), die Brennkraftmaschine (1) und einen Bypassweig (6b) mit einem Bypassventil (6bv) führenden und den Fahrzeugkühler (8) umgehenden Kühlkreislauf, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Kühlventil (6av) und das Bypassventil (6bv) von einer Motorsteuerung (16) ansteuerbar sind und das Kühlventil (6av) zur Regelung der Wärmeabgabe an einem Fahrzeugkühler (8) variabel einstellbar ist und das Bypassventil (6bv) zur temporären Drosselung des motorinternen Kühlmittelgesamtdurchsatzes im Warmlauf temporär schließbar oder drosselbar ist, und dass ein Motorölkühlerweig (6d) mit Motorölkühler (30) und/oder ein Getriebeölkühlerweig (6e) mit Getriebeölkühler (40) und/oder ein Kühlmittelweig mit EGR-Kühler (100) das Kühlmittel am Austritt der Motorkühlmittelpumpe (7) unter weitgehender Vermeidung der Durchströmung der Brennkraftmaschine (1) entnimmt und stromab des Fahrzeugkühlers (8) wieder einspeist.

17. Vorrichtung nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Funktion des Kühlventils (6av) und des Bypassventils (6bv) in ein einziges Ventil, insbesondere ein Drehschieberventil (91), integriert ist, bei welchem eine erste Betriebsart mit reduziertem Kühlbedarf und mit synchroner Verän-

derung von Bypassdurchfluss und Kühlerdurchfluss einstellbar ist sowie eine zweite Betriebsart mit erhöhtem Kühlbedarf und gegenläufiger Veränderung dieser beiden Durchflüsse und insbesondere, dass hierzu ein einziges Steuersignal der Motorsteuerung (16) genügt.

18. Vorrichtung mit einer Motorkühlmittelpumpe (7) am Motoreintritt einer Brennkraftmaschine (1), mit einem Hauptkühlwasserverbindungskanal zu einem als Kühlerthermostat ausgebildeten und motoreintrittsseitig angeordneten Kühlventil (6), **dadurch gekennzeichnet**, dass dieser Hauptkühlwasserverbindungskanal zum Kühlerthermostaten mindestens einen Zusatzanschluss an einer Position (7e) stromab des Kühlerthermostaten und stromauf eines Pumpenlaufrades der Motorkühlmittelpumpe (7) aufweist, und dass die Motorkühlmittelpumpe (7), die motoreintrittsseitig nahe Entnahmestelle, die zugehörigen Kühlmittelverbindungsleitungen und mindestens ein wärmeübertragendes Bauteil, insbesondere ein Motorölkühler (30) oder ein Getriebeölkühler (40), ein EGR-Kühler (100) oder ein wassergekühlter Abgasturbolader, sowie der pumpeneintrittsseitige Hauptkühlwasserverbindungskanal mit Rückfluss des Kühlmittels aus dem wärmeübertragenden Bauteil an der Position (7e) zu einem Modul zusammengefasst sind.

19. Vorrichtung nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Kühlerthermostat als Dehnstoff-Thermostat ausgebildet ist und ebenfalls an das Modul angeflanscht ist, wobei ein hinreichender Abstand oder Strömungsleitvorrichtungen sicherstellen, dass ein temperatursensitiver Bereich des Kühlerthermostaten bei Einströmen von Kühlmittel über den Zusatzanschluss an der Position (7e) nicht genügend Wärmeeintrag für eine Thermostatöffnung erfährt.

20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7-19, **dadurch gekennzeichnet**, dass anstelle der/einer kühlmittelseitigen Deaktivierung des/eines Motorölkühlers (30) mit einem kühlmittelseitigen Ventil (6dv) und/oder des/eines Getriebeölkühlers (40) mit einem kühlmittelseitigen Ventil (6ev) ölseitige Ventile im motor- und/oder getriebeeseitigen Ölkreislauf verwendet werden.

21. Baukastensystem mit Heiz-/Klimagerät und Motorkühlsystem einschließlich Motorsteuerung (16) und Klimabedienteil und zugehöriger Steuerungssoftware zur marktspezifischen Anpassung eines Kraftfahrzeugs mit Kühlungs- und Heizungskreislauf nach einem der Ansprüche 11-20.

22. Kraftfahrzeug, **dadurch gekennzeichnet**, dass es dem Baukastensystem nach Anspruch 21 zugeordnet werden kann.

23. Motorsteuerung (16) für ein Kraftfahrzeug mit einer Brennkraftmaschine (1), **dadurch gekennzeichnet**, dass das Verfahren nach einem der Ansprüche 1-10 in der Motorsteuerung (16) hinterlegt ist.

24. Vorrichtung zum Betrieb eines Kühl- und Heizungskreislaufs für Kraftfahrzeuge mit einer Brennkraftmaschine (1), die mittels eines mit einer Motorkühlmittelpumpe (7) umgewälzten Kühlmittels gekühlt wird, mit

- einem Kühlventil (6, 6av), welches zur Kontrolle einer Kühlmitteltemperatur einen Kühlmitteldurchsatz durch die Brennkraftmaschine (1) und einen Fahrzeugkühlerzweig (6a) mit einem Fahrzeugkühler (8) regelt,

- einem Heizungsweig (4a), dessen Kühlmittel bei geöffnetem und geschlossenem Fahrzeugkühlerzweig (6a) über ein Heizungsventil (2), einen Heizungswärmetauscher (4) und über die Motorkühlmittelpumpe (7) zwischen einem Motorausstritt und einem Motoreintritt der Brennkraftmaschine (1) zirkulieren kann,

- einem Bypasszweig (6b) mit einem von einer Motorsteuerung (16) ansteuerbaren Bypassventil (6bv), dessen Kühlmittel bei geschlossenem Fahrzeugkühlerzweig (6a) über die Motorkühlmittelpumpe (7) zwischen einem Motorausstritt und einem Motoreintritt der Brennkraftmaschine (1) zirkulieren kann,

- einem durch die Motorkühlmittelpumpe (7) führenden Kühlkreislauf mit einem EGR-Kühler (100), **dadurch gekennzeichnet**, dass

- mithilfe des Kühlventils (6, 6av), des Heizungsventils (2) und des Bypassventils (6bv) temporär eine Betriebsart eingestellt ist, bei welcher zumindest der Heizungsweig (4a), der Bypasszweig (6b) und der Fahrzeugkühlerzweig (6a) nicht vom Kühlmittel durchströmt sind,

- während der Kühlkreislauf mit dem EGR-Kühler (100) vom Kühlmittel durchströmt ist.

25. Vorrichtung zum Betrieb eines Kühl- und Heizungskreislaufs für Kraftfahrzeuge mit einer Brennkraftmaschine (1), die mittels eines mit einer Motorkühlmittelpumpe (7) umgewälzten Kühlmittels gekühlt wird, mit

- einem Kühlventil (6, 6av), welches zur Kontrolle einer Kühlmitteltemperatur einen Kühlmitteldurchsatz durch die Brennkraftmaschine (1) und einen Fahrzeugkühlerzweig (6a) mit einem Fahrzeugkühler (8) regelt,

- einem Heizungsweig (4a), dessen Kühlmittel bei geöffnetem und geschlossenem Fahrzeugkühlerzweig (6a) über einen Heizungswärmetauscher (4), ein Heizungsventil (2) und über die Motorkühlmittelpumpe (7) zwischen einem Motorausstritt und einem Motoreintritt der Brennkraftmaschine (1) zirkulieren kann,

- einem Bypasszweig (6b) mit einem Bypassventil

(6bv), dessen Kühlmittel bei geschlossenem Fahrzeugkühlerzweig (6a) über die Motorkühlmittelpumpe (7) zwischen einem Motorausstritt und einem Motoreintritt der Brennkraftmaschine (1) zirkulieren kann,

- optional einem Zusatzbypasszweig (6c) mit Zusatzbypassventil (6cv), welcher unter Umgehung des Kühlventils (6, 6av) und des Fahrzeugkühlers (8) durchströmbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass

- eine luftseitige Regelklappe (5), die zur Temperaturregelung in einen ersten Luftzweig (21) und in einen zweiten Luftzweig (22) eingreifen kann, vorhanden ist,

- ein Kühlkreislauf mit einem EGR-Kühler (100) vorhanden ist, dessen Kühlmittel unter vollständiger oder zumindest weitgehender Umgehung der Brennkraftmaschine (1) von einem Kühlmittelpumpenausstritt der Motorkühlmittelpumpe (7) über den EGR-Kühler (100) zurück zum Kühlmittelpumpeneintritt strömt, den Fahrzeugkühler (8) umgeht und kein Ventil aufweist,

- mithilfe des von einer Motorsteuerung (16) ansteuerbaren Heizungsventils (2) und Bypassventils (6bv) und optional des Zusatzbypassventils (6cv) temporär eine Einstellung des Heiz- und Kühlsystems vornehmbar ist, bei der kein und/oder nur ein sehr kleiner Kühlmittelgesamtdurchsatz durch die Brennkraftmaschine (1) resultiert, während der EGR-Kühler (100) durchströmt ist.

26. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 24 oder 25, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Kühlkreislauf mit dem EGR-Kühler (100) temporär der einzige Kühlkreislauf ist, von dem die Motorkühlmittelpumpe (7) durchströmt wird.

27. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 24-26, **dadurch gekennzeichnet**, dass in einem Motorwarmlauf ein Öffnen des Heizungsventils (2) erfolgt und erst dann Kühlmittel über den Heizungsweig (4a) strömt, der an einem Zylinderkopf der Brennkraftmaschine (1) angeschlossen ist.

28. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 24-27, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Motorsteuerung (16) mit dem Schließen des Heizungsventils (2) und Bypassventils (6bv) eine Einstellung vornimmt, bei der der EGR-Kühler (100) und ein Motorölkühler (30) durchströmt sind, während eine Durchströmung der Brennkraftmaschine (1) über den Fahrzeugkühlerzweig (6a), den Heizungsweig (4a) sowie über den vom Motorausstritt der Brennkraftmaschine (1) über die Motorkühlmittelpumpe (7) zum Motoreintritt der Brennkraftmaschine (1) führenden und den Fahrzeugkühler (8) umgehenden Bypasszweig (6b) unterbrochen ist.

29. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 24-28, **dadurch gekennzeichnet**, dass sie eine Ein-

stellung vorsieht, bei der kein oder nur ein sehr kleiner Kühlmittelgesamtdurchsatz durch die Brennkraftmaschine (1) resultiert und bei der neben dem EGR-Kühler (100) ein Motorölkühler (30) von Kühlmittel durchströmt ist, wobei in der Motorsteuerung (16) hinterlegt ist, dass das Heizungsventil (2) eine Motorkühlmitteldurchströmung über den Heizungsweig (4a) in einem Warmlauf zunächst unterbricht und dann öffnet.

30. Vorrichtung zum Betrieb eines Kühl- und Heizungskreislaufs für Kraftfahrzeuge mit einer Brennkraftmaschine (1), die mittels eines mit einer Motorkühlmittelpumpe (7) umgewälzten Kühlmittels gekühlt wird, mit einem als Dehnstoff-Thermostat ausgebildeten und motorausgangsseitig angeordneten Kühlerventil (6), welches zur Kontrolle einer Kühlmitteltemperatur einen Kühlmitteldurchsatz durch die Brennkraftmaschine (1) und einen Fahrzeugkühlerweig (6a) mit einem Fahrzeugkühler (8) regelt, und einem Heizungsweig (4a) mit Heizungsventil (2), dessen Kühlmittel bei geöffnetem und geschlossenem Fahrzeugkühlerweig (6a) über einen Heizungswärmetauscher (4) zwischen einem Motorausstritt und einem Motoreintritt der Brennkraftmaschine (1) zirkulieren kann, und einem Bypassweig (6b) zur Umgehung des Fahrzeugkühlers (8) mit einem Bypassventil (6bv) stromab des Kühlerventils (6), optional einem Zusatzbypassweig (6c) mit Zusatzbypassventil (6cv), welcher unter Umgehung des Kühlerventils (6) und des Fahrzeugkühlers (8) durchströmbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass mit dem von einer Motorsteuerung (16) ansteuerbaren Heizungsventil (2) und Bypassventil (6bv) und optional dem Zusatzbypassventil (6cv) eine Umschaltung des Motorkühlmittelgesamtdurchsatzes vornehmbar ist, das Kühlerventil (6) motorausstrittsseitig angeordnet ist und die Strömung im Fahrzeugkühlerweig (6a) von der Motorkühlmittelpumpe (7) durch die Brennkraftmaschine (1) unter Durchströmung eines Zylinderblocks und eines Zylinderkopfes der Brennkraftmaschine (1) zum Kühlerventil (6) und von da aus über den Fahrzeugkühler (8) zurück zur Motorkühlmittelpumpe (7) führt, und dass ein Feedback-Bypassweig (6f) einen Kühlmittelteilstrom hinter der Motorkühlmittelpumpe (7) und vor einer weitgehenden Erwärmung innerhalb der Brennkraftmaschine (1) entnimmt, wobei dieser Teilstrom zum oder durch das motorausstrittsseitig angeordnete Kühlerventil (6) führt und somit dessen Öffnungszeitpunkt mitbestimmt.

31. Vorrichtung nach Anspruch 30, **dadurch gekennzeichnet**, dass die effektive Öffnungstemperatur des als Dehnstoff-Thermostat ausgebildeten Kühlerventils (6) durch eine Wärmeabgabe am Hei-

zungswärmetauscher (4) und/oder eine Wärmeabgabe am Fahrzeugkühler (8) und/oder eine Wärmeabgabe an einem Motorölkühler (30) und/oder an einem Getriebeölkühler (40) temporär zu erhöhten Kühlmittelaustrittstemperaturen der Brennkraftmaschine (1) hin verschoben ist.

32. Vorrichtung zum Betrieb eines Kühl- und Heizungskreislaufs für Kraftfahrzeuge mit einer Brennkraftmaschine (1), die mittels eines mit einer Motorkühlmittelpumpe (7) umgewälzten Kühlmittels gekühlt wird, mit einem Kühlerventil (6, 6av), welches zur Kontrolle einer Kühlmitteltemperatur einen Kühlmitteldurchsatz durch die Brennkraftmaschine (1) und einen Fahrzeugkühlerweig (6a) mit einem Fahrzeugkühler (8) regelt, und einem Heizungsweig (4a), dessen Kühlmittel bei geöffnetem und geschlossenem Fahrzeugkühlerweig (6a) über einen Heizungswärmetauscher (4) und ein Heizungsventil (2) zwischen einem Motorausstritt und einem Motoreintritt zirkulieren kann, und einem Bypassweig (6b) mit einem Bypassventil (6bv), dessen Kühlmittel bei geschlossenem Fahrzeugkühlerweig (6a) über die Motorkühlmittelpumpe (7) zwischen dem Motorausstritt und dem Motoreintritt der Brennkraftmaschine (1) zirkulieren kann, und optional einem Zusatzbypassweig (6c) mit Zusatzbypassventil (6cv), welcher unter Umgehung des Kühlerventils (6, 6av) und des Fahrzeugkühlers (8) durchströmbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Motorsteuerung (16) bei geschlossenem Kühlerventil (6, 6av) den Motorgesamt Kühlmitteldurchsatz in einem Warmlauf mit dem Heizungsventil (2) und dem Bypassventil (6bv) und optional dem Zusatzbypassventil (6cv) stark reduziert oder in der Brennkraftmaschine (1) stehendes Kühlmittel einstellt, das Kühlmittel in einem Motorölkühler (30) und/oder in einem Getriebeölkühler (40) auch bei geschlossenem Kühlerventil (6, 6av) vom Kühlmittelpumpenaustritt der Motorkühlmittelpumpe (7) über den Motorölkühler (30) und/oder den Getriebeölkühler (40) zurück zum Kühlmittelpumpeneintritt strömbar ist, und dass anstelle einer kühlmittelseitigen Deaktivierung des Motorölkühlers (30) mit einem kühlmittelseitigen Ventil (6dv) und/oder des Getriebeölkühlers (40) mit einem kühlmittelseitigen Ventil (6ev) ölseitige Ventile im motor- und/oder getriebeseitigen Ölkreislauf verwendet werden.

33. Vorrichtung nach Anspruch 32, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Deaktivierung des Motorölkühlers (30) und/oder des Getriebeölkühlers (40) durch ein Umleiten oder Abschalten des Motoröls und/oder des Getriebeöls erfolgt.

34. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 32 oder 33, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Deaktivierung des Motorölkühlers (30) und/oder des Getriebeölkühlers (40) durch eine thermostatische Reduktion der Durchströmung des Motorölkühlers (30) mit Motoröl und/oder des Getriebeölkühlers (40) mit Getriebeöl erfolgt.

35. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 32-34, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Deaktivierung des Motorölkühlers (30) und/oder des Getriebeölkühlers (40) durch eine von einem Thermostatventil vorgenommene Reduktion der Durchströmung des Motorölkühlers (30) mit Motoröl und/oder des Getriebeölkühlers (40) mit Getriebeöl erfolgt.

36. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 32-35, **dadurch gekennzeichnet**, dass neben dem Motorölkühler (30) und/oder dem Getriebeölkühler (40) ein EGR-Kühler (100) vom Kühlmittel durchströmt ist.

37. Vorrichtung zum Betrieb eines Kühl- und Heizungskreislaufs für Kraftfahrzeuge mit einer Brennkraftmaschine (1), die mittels eines mit einer Motorkühlmittelpumpe (7) umgewälzten Kühlmittels gekühlt wird, mit einem Kühlventil (6, 6av), welches zur Kontrolle einer Kühlmitteltemperatur einen Kühlmittel-durchsatz durch die Brennkraftmaschine (1) und einen Fahrzeugkühlerzweig (6a) mit einem Fahrzeugkühler (8) regelt, und einem Heizungs-zweig (4a), dessen Kühlmittel bei geöffnetem und geschlossenem Fahrzeugkühler-zweig (6a) über einen Heizungswärmetauscher (4) zwischen einem Motorausstritt und einem Motoreintritt zirkulieren kann, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Kühlmittel in einem Motorölkühler (30) und/oder in einem Getriebeölkühler (40) auch bei geschlossenem Kühlventil (6, 6av) vom Kühlmittelpumpenaustritt der Motorkühlmittelpumpe (7) über den Motorölkühler (30) und/oder den Getriebeölkühler (40) zurück zum Kühlmittelpumpeneintritt strömbar ist, und eine Motorsteuerung (16) im Verlauf eines Warmlaufs mindestens ein ölseitiges Ventil ansteuert und damit der Motorölkühler (30) und/oder der Getriebeölkühler (40) aktiviert wird.

38. Vorrichtung nach Anspruch 37, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Motorsteuerung (16) dazu eingerichtet ist, in einem gesetzlichen Abgastest wie MVEG oder einem Warmlauf ohne Heizung ein Heizungsventil (2) in einem Heizungs-zweig (4a) und ein Bypassventil (6bv) in einem den Fahrzeugkühler (8) umgehenden Bypass-zweig (6b) anzusteuern und damit im Warmlauf temporär eine starke Reduktion des Motorkühlmittelgesamtdurchsatzes eintritt oder mit dem Heizungsventil (2) und

dem Bypassventil (6bv) den Motorkühlmittelgesamtdurchsatz zu unterbrechen, so dass damit innerhalb der Brennkraftmaschine (1) temporär stehendes Kühlmittel herbeigeführt wird.

