

19



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



11 Veröffentlichungsnummer: **0 640 753 A1**

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: **94108811.4**

51 Int. Cl.⁶: **F01P 7/16**

22 Anmeldetag: **08.06.94**

30 Priorität: **19.07.93 DE 4324178**

71 Anmelder: **Bayerische Motoren Werke
Aktiengesellschaft
Patentabteilung AJ-3
D-80788 München (DE)**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
01.03.95 Patentblatt 95/09

72 Erfinder: **Huemer, Gerhart
Bretonischer Ring 17 b
D-85630 Neukeferloh (DE)**
Erfinder: **Dembinski, Norbert
Ludwig-Erhard-Allee 15
D-81739 München (DE)**
Erfinder: **Ranzinger, Günter
Dirnismaning 39
D-85748 Garching (DE)**
Erfinder: **Krowiorz, Josef
Raiffeisenstrasse 2 a
D-85293 Reichertshausen (DE)**
Erfinder: **Huber, Jochem
Perhamerstrasse 2
D-80687 München (DE)**

84 Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT

74 Vertreter: **Dirscherl, Josef
c/o Bayerische Motoren Werke
Aktiengesellschaft
Patentabteilung AJ-34
D-80788 München (DE)**

54 **Kühlanlage für einen Brennkraftmaschine.**

57 Bei einer Kühlanlage für einen Verbrennungsmotor (10) eines Kraftfahrzeuges mit einem Kühler (11) und einem Thermostatventil (15), mit dem die Temperatur des Kühlmittels in einem Warmlaufbetrieb, einem Mischbetrieb und einem Kühlerbetrieb regelbar ist, wobei das Thermostatventil (15) ein Dehnstoffelement enthält, das zum Reduzieren der Kühlmitteltemperatur elektrisch beheizbar ist, wird das Dehnstoffelement derart ausgelegt, daß sich die Kühlmitteltemperatur ohne Beheizung des Dehnstoffelementes im Warmlaufbetrieb und/oder im Misch-

betrieb auf eine obere Arbeitsgrenztemperatur einregelt. Darüber hinaus ist eine Steuereinheit vorgesehen, die abhängig von erfaßten Betriebs- und/oder Umweltgrößen des Verbrennungsmotors die Beheizung des Dehnstoffelementes bei Bedarf freigibt, um die Betriebsweise der Kühlanlage vom Warmlaufbetrieb oder vom Mischbetrieb der oberen Arbeitsgrenztemperatur hin zum Mischbetrieb oder Kühlerbetrieb einer gegenüber der oberen Arbeitsgrenztemperatur niedrigeren Kühlmitteltemperatur zu verlagern.

