



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 603 04 875 T2** 2006.11.16

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 537 307 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **603 04 875.7**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/GB03/03586**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **03 793 847.9**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2004/022940**

(86) PCT-Anmeldetag: **18.08.2003**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **18.03.2004**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **08.06.2005**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **26.04.2006**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **16.11.2006**

(51) Int Cl.⁸: **F01P 7/16** (2006.01)

(30) Unionspriorität:

0220480 04.09.2002 GB

(73) Patentinhaber:

**Ford Global Technologies, LLC, Dearborn, Mich.,
US**

(74) Vertreter:

Andrae Flach Haug, 81541 München

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR

(72) Erfinder:

**HUTCHINS, William Richard, Kenilworth,
Warwickshire CV8 1PP, GB**

(54) Bezeichnung: **MOTORKÜHLSYSTEME**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft Motorkühlsysteme, insbesondere, aber nicht ausschließlich, für Kraftfahrzeuge mit einem flüssigkeitsgekühlten Motor.

[0002] In der Regel umfasst ein Kraftfahrzeugkühlsystem einen Primärkühlkreislauf mit einem luftgekühlten Kühler zum Kühlen eines flüssigen Kühlmittels für den Motor. Eine Pumpe zirkuliert das Kühlmittel durch den Motor und dann zum Kühler oder durch eine Motorrückleitung zu einem Bypass und durch ein thermostatisches Stromregelventil oder einen Hauptthermostat und eine Pumpenrückleitung zurück zur Pumpe. Der Hauptthermostat regelt den Strom durch den Kühler, wobei Strom so lange verhindert wird, bis der Motor eine geeignete Betriebstemperatur erreicht hat.

[0003] Es ist bekannt, das Hauptmotorkühlmittel zum Kühlen eines oder mehrerer Zusatzwärmetauscher, wie zum Beispiel des Abgasrückführungskühlers (AGR-Kühlers) zu verwenden, der Teil eines Abgasrückführungssystems (AGR-Systems) bildet. Ein Beispiel für einen AGR-Kühler wird in der US-A-6141961 gezeigt. Bei einer bekannten Anordnung ist der AGR-Kühler zwischen der Heißzufuhrleitung von dem Motor und der Kaltrückführung zur Pumpe verbunden. Dies ist mit dem Nachteil behaftet, dass der AGR-Kühler nicht mehr effektiv ist, nachdem sich der Motor und das Kühlsystem auf einen hohen Grad erwärmt haben. Um dies zu überwinden, ist vorgeschlagen worden, den AGR-Kühler zwischen der Kühler-Kaltrückleitung von dem Motorkühler und der Kaltrückführung zur Pumpe zu verbinden. Dies erfordert jedoch ein thermostatisches Stromregelventil, das sich darauf verlässt, dass ein minimaler Kühlmittelstrom durch den AGR-Kühler die Kühlmitteltemperatur erfassen kann. Dieser minimale Strom raubt dem Motor und dem Kühlsystem wertvolle Wärme während der anfänglichen Startphase, da er den Kühler durchströmt und somit von der Motorzufuhrtemperatur auf die Umgebungstemperatur abgekühlt wird. Die EP-A-0870911 zeigt ein Motorkühlsystem gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1, bei dem ein Strom zu einem Wärmetauscher sowohl von der Heißzufuhrleitung vom Motor als auch von der Kühlerkaltrückleitung zur Pumpe entnommen wird, wobei der Strom durch ein Stromregelventil gemäß der Temperatur des aus dem Zusatzwärmetauscher herausströmenden Kühlmittels geregelt wird. Da die Temperatur solch eines Stroms im Wesentlichen der der Heißzufuhr von dem Motor, aber durch den Zusatzwärmetauscher, in diesem Fall Motor- und Getriebeöle, reduziert, entspricht, gestattet diese Anordnung unabhängig von der Umgebungslufttemperatur einen Kaltstrom vom dem Kühler, nachdem die Motortemperatur eine bestimmte Größe erreicht hat. Somit kann unter kalten Umgebungsbedingungen

Kaltstrom vom Kühler ein schnelles Erwärmen des Motors noch behindern, was sich nachteilig auf Emissionen und Heizvorrichtungsleistung auswirkt.

[0004] Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist die Bereitstellung eines verbesserten Kühlsystems, das dazu beiträgt, solche Probleme zu lindern.