39. Verfahren zum Betrieb eines Kühl- und Heizungskreislaufs für Kraftfahrzeuge mit einer Brennkraftmaschine (1), die mittels eines mit einer Motorkühlmittelpumpe (7) umgewälzten Kühlmittels gekühlt wird, wobei mithilfe eines Kühlventils (6, 6av) zur Kontrolle einer Kühlmitteltemperatur ein Kühlmittel-durchsatz durch die Brennkraftmaschine (1) und einen Fahrzeugkühlerzweig (6a) mit einem Fahrzeugkühler (8) geregelt wird, und wobei der Kühl- und Heizungskreislauf einen Heizungs-zweig (4a), dessen Kühlmittel bei geöffnetem und geschlossenem Fahrzeugkühlerzweig (6a) über einen Heizungswärmetauscher (4) und ein Heizungsventil (2) zwischen einem Motorausstritt und einem Motoreintritt zirkulieren kann, umfasst, und ein Bypass-zweig (6b) mit einem Bypassventil (6bv), dessen Kühlmittel bei geschlossenem Fahrzeugkühlerzweig (6b) über die Motorkühlmittelpumpe (7) zwischen dem Motorausstritt und dem Motoreintritt der Brennkraftmaschine (1) zirkulieren kann, und optional ein Zusatzbypass-zweig (6c) mit Zusatzbypassventil (6cv), welcher unter Umgehung des Kühlventils (6, 6av) und des Fahrzeugkühlers (8) durchströmbar ist,

dadurch gekennzeichnet, dass

- ein Motorölkühler (30) und/oder ein Getriebeölkühler (40) bei geschlossenem Kühlventil (6, 6av) vom Kühlmittel durchströmt wird,
- die Durchströmung des Motorölkühlers (30) und/oder des Getriebeölkühlers (40) nicht durch ein Kühlmittelventil gedrosselt oder unterbrochen wird,
- mithilfe des von einer Motorsteuerung (16) ansteuerbaren Heizungsventils (2) und Bypassventils (6bv) und optional des Zusatzbypassventils (6cv) eine Umschaltung des Motorkühlmittelgesamtdurchsatzes vorgenommen wird,
- wobei der Motorkühlmittelgesamtdurchsatz stark herabgesetzt oder in der Brennkraftmaschine (1) stehendes Kühlmittel eingestellt ist,
- und gleichzeitig eine Deaktivierung der motorölseitigen und/oder getriebeölseitigen Durchströmung und somit des motorölseitigen und/oder getriebeölseitigen Wärmeübergangs des Motorölkühlers (30) und/oder des Getriebeölkühlers (40) eingestellt ist.

40. Verfahren nach Anspruch 39, **dadurch gekennzeichnet**, dass zu Beginn eines Warmlaufs in einem gesetzlichen Abgastest wie MVEG oder einem Warmlauf ohne Heizung eine Deaktivierung der motorölseitigen Durchströmung des Motorölkühlers (30) und/oder der getriebeölseitigen Durchströmung des Getriebeölkühlers (40) erfolgt und im Verlauf des Warmlaufs bei noch geschlossenem Kühlventil (6, 6av) aufgehoben wird.

41. Verfahren nach einem der Ansprüche 39 oder 40, **dadurch gekennzeichnet**, dass zu Beginn eines Warmlaufs in einem gesetzlichen Abgastest wie MVEG oder einem Warmlauf ohne Heizung eine Deaktivierung der motorölseitigen Durchströmung des Motorölkühlers (30) und/oder der getriebeölseitigen Durchströmung des Getriebeölkühlers (40) vorgenommen wird und im Verlauf des Warmlaufs in Abhängigkeit von einer Kühlmittel- und/oder Motoröl- und/oder Getriebeöltemperatur aufgehoben wird.

42. Vorrichtung zum Betrieb eines Kühl- und Heizungskreislaufs für Kraftfahrzeuge mit einer Brennkraftmaschine (1), die mittels eines mit einer Motorkühlmittelpumpe (7) umgewälzten Kühlmittels gekühlt wird,

mit einer Anordnung der Motorkühlmittelpumpe (7) an einem Motoreintritt der Brennkraftmaschine (1), mit einem Kühlerventil (6, 6av), welches stromab der Brennkraftmaschine (1) aber stromauf des Fahrzeugkühlers (8) angeordnet ist, einem pumpeneintrittsseitigen Hauptkühlmittelverbindungskanal, der das Kühlmittel eines einen Fahrzeugkühler (8) umgehenden Bypasszweigs (6b) mit einem Bypassventil (6bv), eines Fahrzeugkühlerzweigs (6a) mit dem Fahrzeugkühler (8) und eines Heizungszweigs (4a) mit vom Motorausstritt über einen Heizungswärmetauscher (4) und ein Heizungsventil (2) zurückströmendem Kühlmittel sammelt und der Motorkühlmittelpumpe (7) zuführt, wobei das Kühlmittel des Fahrzeugkühlerzweigs (6a), des Bypasszweigs (6b) und Heizungszweigs (4a) von einem Zylinderkopf der Brennkraftmaschine (1) über die Motorkühlmittelpumpe (7) zu einem Zylinderblock der Brennkraftmaschine (1) geführt werden kann, **dadurch gekennzeichnet**, dass

ein Zusatzbypasszweig (6c) unter Umgehung des Kühlerventils (6, 6av) und des Fahrzeugkühlers (8) durchströmbar ist und Kühlmittel vom Motorausstritt zum pumpeneintrittsseitigen Hauptkühlmittelverbindungskanal der Motorkühlmittelpumpe (7) oder dessen Anschlussleitung zum Kühlerventil (6, 6av) oder Fahrzeugkühler (8) fördert und von da aus über die Motorkühlmittelpumpe (7) und den Zylinderblock zurück zum Zylinderkopf, während das Kühlerventil (6, 6av) geschlossen ist und eine Durchströmung der Brennkraftmaschine (1) über den Bypasszweig (6b) und über den Heizungszweig (4a) mit dem von einer Motorsteuerung (16) ansteuerbaren Heizungsventil (2) und Bypassventil (6bv) unterbrochen ist.

43. Vorrichtung nach Anspruch 42, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich der Gesamtkühlmitteldurchsatz durch die Brennkraftmaschine temporär primär aus dem Kühlmitteldurchsatz im Zusatzbypasszweig (6c) zusammensetzt.

44. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 42 oder 43, **dadurch gekennzeichnet**, dass in der Motorsteuerung (16) hinterlegt ist, in einem gesetzlichen Abgastest wie MVEG oder einem Warmlauf ohne Heizung einen durch den Heizungszweig (4a) führenden Heizungskreislauf zunächst mit dem Heizungsventil (2) zu schließen und anschließend zu öffnen und damit eine Feinabstimmung des Motorgesamt Kühlmitteldurchsatzes vorzunehmen.