[0005] Gemäß der Erfindung wird ein Motorkühlsystem mit einem Primärkühlkreislauf mit einem Kühler zum Kühlen von flüssigem Kühlmittel für den Motor, einem parallel zum Kühler angeordneten Bypass, einer Pumpe zur Zirkulation des Kühlmittels durch den Motor, den Kühler und den Bypass und einem Primärstromregelventil zur Regelung von Strom als zwischen dem Kühler und dem Bypass bereitgestellt, wobei das Primärstromregelventil dahingehend wirkt, einen Strom durch den Kühler so lange zu verhindern, bis der Motor eine geeignete Betriebstemperatur erreicht hat, wobei eine Motorversorgungsleitung zur Zufuhr von Kühlmittel von der Pumpe zum Motor angeordnet ist, wobei eine Motorrückleitung zur Zufuhr von Kühlmittel vom Motor zum Bypass und zum Kühler angeordnet ist, wobei eine Kühlerrückleitung zur Zufuhr von Kühlmittel vom Kühler zum Primärstromregelventil angeordnet ist, und wobei eine Pumpenrückleitung zur Zufuhr von Kühlmittel vom Primärstromregelventil zur Pumpe angeordnet ist, wobei das Kühlsystem des Weiteren einen Nebenaggregat-Kühlkreislauf umfasst, der einen Zusatzwärmetauscher, der so angeordnet ist, dass Kühlmittel von der Motorrückleitung und von der Kühlerrückleitung durch den Zusatzwärmetauscher strömen und als ein Nebenaggregat-Rückstrom in die Pumpenrückleitung zurückgeführt werden kann, ein Sekundärstromregelventil mit einem mit der Motorrückleitung verbundenen ersten Einlass, einem mit der Kühlerrückleitung verbundenen zweiten Einlass und einem mit dem Zusatzwärmetauscher verbundenen Auslass, und ein wärmeempfindliches Stellglied aufweist, das durch ein Temperaturerfassungsmittel gesteuert wird, das dahingehend wirkt, Kühlmitteltemperatur zu erfassen, so dass das Sekundärstromregelventil Strom als Strom zwischen der Motorrückleitung durch den ersten Einlass und Strom von der Kühlerrückleitung durch den zweiten Einlass, steuern kann, wodurch Strom von der Kühlerrückleitung durch den zweiten Einlass verhindert wird, bis eine erste vorbestimmte Temperatur durch das Temperaturerfassungsmittel erfasst wird, und der Strom von der Motorrückleitung durch den ersten Einlass begrenzt wird, so dass im Wesentlichen kein Strom durch den ersten Einlass gestattet wird, wenn die durch das Temperaturerfassungsmittel erfasste Temperatur eine zweite vorbestimmte Temperatur überschreitet, dadurch gekennzeichnet, dass das Temperaturerfassungsmittel dahingehend wirkt, die Temperatur des Kühlmittels von der Kühlerrückleitung am zweiten Einlass und die Temperatur des Kühlmittels von der Motorrückleitung am ersten Einlass zu erfassen.

[0006] Bei einer bevorzugten Anordnung umfasst das Sekundärstromregelventil ein Gehäuse, das den ersten Einlass, den zweiten Einlass, den Auslass und eine Ventilkammer definiert, und eine in der Ventilkammer angebrachte Ventilanordnung umfasst, wobei die Ventilanordnung einen Ventilschieber und ein Vorbelastungsmittel zur Vorbelastung des Ventilschiebers in eine Position, in der die Ventilanordnung einen Strom durch den ersten Einlass zum Auslass gestattet, während sie einen Strom durch den zweiten Einlass zum Auslass verhindert. Die Ventilanordnung kann weiterhin ein wärmeempfindliches Stellglied umfassen, wobei das wärmeempfindliche Stellglied zum Drücken des Ventilschiebers gegen das Vorbelastungsmittel, um einen Strom durch den zweiten Einlass zum Auslass zu gestatten, wenn das Kühlmittel von der Motorrückleitung die erste vorbestimmte Temperatur erreicht, während der Strom vom ersten Einlass zum Auslass weiterhin gestattet wird, angeordnet ist. Die Ventilanordnung kann so angeordnet sein, dass sich der Ventilschieber mit sich erhöhender Temperatur des Stroms von der Motorrückleitung weiter gegen das Vorbelastungsmittel bewegt, um den Strom von der Motorrückleitung durch den ersten Einlass zu behindern, wenn die zweite vorbestimmte Temperatur erreicht ist, während Strom von der Kühlerückleitung vom zweiten Einlass zum Auslass weiterhin gestattet wird.

[0007] Der Ventilschieber kann ein Hauptventilglied aufweisen, das mit dem Gehäuse zum Schließen des zweiten Einlasses zusammenwirkt. Das Hauptventilglied kann dann auch mit dem Gehäuse dahingehend zusammenwirken, den ersten Einlass zu blockieren, wenn die zweite vorbestimmte Temperatur erreicht ist.

[0008] Bei einer bevorzugten Anordnung umfasst das wärmeempfindliche Stellglied einen am Ventilschieber befestigten Stellgliedkörper und eine sich von einem Ende des Stellgliedkörpers erstreckende Schubstange zum Zusammenwirken mit einer Stoßstelle am Gehäuse, wobei das Temperaturerfassungsmittel einen temperaturempfindlichen Teil des Stellgliedkörpers umfasst. Die Stoßstelle kann sich im zweiten Einlass befinden.