Es folgen 19 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

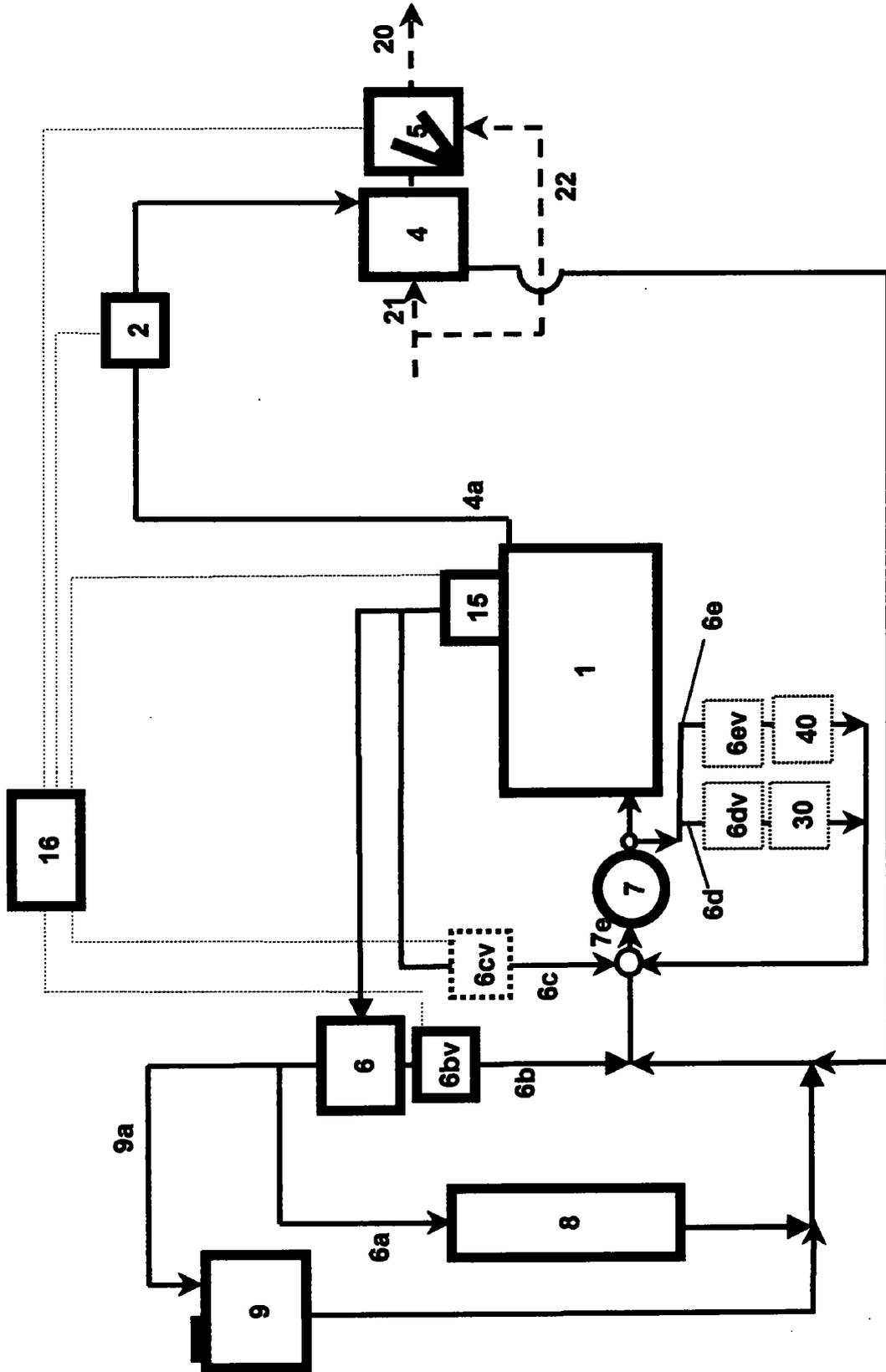


Fig. 1

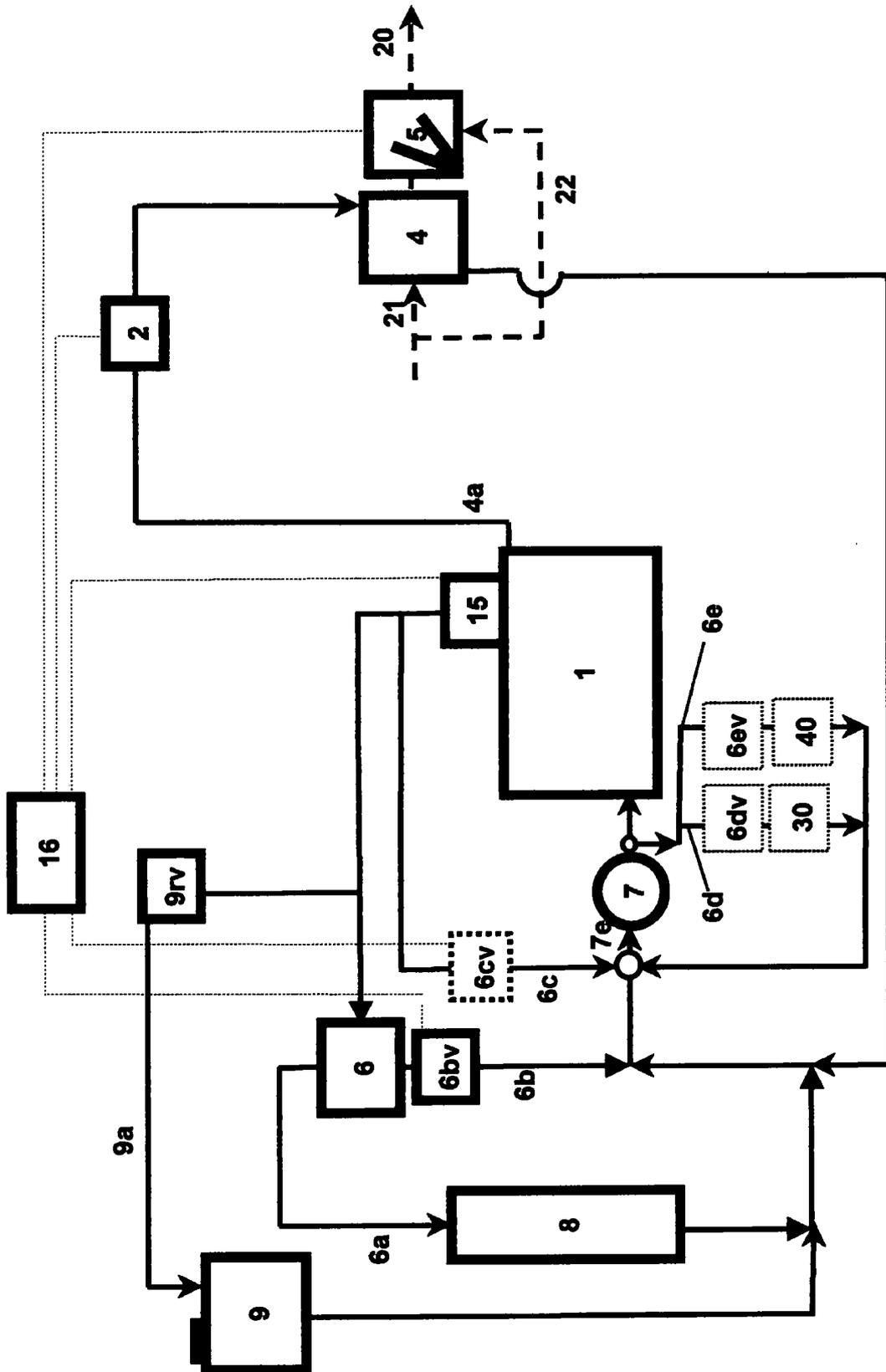


Fig. 1b

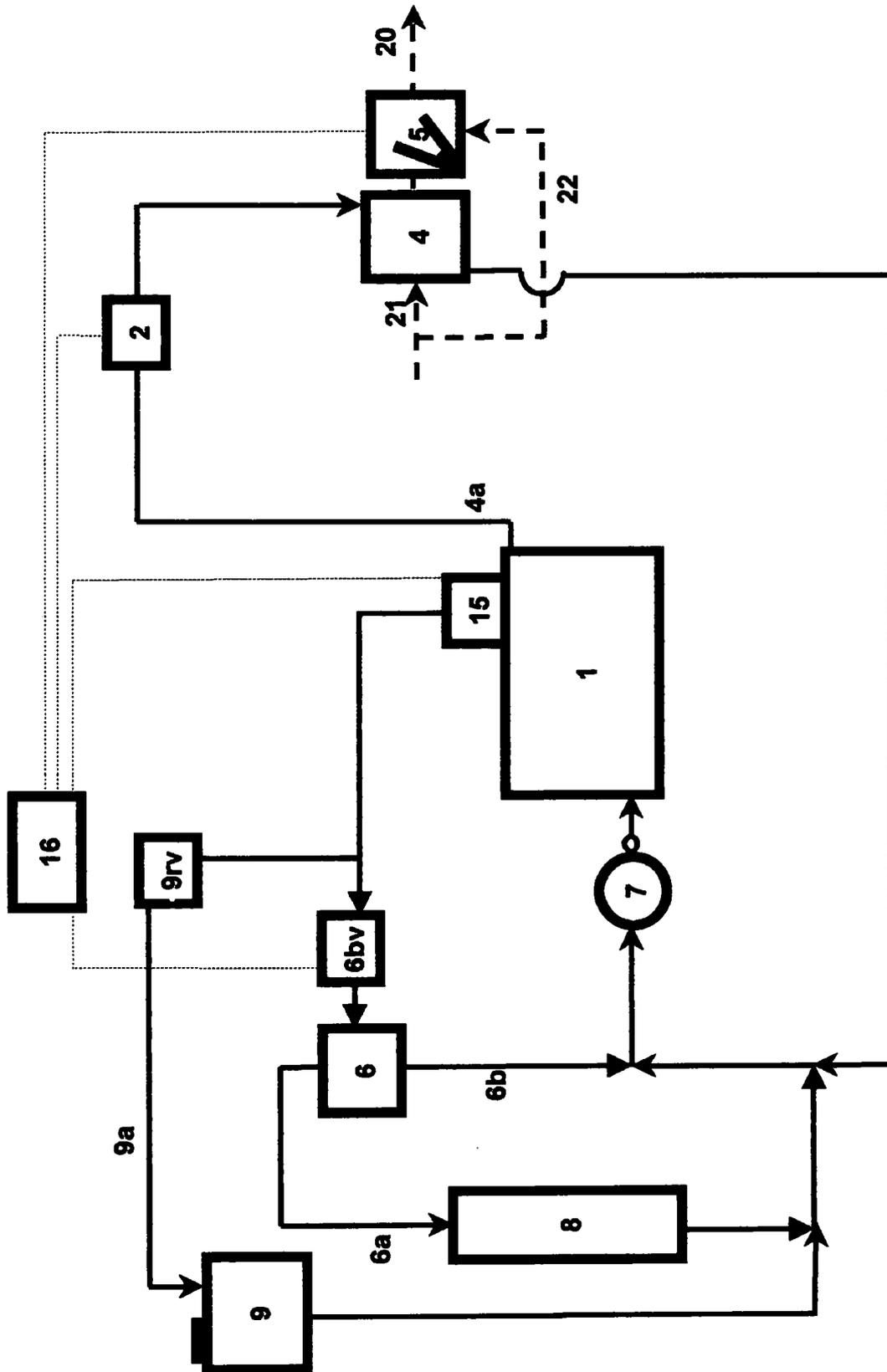


Fig. 3

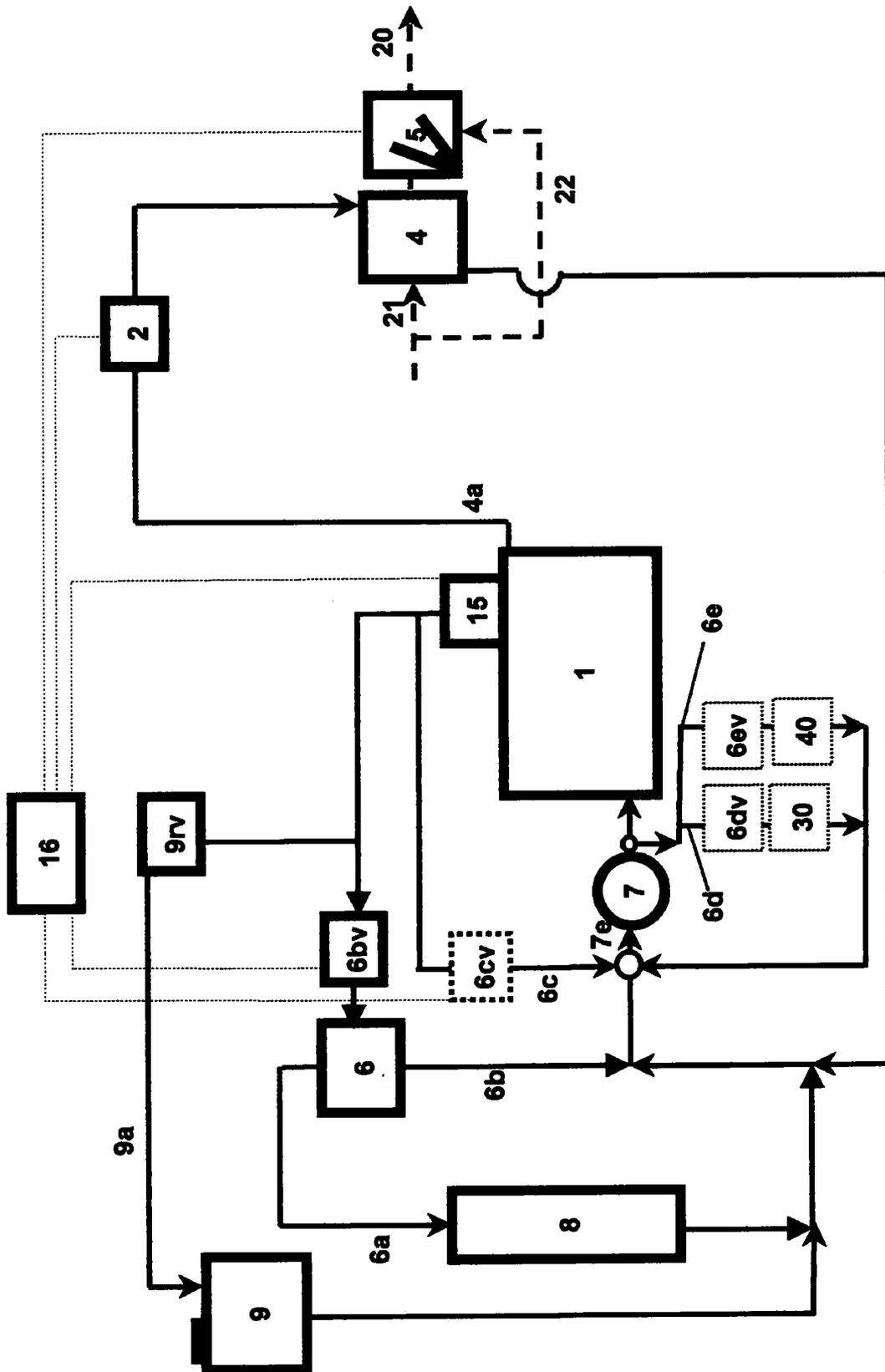


Fig. 4

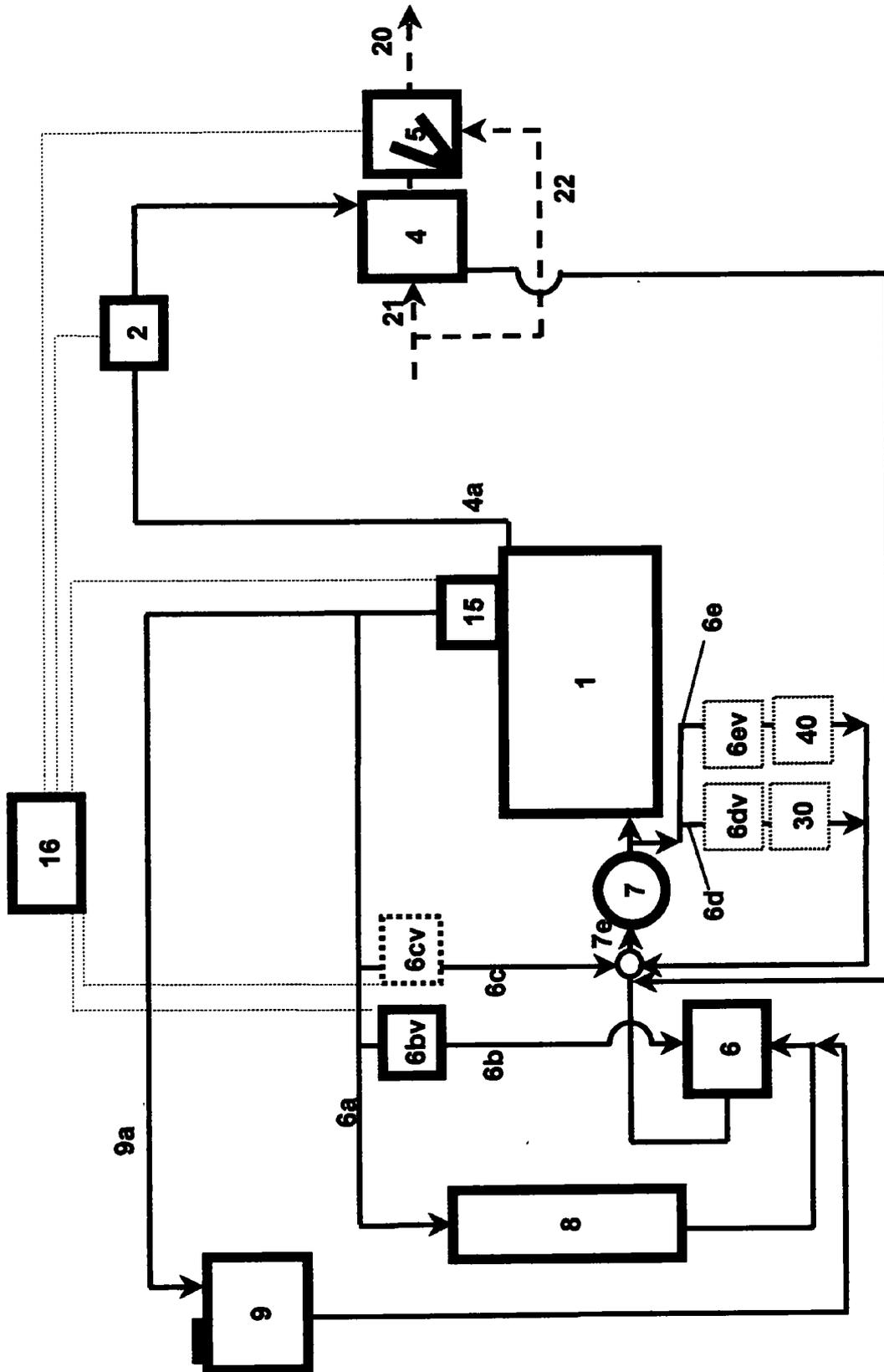


Fig. 7