[0009] Das Vorbelastungsmittel kann eine Schraubenfeder sein, die durch das Gehäuse axial geführt werden kann. Zweckmäßigerweise befindet sich die Schraubenfeder im ersten Einlass. Der Ventilschieber kann einen genuteten Endteil aufweisen, der in der Schraubenfeder in Eingriff steht, so dass der Ventilschieber durch die Schraubenfeder axial geführt wird. Der genutete Endteil kann längliche Rippen umfassen, die einen Absatz zum Bilden einer Reaktionsfläche für die Schraubenfeder aufweisen.

[0010] Im ersten Einlass kann sich ein Halter zum Bilden einer Reaktionsfläche für das Vorbelastungs-

mittel befinden.

[0011] Der Ventilschieber kann so geformt sein, dass er dem Kühlmittel gestattet, den temperaturempfindlichen Teil des Stellgliedkörpers direkt zu berühren. Der Ventilschieber kann dann so geformt sein, dass er dem Kühlmittel gestattet, einen Bereich des temperaturempfindlichen Teils des Stellgliedkörpers auf der zum ersten Einlass weisenden Seite des Hauptventilglieds direkt zu berühren und einen anderen Bereich des temperaturempfindlichen Teils des Stellgliedkörpers auf der zum zweiten Einlass weisenden Seite des Hauptventilglieds direkt zu berühren.

[0012] Im Folgenden wird die Erfindung beispielhaft und unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben; darin zeigen:

[0013] [Fig. 1](#) eine schematische Darstellung eines Motorkühlsystems gemäß der Erfindung; und

[0014] [Fig. 2](#) einen Querschnitt durch ein in [Fig. 1](#) gezeigtes Sekundärstromregelventil.

[0015] Unter besonderer Bezugnahme auf [Fig. 1](#) umfasst ein Kraftfahrzeugkühlsystem **10** einen Primärkühlkreislauf mit einem luftgekühlten Kühler **8** zum Kühlen eines flüssigen Kühlmittels für den Motor **3**. Eine Pumpe **2** zirkuliert das Kühlmittel durch den Motor **3** und dann zu dem Kühler **8** oder durch eine Motorrückleitung ER zu einem Bypass BL. Kühlmittel vom Kühler **8** und dem Bypass BL wird durch ein Primärstromregelventil **5** und eine Pumpenrückleitung RL zur Pumpe **2** zurückgeführt. Das Primärstromregelventil **5** wird in der Regel einfach als Thermostat bezeichnet. Hier wird es als Hauptthermostat **5** bezeichnet, um jegliche Verwechslung mit anderen Teilen des Kühlsystems zu vermeiden. In der EP-A-0794327 wird ein geeigneter Hauptthermostat **5** beschrieben, obgleich auch herkömmliche Thermostate verwendet werden können. Der Bypass BL ist parallel zum Kühler **8** zwischen der Motorrückleitung ER und dem Hauptthermostat **5** angeordnet. Das Kühlmittel, das durch den Kühler **8** gekühlt worden ist, strömt entlang einer Kühlerückleitung RR zum Hauptthermostat **5** und dann durch eine Pumpenrückleitung RL zur Pumpe **2** zurück. Der Hauptthermostat **5** steuert den Strom durch den Kühler **8** und verhindert einen Strom, bis der Motor **3** eine geeignete Betriebstemperatur erreicht hat. Wie bei den meisten Ventilen dieser Art steuert der Hauptthermostat **5** aber auch den Strom in der Bypassleitung BL. Ein Ausgleichbehälter **9** ist durch eine Entgasungsversorgungsleitung DS an einem oberen Ende mit dem Oberteil des Kühlers **8** und durch eine Entgasungsrückleitung DR an einem unteren Ende mit der Rückleitung RL verbunden.

[0016] Weiterhin enthält das Motorkühlsystem **10** ei-

nen Nebenaggregat-Kühlkreislauf für einen Zusatzwärmetauscher, bei dem es sich in diesem Beispiel um einen Abgasrückführungskühler (AGR-Kühler) **16** handelt, der durch ein Sekundärstromregelventil **20**, das zweckmäßiger als AGR-Mischventil bezeichnet wird, mit der Motorrückleitung ER und der Kühlerückleitung RR verbunden ist. Das AGR-Mischventil **20** weist einen mit der Motorrückleitung ER verbundenen ersten Einlass und einen mit der Kühlerückleitung RR verbundenen zweiten Einlass auf. Kühlmittel wird dem AGR-Kühler **16** von einem Auslass **3** im AGR-Mischventil **20** durch eine Kühlerversorgungsleitung CS zugeführt, während die Kühlmittelausgabe von dem AGR-Kühler **16** durch eine Drossel **17** zur Rückleitung RL zugeführt wird.