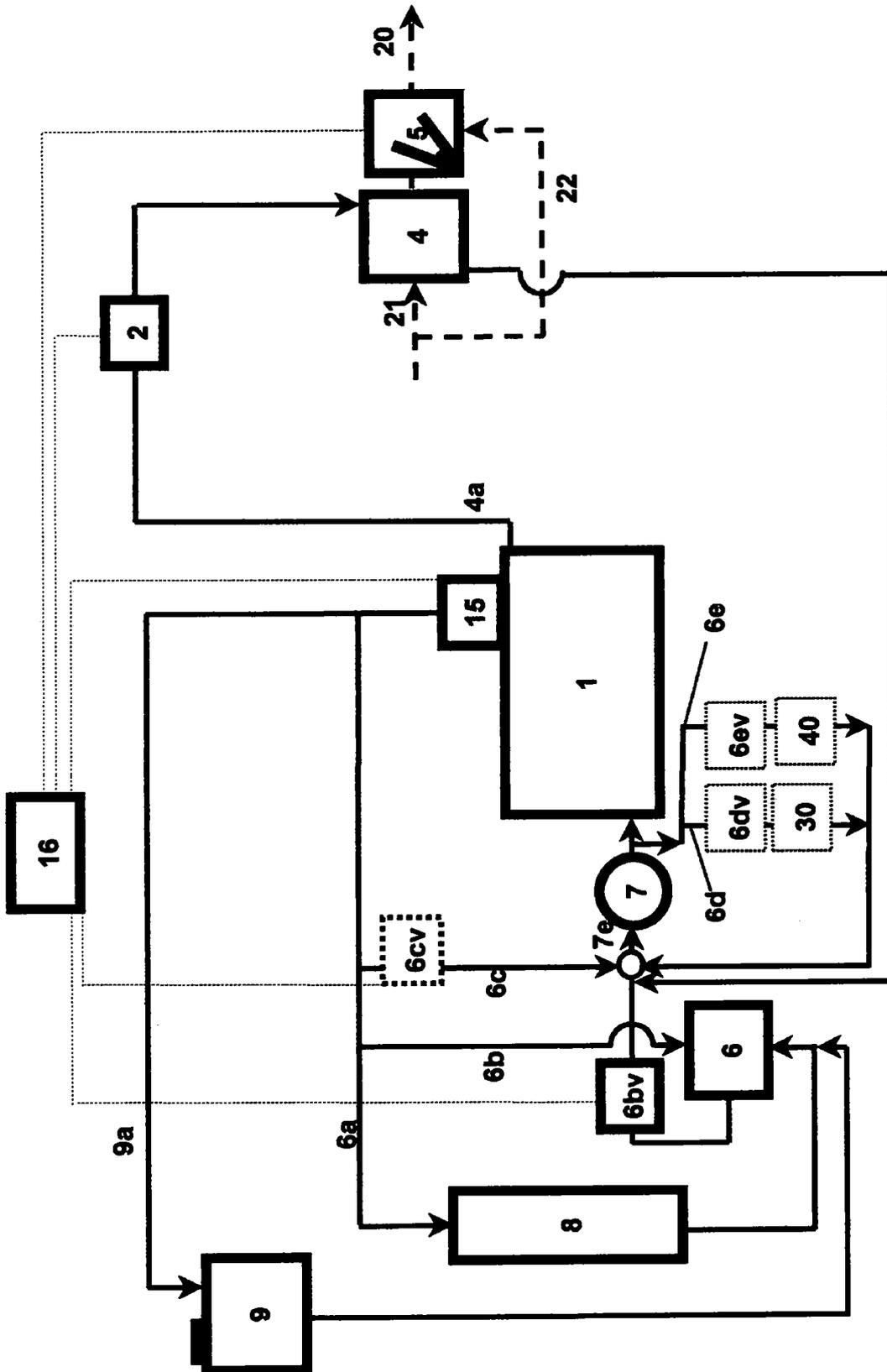


Fig. 8

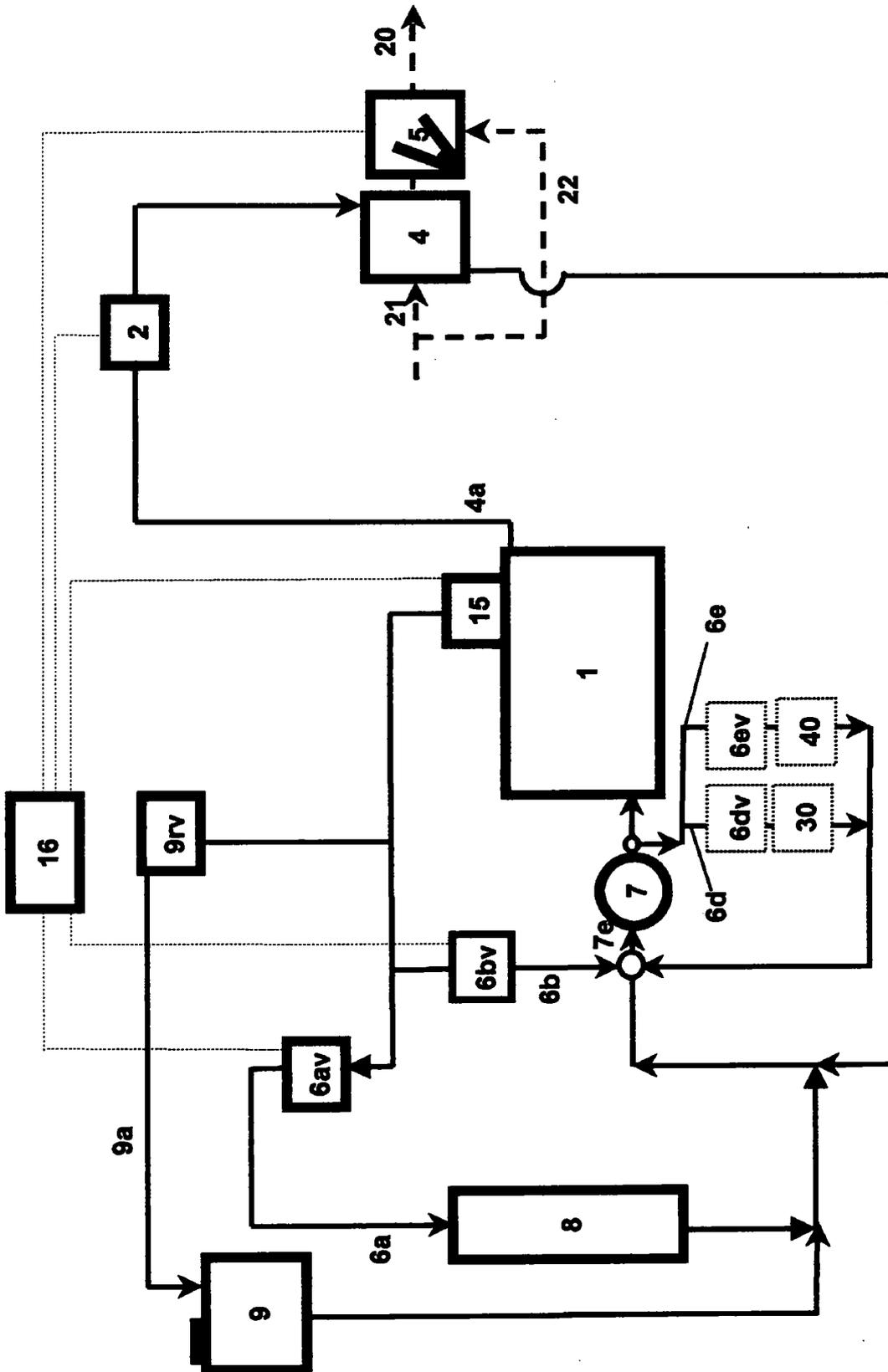
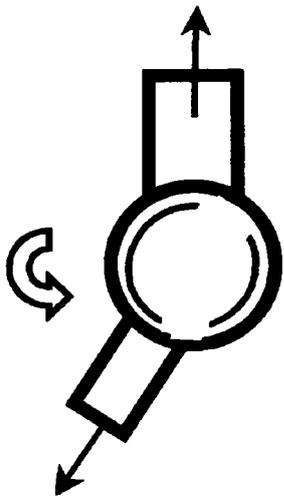
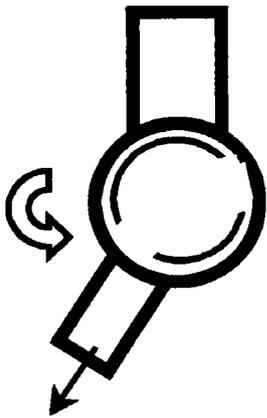


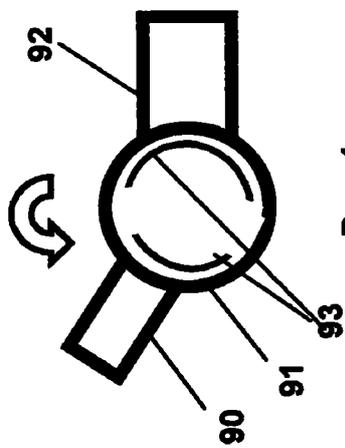
Fig. 9



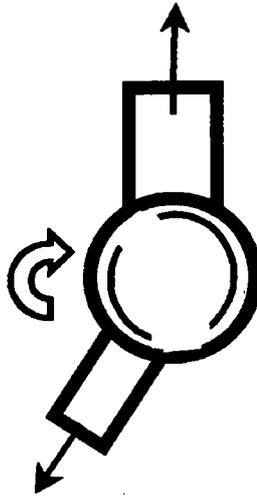
Pos. 3



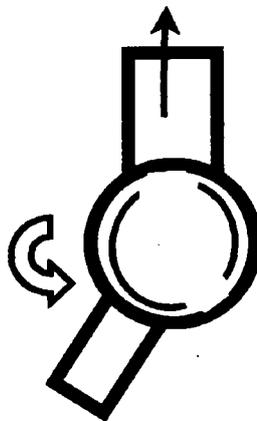
Pos. 2



Pos. 1



Pos. 5



Pos. 4

Fig. 10

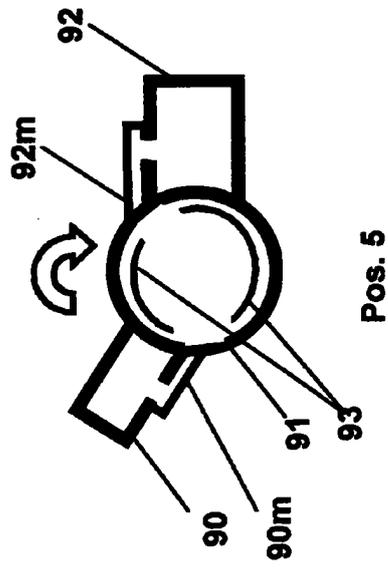


Fig. 11

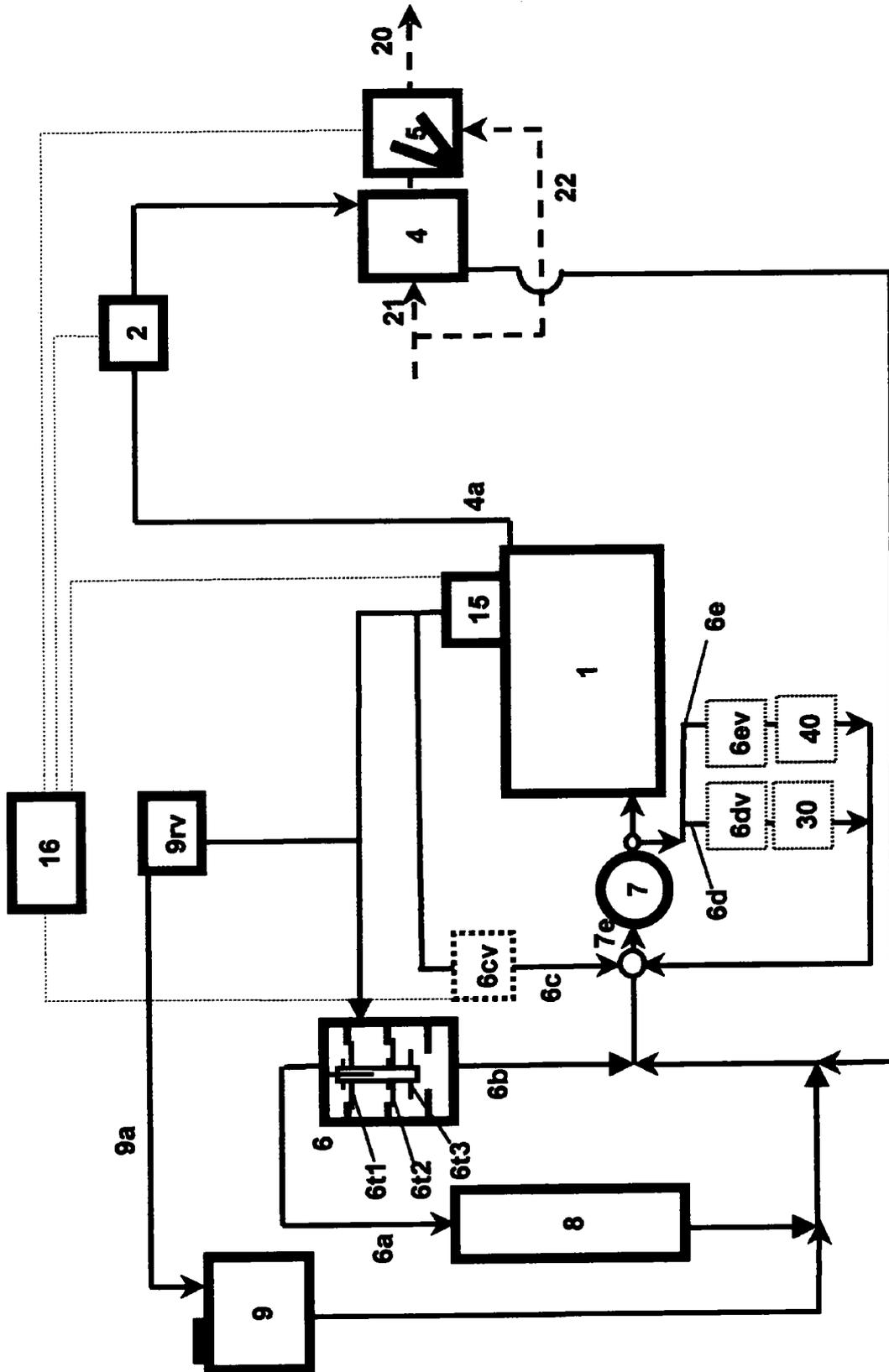