[0017] Des Weiteren enthält das Motorkühlsystem **10** einen Heizvorrichtungskreislauf mit einer Heizvorrichtung **4**, die einen Flüssigkeits-Luft-Wärmetauscher zum Erwärmen der Fahrzeuggabine aufweist. Die Heizvorrichtung **4** ist zwischen dem Motor **3** und dem Kühler **8** durch eine Heizvorrichtungsversorgungsleitung HS mit der Motorrückleitung ER verbunden. Nach dem Durchströmen der Heizvorrichtung **4** wird das Kühlmittel zur Rückleitung RL zurückgeführt.

[0018] Weiter auf [Fig. 2](#) Bezug nehmend, umfasst das AGR-Mischventil **20** ein Gehäuse **30**, das aus einem einstückigen Kunststoffformteil hergestellt ist, das den ersten Einlass **31**, den zweiten Einlass **32**, den Auslass **33** sowie eine Ventilkammer **41** definiert. Das Gehäuse **30** liegt in Form eines herkömmlichen T-Stücks zur Verbindung mit flexiblen Schläuchen vor, wobei der erste und der zweite Einlass **31** und **32** axial ausgerichtet sind und die Achse des Auslasses **33** senkrecht zu der der Einlässe verläuft. In der Ventilkammer **41** wird eine Ventilanzordnung **42** getragen, die ein als einen Kunststoffformteil ausgebildeten Ventilschieber **24** und ein teilweise im Schieber **24** getragenes wärmeempfindliches Stellglied **19** umfasst. Ein Vorbelastungsmittel in Form einer Schraubenfeder **22** wirkt dahingehend, den Schieber **24** zum zweiten Einlass **32** vorzubelasten. Die Ventilkammer **41** ist als eine Verlängerung der Bohrung des ersten Einlasses **31** ausgebildet, und an einem Absatz dieser Bohrung zu der kleineren Bohrung des zweiten Einlasses **32** ist ein abgeschrägter Ventilsitz **32** zum Zusammenwirken mit einem entsprechenden Ventilsitz an einem als ein mit dem Schieber **24** integraler Bund ausgebildetes Hauptventilglied **25** ausgebildet. In der Bohrung des ersten Einlasses **31** ist eine Auslassöffnung **33B** vorgesehen, um die Ventilkammer **41** mit dem Auslass **33** zu verbinden. Diese Auslassöffnung **33B** befindet sich am Ende dieser Bohrung am nächsten zum zweiten Einlass **32** und weist im Vergleich zur Querschnittsfläche des ersten und des zweiten Einlasses **31** und **32** eine relativ kleine Querschnittsfläche auf.

[0019] Das wärmeempfindliche Stellglied **19** ist ein herkömmliches Wachs-Stellglied (allgemein als Wachskapsel bezeichnet) mit einem Stellglied oder einem Kapselkörper **21** und einer Schubstange **28**, die sich zum Zusammenwirken mit einer Stoßstelle **29** im zweiten Einlass **32** zu diesem erstreckt. Die Stoßstelle **29** wird auf drei Speichen getragen und ist als ein integraler Teil des Gehäuses **30** angeordnet. Der Kapselkörper **21** weist ein Metallgehäuse auf, das einen wärmeempfindlichen Teil bildet, der Wärme auf Wachs übertragen kann, um die Schubstange **28** anzutreiben. Der Kapselkörper **21** ist zylindrisch mit einem einen kleinen Durchmesser aufweisenden Teil **21A**, der sich in Schiebepassung in einer Bohrung **24A** des Schiebers **24** befindet, und einen einen großen Durchmesser aufweisenden Teil **21B**. Ein Absatz zwischen dem einen kleinen Durchmesser aufweisenden Teil **21A** und dem den großen Durchmesser aufweisenden Teil **21B** bildet eine Stoßstelle mit dem Schieber **24**. Der Schieber **24** weist vier radiale Rippen **27** auf, die an seinem Ende neben dem ersten Einlass **31** einen genutzten Endteil bilden. Jede Rippe **27** ist auf eine Längsrippe **27A** ausgerichtet, wobei die Bohrung **24A** die Rippen **27A** schneidet, um vier Öffnungen **24A** auf der zum ersten Einlass **31** weisenden Seite des Hauptventilglieds **25** zu bilden. Diese Öffnungen **24A** gestatten, dass Kühlmittel vom ersten Einlass **31** das Kapselgehäuse **21** auf der zum ersten Einlass **31** weisenden Seite des Hauptventilglieds **25** direkt berührt. Auf der anderen Seite des Hauptventilglieds **25** kann Kühlmittel vom zweiten Einlass **32** den den großen Durchmesser aufweisenden Teil **21B** des Kapselgehäuses **21** sowie den Bereich des den kleinen Durchmesser aufweisenden Teils **21A**, der sich zwischen dem den großen Durchmesser aufweisenden Teil **21B** und dem Ventilglied **25** befindet, wie durch die offenen Enden der Rippen **27A** freigelegt, berühren.

[0020] Jede Rippe **27** weist einen Absatz **26** auf, um eine Reaktionsfläche für die Schraubenfeder **22** zu bilden. Die Schraubenfeder **22** befindet sich im Gleitsitz auf den Rippen **27**, während sie sich im Gleitsitz in der Bohrung des ersten Einlasses **31** befindet. Somit wirkt die Schraubenfeder **22** als eine Führung für den Ventilschieber **24**. Ein leiterförmiger Halter **23** erstreckt sich über den ersten Einlass **31** durch diametral gegenüberliegende Fenster im Gehäuse **30**, um eine Reaktionsfläche für die Schraubenfeder **22** bereitzustellen.

[0021] Der Betrieb des Primärkühlkreislaufs ist herkömmlich und wird somit nur relativ kurz beschrieben. Wenn der Motor **3** von kalt gestartet wird, soll seine Temperatur so schnell wie möglich erhöht werden, um Emissionen zu verringern und die Kraftstoffwirtschaftlichkeit zu erhöhen. Während des anfänglichen Laufens des Motors verhindert der Hauptthermostat **5**, dass Kühlmittel durch den Kühler **8** strömt, während ein Strom durch den Bypass BL gestattet

wird. Nachdem der Motor **3** seine normale Betriebstemperatur, in diesem Fall 90°C, erreicht hat, beginnt der Hauptthermostat **5**, den Bypass BL zu schließen, damit Kühlmittel damit beginnen kann, durch den Kühler **8** zu strömen, um ein Überhitzen des Motors **3** zu verhindern.

[0022] Der Betrieb des AGR-Mischventils **20** ist wie folgt. Nach einem Kaltstart des Motors **3** befindet sich das Ventil in dem in [Fig. 2](#) gezeigten Zustand. Das Hauptventilglied **25** wird durch die Feder **22** an dem Sitz **43** gehalten, um den Strom von der Kühlerrückleitung RR durch den zweiten Einlass **32** abzuschalten, während Strom von der Motorrückleitung ER durch den ersten Einlass **31** in die Ventilkammer **41** und durch die zweite Öffnung **33B** mit einem durch die Drossel **22** gesteuerten Durchfluss gestattet wird. Da der Kapselkörper **21** Kühlmittel sowohl vom ersten Einlass **31** als auch vom zweiten Einlass **32** ausgesetzt ist, erfasst der Kapselkörper **21** eine Kombination der Temperaturen des Kühlmittels im ersten und zweiten Einlass. Mit Anstieg der Temperatur des Motorrückstroms kann die Schubstange **28** deshalb eine Kraft entgegen der Vorbelastung der Feder **22** erzeugen. Der Kühlerrückstrom bleibt jedoch so lange gesperrt, wie die erfasste Temperatur unter einer vorbestimmten Temperatur liegt, die zweckmäßiger als die Öffnungstemperatur bezeichnet wird und in diesem Beispiel 35°C beträgt. Diese erfasste Temperatur ist ein Mittelwert der Temperaturen des Kühlmittels im ersten und zweiten Einlass, gewichtet durch das Verhältnis der Bereiche des Kapselkörpers **21**, die auf beiden Seiten dem Ventilglied **25** ausgesetzt sind. Wenn zum Beispiel die Temperatur am ersten Einlass **31** t_1 beträgt und die freigelegte Fläche A_1 ist, während die Temperatur am zweiten Einlass **32** t_2 und die freigelegte Fläche A_2 ist, wäre die erfasste Temperatur ca. $(t_1 \times A_1 + t_2 \times A_2)/(A_1 + A_2)$. Bei der Öffnungstemperatur überwindet die durch die Schubstange **28** erzeugte Kraft die Vorbelastung der Feder **22**, und der Schieber **24** beginnt, sich von dem zweiten Einlass **32** weg zu bewegen, damit Kühlmittel von der Kühlerrückleitung von dem zweiten Einlass **32** zum Auslass **33** strömen kann, während das Kühlmittel von der Motorrückleitung ER weiter vom ersten Einlass **31** zum Auslass **33** strömen kann.