Fig. 12

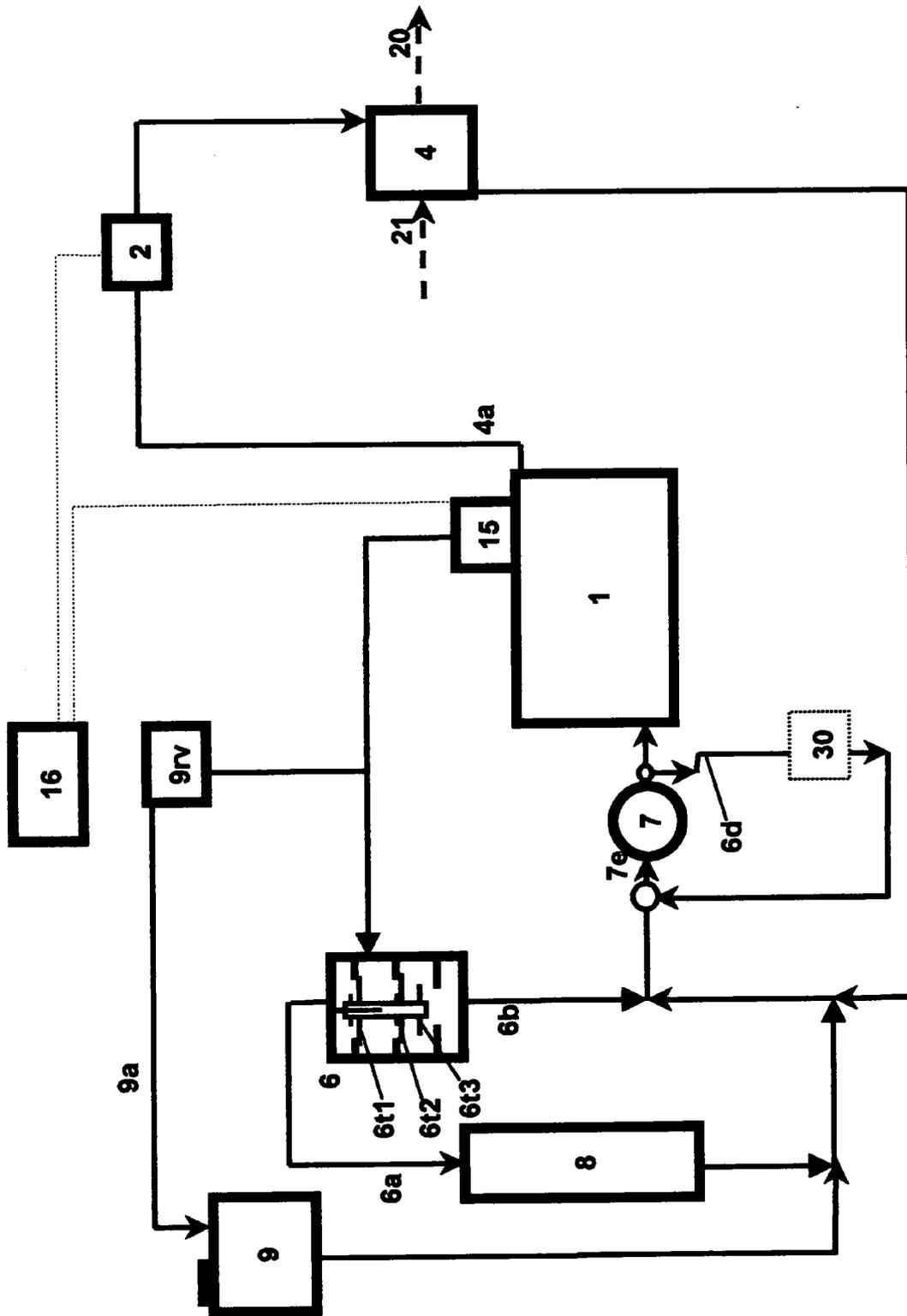


Fig. 13

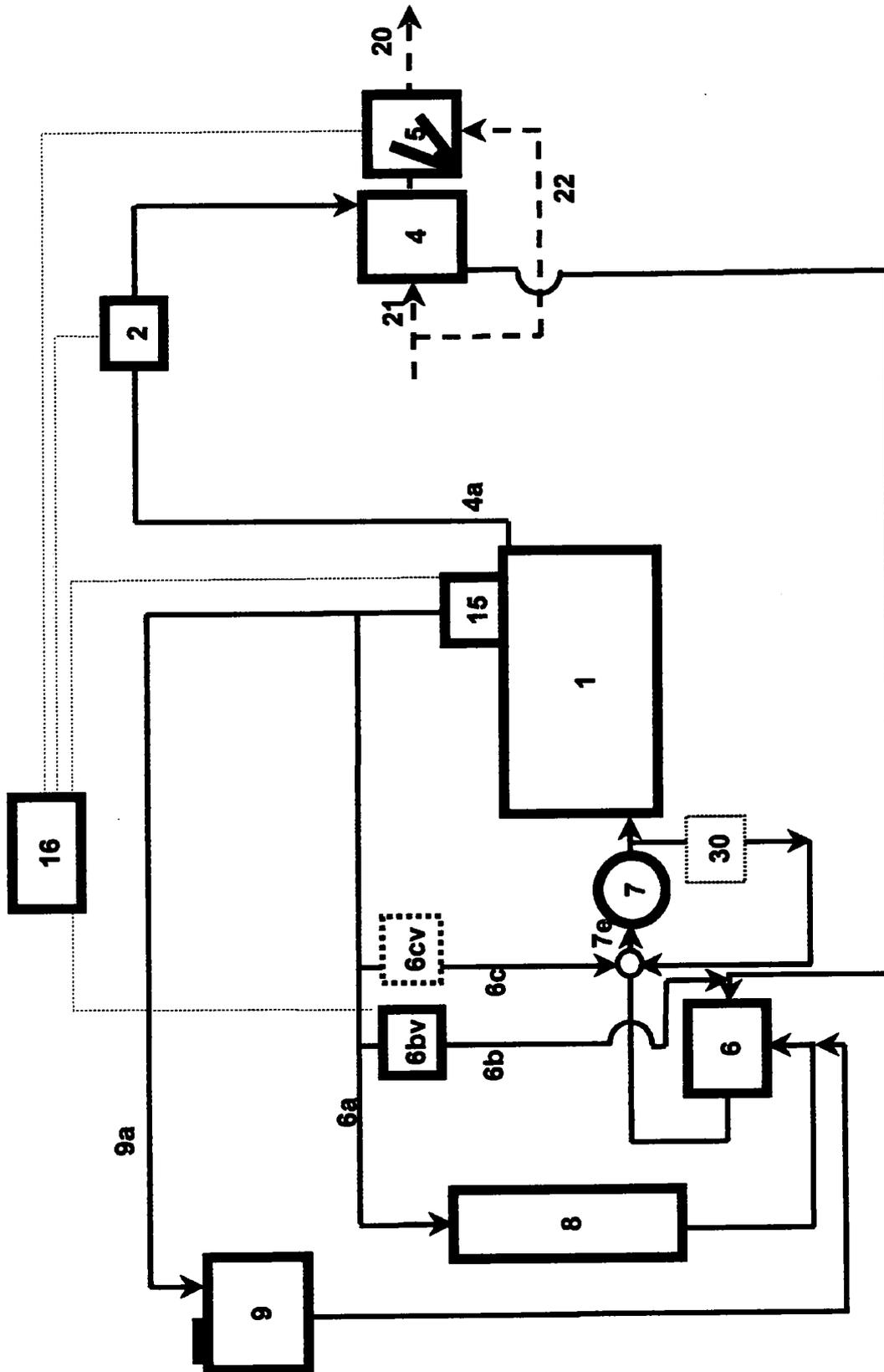


Fig. 14

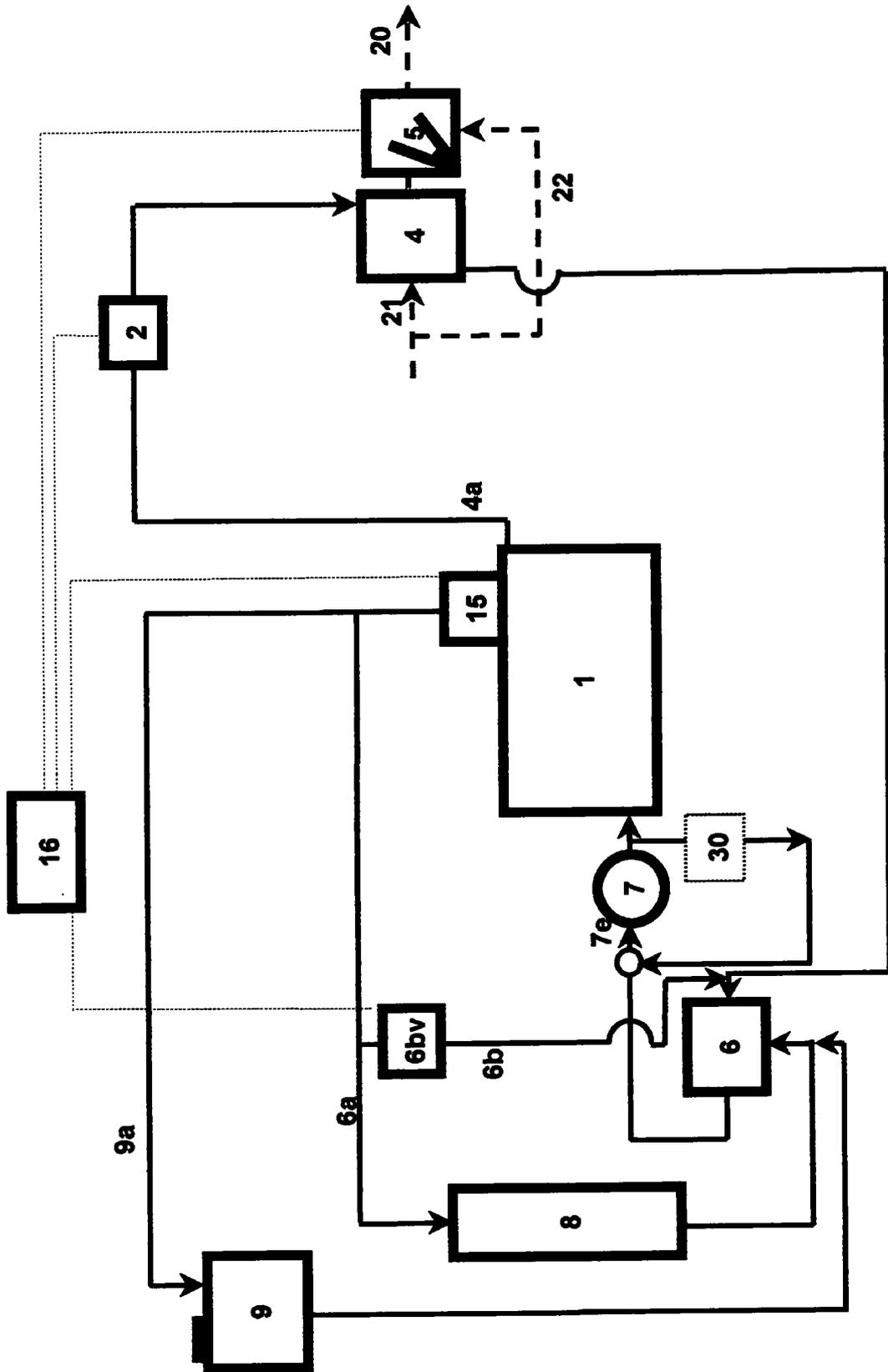


Fig. 15

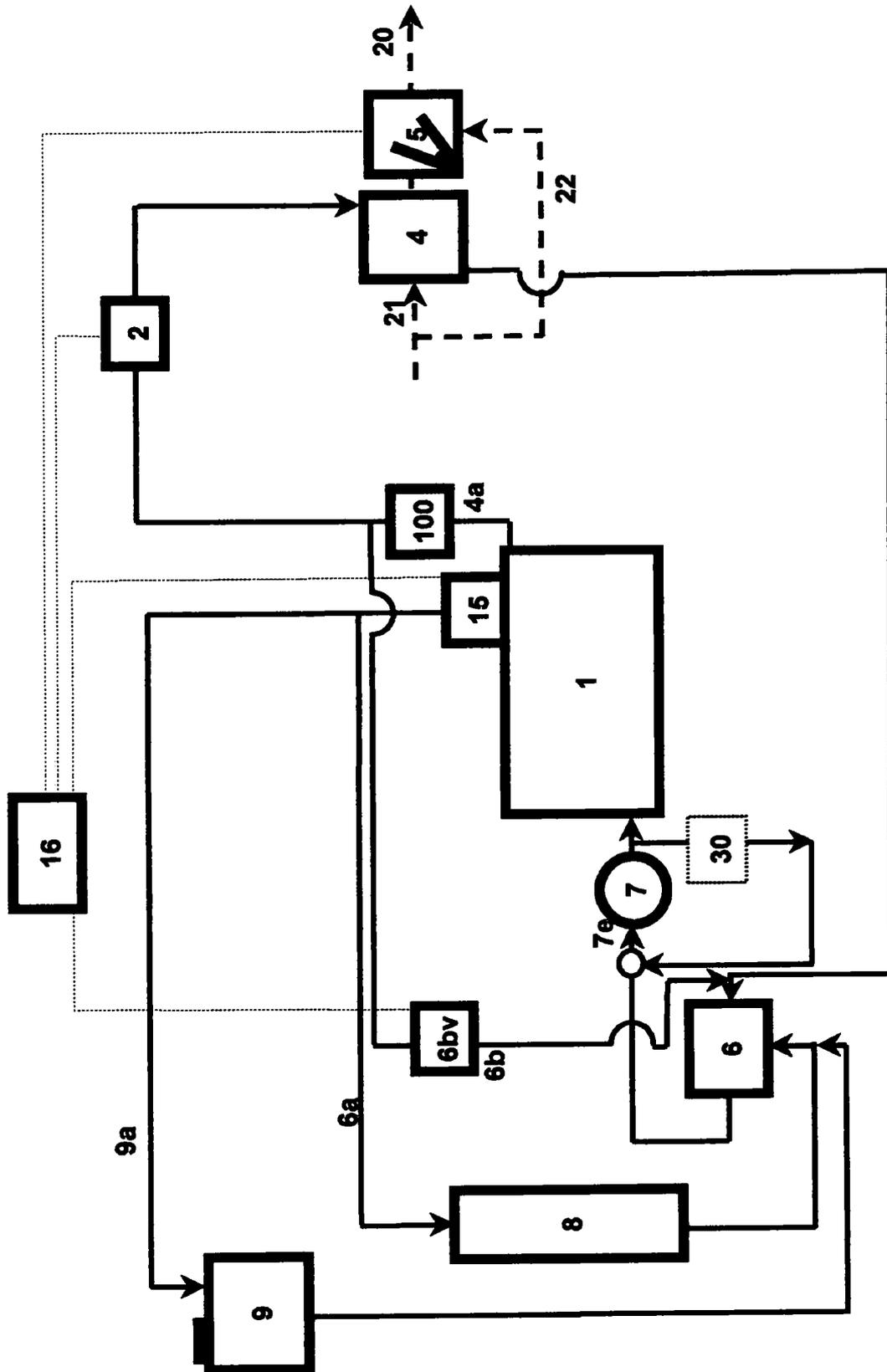


Fig. 16

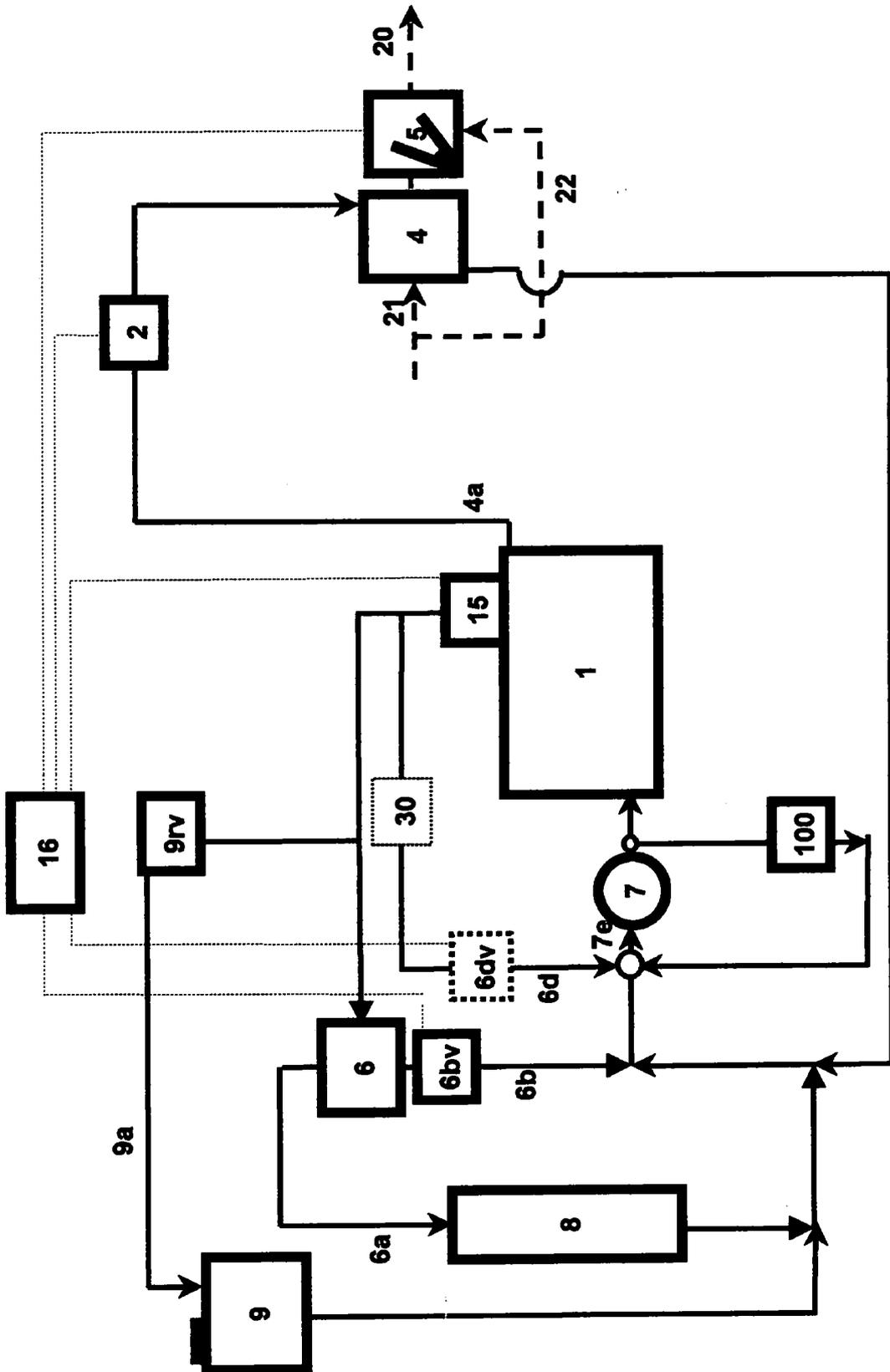


Fig. 18