[0023] Mit weiterem Ansteigen der Temperatur in der Motorrückleitung, erhöht sich die durch das Wachsstellglied **19** erzeugte Kraft weiter, und der Schieber **24** wird weiter weg vom zweiten Einlass **32** bewegt. Bei einer zweiten vorbestimmten erfassten Temperatur, in diesem Fall ca. 40°C, bewegt sich das Ventilglied **25** an der Auslassöffnung **33B** vorbei und blockiert die Bohrung des ersten Einlasses **31**, um den Kühlmittelstrom von der Motorrückleitung ER zu verhindern. Zwischen dem Ventilglied **25** und der Bohrung des ersten Einlasses **31** besteht ein kleines Arbeitsspiel, das gestattet, dass ein kleiner Strom des relativ heißen Kühlmittels vom ersten Einlass **31**

weiter strömt, so dass der Kapselkörper **21** weiterhin die Motorrückleitungstemperatur erfasst, wie oben beschrieben. Mit weiterem Anstieg der erfassten Temperatur wird die Schubstange **28** voll ausgefahren und das Ventilglied **25** mehr oder weniger in der Mitte des Auslasses **33** positioniert.

[0024] Durch Verhindern eines Kühlerrückstroms in dem einen Kaltstart des Motors **3** folgenden Zeitraum, bis die erfasste Temperatur 35°C erreicht, gibt es keinen Wärmeverlust durch den Kühler **8**, so dass der Motor sich so schnell wie möglich erwärmen kann. Ein weiterer Vorteil des Verhinderns oder Verzögerns eines Stroms durch den Kühler besteht darin, dass der Kühler **8** weniger durch thermische Wechselbeanspruchung, insbesondere das stärkere Erwärmen eines Bereichs als ein anderer, wenn der Durchfluss sehr gering ist, belastet wird. Dabei handelt es sich um ein Problem, das bei Querstromkühlern besonders akut sein kann, wenn der geringe Durchfluss bedeutet, dass Heißstrom nur durch das obere der beiden Rohre verläuft.

[0025] Durch Erfassen einer Kombination der Temperaturen des Kühlmittels im ersten und zweiten Einlass **31** und **32**, kann das AGR-Mischventil **20** verschiedene Umgebungstemperaturen automatisch ausgleichen. Wenn die Temperatur t_1 am ersten Einlass **31** zum Beispiel 35°C beträgt (das heißt der Motor **3** gerade beginnt, sich zu erwärmen) und der freigelegte Bereich $A_1 = 1 \text{ cm}^2$, während die Umgebungstemperatur t_2 am zweiten Einlass **32** 15°C beträgt und der freigelegte Bereich $A_2 = 2 \text{ cm}^2$ ist, dann wäre die erfasste Temperatur gemäß der oben angeführten gewichteten Mittelwertformel $(35 \times 1 + 15 \times 2)/(1 + 2)$, das heißt ca. 22°C, was unter der Öffnungstemperatur liegt. Bei dieser gleichen Umgebungstemperatur von 15°C muss die Temperatur des Kühlmittels im ersten Einlass **31** auf 75°C ansteigen, damit das AGR-Ventil **20** sich zu öffnen beginnt. Bei einer niedrigeren Umgebungstemperatur von zum Beispiel 5°C bleibt der zweite Einlass so lange geschlossen, bis die Temperatur des Kühlmittels im ersten Einlass eine bedeutend höhere Zahl von 95°C erreicht, weil $(95 \times 1 + 5 \times 2)/(1 + 2) = 35$. In dieser Situation bleibt das AGR-Ventil **20** für Strom von der Kühlerrückleitung so lange geschlossen, bis der Motor **3** seine normale Betriebstemperatur erreicht hat. Wenn umgekehrt das Fahrzeug in einer höheren Umgebungstemperatur von 30°C betrieben wird, dann öffnet sich der zweite Einlass mit einer bedeutend niedrigeren Zahl von 45°C, das heißt sehr bald nach Start des Motors. Bedeutend höhere Umgebungstemperaturen ändern gänzlich den Betrieb des AGR-Mischventils **20**. Zum Beispiel beginnt das Ventil bei einer Umgebungstemperatur von 35°C damit, sich zu öffnen, und bei Umgebungstemperaturen, die höher sind, wird das Ventil bereits geöffnet sein, da die erfasste Temperatur beim Motorstart die Öffnungstemperatur übersteigt. Bei diesen höheren Um-

gebungstemperaturen wird die Heizvorrichtung **4** nicht verwendet (außer zur Mäßigung der Klimaanlageleistung), und es hat keine nachteiligen Auswirkungen, den Kühler **8** sofort in Verwendung zu haben, da der Motor **3** sehr schnell seine Betriebstemperatur erreicht.

[0026] Es versteht sich, dass die Temperatur des Kühlmittels im ersten Einlass **31** aufgrund des konstanten Stroms durch den ersten Einlass im Wesentlichen die gleiche ist wie die Temperatur des den Motor **3** verlassenden Kühlmittels, während der Motor **3** und die Pumpe **2** laufen. Während der geschlossenen und Öffnungsphasen des Betriebs des AGR-Ventils **20** ist die Temperatur des Kühlmittels im zweiten Einlass **32** im Wesentlichen gleich der Umgebungstemperatur, unabhängig davon, ob der zweite Einlass **3** geöffnet oder geschlossen ist. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Temperatur bei Umgebungstemperatur anfängt und auf Umgebungstemperatur bleibt, während es keinen Strom durch den zweiten Einlass **32** gibt. Wenn sich das Ventil **20** zu öffnen beginnt, ist der Strom durch den zweiten Einlass **32** bezüglich der Größe des Kühlers **8** gering, so dass die Temperatur in der Kühlerückleitung RR auf Umgebungstemperatur bleibt, bis sich der Hauptthermostat **5** zu öffnen beginnt.

[0027] Das AGR-Mischventil **20** könnte in Verbindung mit anderen Arten von Zusatzwärmetauscher verwendet werden, die eine relativ niedrige Kühlmitteltemperatur erfordern, zum Beispiel Ladeluftkühler für Turbolader.

[0028] Obgleich das oben beschriebene AGR-Mischventil **20** ein wärmeempfindliches Wachs-kapsel-Stellglied verwendet, könnte das Stellglied auch einer anderen wärmeempfindlichen Art sein, zum Beispiel jene, die Bimetallausdehnung oder Dampfdruck verwenden. Des Weiteren könnte das Erfassen von Temperaturen durch Thermolemente oder andere Temperaturerfassungsmittel erfolgen, die zur Erfassung sowohl des Motorrückstroms als auch des Kühlerückstroms angeordnet sind, und die Steuerung könnte mittels eines Servoventils erfolgen, das mit den Thermolementen entweder direkt oder durch eine elektronische Steuereinheit indirekt verbunden ist.

Patentansprüche

1. Motorkühlsystem (**10**) mit einem Primärkühlkreislauf mit einem Kühler (**8**) zum Kühlen von flüssigem Kühlmittel für den Motor (**2**), einem parallel zum Kühler (**8**) angeordneten Bypass (BL), einer Pumpe (**2**) zur Zirkulation des Kühlmittels durch den Motor (**3**), den Kühler (**8**) und den Bypass (BL) und einem Primärstromregelventil (**5**) zur Regelung von Strom als Strom zwischen dem Kühler (**8**) und dem Bypass (BL), wobei das Primärstromregelventil (**5**) dahinge-

hend wirkt, einen Strom durch den Kühler (**8**) so lange zu verhindern, bis der Motor (**3**) eine geeignete Betriebstemperatur erreicht hat, wobei eine Motorversorgungsleitung (SL) zur Zufuhr von Kühlmittel von der Pumpe zum Motor angeordnet ist, wobei eine Motorrückleitung (ER) zur Zufuhr von Kühlmittel vom Motor zum Bypass (BL) und zum Kühler (**8**) angeordnet ist, wobei eine Kühlerückleitung (RR) zur Zufuhr von Kühlmittel vom Kühler (**8**) zum Primärstromregelventil (**5**) angeordnet ist, und wobei eine Pumpenrückleitung (RL) zur Zufuhr von Kühlmittel vom Primärstromregelventil (**5**) zur Pumpe (**2**) angeordnet ist, wobei das Kühlsystem (**10**) des weiteren einen Nebenaggregat-Kühlkreislauf umfasst, der einen Zusatzwärmetauscher (**16**), der so angeordnet ist, dass Kühlmittel von der Motorrückleitung (ER) und von der Kühlerückleitung (RR) durch den Zusatzwärmetauscher (**16**) strömen und als ein Nebenaggregat-Rückstrom in die Pumpenrückleitung (RL) zurückgeführt werden kann, ein Sekundärstromregelventil (**20**) mit einem mit der Motorrückleitung (ER) verbundenen ersten Einlass (**31**), einem mit der Kühlerückleitung (RR) verbundenen zweiten Einlass (**32**) und einem mit dem Zusatzwärmetauscher (**16**) verbundenen Auslass (**33**), und ein wärmeempfindliches Stellglied (**19**) aufweist, das durch ein Temperaturerfassungsmittel (**21**) gesteuert wird, das dahingehend wirkt, Kühlerückstrom zu erfassen, so dass das Sekundärstromregelventil (**20**) Strom zwischen Strom von der Motorrückleitung (ER) durch den ersten Einlass (**31**) und Strom von der Kühlerückleitung (RR) durch den zweiten Einlass (**32**) regeln kann, wodurch Strom von der Kühlerückleitung (RR) durch den zweiten Einlass (**32**) verhindert wird, bis eine erste vorbestimmte Temperatur durch das Temperaturerfassungsmittel (**21**) erfasst wird, und der Strom von der Motorrückleitung (ER) durch den ersten Einlass (**31**) begrenzt wird, so dass im Wesentlichen kein Strom durch den ersten Einlass (**31**) gestattet wird, wenn die durch das Temperaturerfassungsmittel (**21**) erfasste Temperatur eine zweite vorbestimmte Temperatur überschreitet, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Temperaturerfassungsmittel (**21**) dahingehend wirkt, die Temperatur des Kühlmittels von der Kühlerückleitung (RR) am zweiten Einlass (**32**) und die Temperatur des Kühlmittels von der Motorrückleitung (ER) am ersten Einlass (**31**) zu erfassen.

2. Kühlsystem nach Anspruch 1, bei dem das Sekundärstromregelventil (**20**) ein Gehäuse (**30**), das den ersten Einlass (**31**), den zweiten Einlass (**32**), den Auslass (**33**) und eine Ventilkammer (**41**) definiert, und eine in der Ventilkammer angebrachte Ventilanordnung (**42**) umfasst, wobei die Ventilanordnung einen Ventilschieber (**24**) und ein Vorbelastungsmittel (**22**) zur Vorbelastung des Ventilschiebers in eine Position, in der die Ventilanordnung einen Strom durch den ersten Einlass zum Auslass gestattet, während sie einen Strom durch den zweiten Einlass zum Auslass verhindert, umfasst.

3. Kühlsystem nach Anspruch 2, bei dem die Ventilanzordnung (42) weiterhin ein wärmeempfindliches Stellglied (19) umfasst, wobei das wärmeempfindliche Stellglied zum Drücken des Ventilschiebers (24) gegen das Vorbelastungsmittel (22), um einen Strom durch den zweiten Einlass (32) zum Auslass (33) zu gestatten, wenn das Kühlmittel vom der Motorrückleitung (ER) die erste vorbestimmte Temperatur erreicht, während der Strom vom ersten Einlass (31) zum Auslass weiterhin gestattet wird, angeordnet ist.

4. Kühlsystem nach Anspruch 3, bei dem sich der Ventilschieber (24) mit sich erhöhender Temperatur des Stroms von der Motorrückleitung (ER) weiter gegen das Vorbelastungsmittel (22) bewegt, um den Strom von der Motorrückleitung (ER) durch den ersten Einlass (31) zu behindern, wenn die zweite vorbestimmte Temperatur erreicht ist, während Strom von der Kühlerrückleitung vom zweiten Einlass (32) zum Auslass (33) weiterhin gestattet wird.

5. Kühlsystem nach einem der Ansprüche 2 bis 4, bei dem der Ventilschieber (24) ein Hauptventilglied (25) aufweist, das mit dem Gehäuse (30) zum Schließen des zweiten Einlasses (32) zusammenwirkt.

6. Kühlsystem nach Anspruch 5, sofern von Anspruch 4 abhängig, bei dem das Hauptventilglied (25) mit dem Gehäuse (30) dahingehend zusammenwirkt, den ersten Einlass (31) zu blockieren, wenn die zweite vorbestimmte Temperatur erreicht ist.

7. Kühlsystem nach einem der Ansprüche 2 bis 6, bei dem das wärmeempfindliche Stellglied (19) einen am Ventilschieber (24) befestigten Stellgliedkörper und eine sich von einem Ende des Stellgliedkörpers erstreckende Schubstange (28) zum Zusammenwirken mit einer Stoßstelle (29) am Gehäuse (30) umfasst, wobei das Temperaturerfassungsmittel einen temperaturempfindlichen Teil (21) des Stellgliedkörpers umfasst.

8. Kühlsystem nach einem der Ansprüche 2 bis 7, bei dem das Vorbelastungsmittel eine Schraubenfeder (22) ist, die durch das Gehäuse (30) axial geführt wird.

9. Kühlsystem nach Anspruch 8, bei dem der Ventilschieber (24) einen genuteten Endteil (27) aufweist, der in der Schraubenfeder (22) in Eingriff steht, so dass der Ventilschieber (24) durch die Schraubenfeder axial geführt wird.

10. Kühlsystem nach Anspruch 7 oder einem davon abhängigen Anspruch, bei dem der Ventilschieber (24) so geformt ist, dass er dem Kühlmittel gestattet, den temperaturempfindlichen Teil (21) des Stellgliedkörpers direkt zu berühren.

11. Kühlsystem nach Anspruch 10, sofern von Anspruch 5 abhängig, bei dem der Ventilschieber (24) so geformt ist, dass er dem Kühlmittel gestattet, einen Bereich (21A) des temperaturempfindlichen Teils (21) des Stellgliedkörpers auf der zum ersten Einlass (31) weisenden Seite des Hauptventilglieds (25) direkt zu berühren und einen anderen Bereich (21B) des temperaturempfindlichen Teils (21) des Stellgliedkörpers auf der zum zweiten Einlass (32) weisenden Seite des Hauptventilglieds direkt zu berühren.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