EP 0 640 753 A1

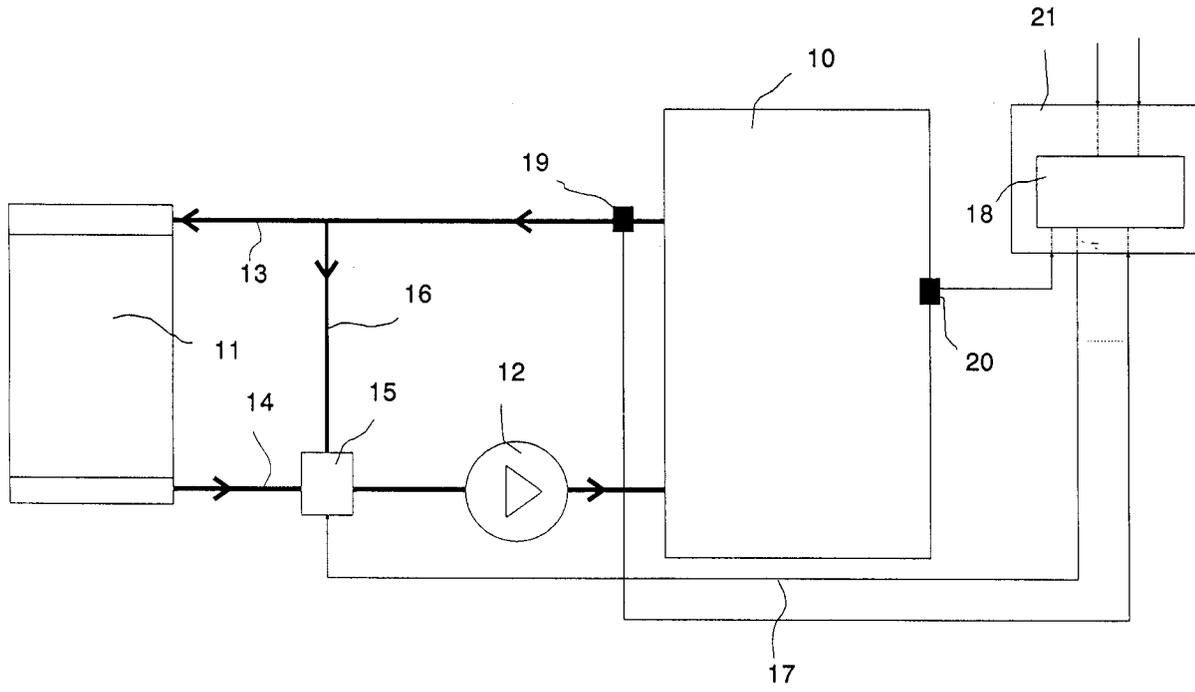


Fig. 1

Die Erfindung betrifft eine Kühlanlage für einen Verbrennungsmotor eines Kraftfahrzeuges mit einem Kühler und einem Thermostatventil, mit dem die Temperatur des Kühlmittels in einem Warmlaufbetrieb, einem Mischbetrieb und einem Kühlerbetrieb regelbar ist, wobei das Thermostatventil ein Dehnstoffelement enthält, das zum Reduzieren der Kühlmitteltemperatur elektrisch beheizbar ist.

Dabei regelt das Thermostatventil die Strömung des Kühlmittels zwischen dem Verbrennungsmotor und dem Kühler derart, daß während des Warmlaufbetriebs das vom Verbrennungsmotor kommende Kühlmittel im wesentlichen unter Umgehen des Kühlers durch einen Kurzschluß hindurch zum Verbrennungsmotor zurückströmt, daß während des Mischbetriebs das von dem Verbrennungsmotor kommende Kühlmittel teilweise durch den Kühler hindurch und teilweise durch den Kurzschluß hindurch zum Verbrennungsmotor zurückströmt und daß während des Kühlerbetriebs das vom Verbrennungsmotor kommende Kühlmittel im wesentlichen durch den Kühler hindurch zum Verbrennungsmotor zurückströmt. Die elektrische Beheizung des Dehnstoffelements dient zum Vergrößern des Öffnungsquerschnittes zum Kühler hin gegenüber einem durch die Temperatur des Kühlmittels bedingten Öffnungsquerschnitt.

Eine Kühlanlage nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 ist beispielsweise aus der DE 30 18 682 A1 bekannt. Bei dieser bekannten Kühlanlage ist in einem Dehnstoffelement eines Thermostatventils ein elektrischer Heizwiderstand angeordnet, dem elektrische Energie durch einen stationär gehaltenen Arbeitskolben hindurch zuführbar ist. Die Zufuhr der elektrischen Energie erfolgt über eine Regeleinrichtung, um die vom Thermostatventil eingeregelter Kühlmitteltemperatur besser als bei einem normalen Thermostatventil konstant halten zu können. Hierzu wird die Ist-Kühlmitteltemperatur gemessen und mit einem vorgegebenen oberen und mit einem vorgegebenen unteren Temperaturwert verglichen. Wird der obere Temperaturwert erreicht, so wird der Heizwiderstand mit elektrischer Energie versorgt, so daß das Thermostatventil weiter öffnet, um eine erhöhte Kühlleistung und damit eine Absenkung der Ist-Kühlmitteltemperatur zu erreichen. Sinkt die Ist-Kühlmitteltemperatur danach unter den unteren Temperaturwert, so wird die Zufuhr von elektrischer Energie zu dem Heizwiderstand unterbrochen, so daß das Dehnstoffelement vom kälteren Kühlmittel abgekühlt wird. Dadurch wird der Ventilquerschnitt wieder verringert, so daß die Ist-Kühlmitteltemperatur wieder ansteigt. Diese Regelspiele werden ständig wiederholt, um eine Kühlmitteltemperatur von beispielsweise 95 °C möglichst konstant einzuhalten.

Aus der DE 37 05 232 A1 ist eine Temperaturregeleinrichtung bekannt, bei der anstelle eines üb-

lichen Thermostatventils mit einem Dehnstoffelement ein mittels eines Stellmotors regelbares Ventil vorgesehen ist. Bei dieser bekannten Temperaturregeleinrichtung wird der Stellmotor zur Verstellung des Ventils in Abhängigkeit von einem Sensor gesteuert, der die Kühlmitteltemperatur in einer mit dem Verbrennungsmotor verbundenen Leitung mißt. Der Sensor ist darüber hinaus mit einer Heizeinrichtung versehen. Die Heizeinrichtung ist in Abhängigkeit von Kennfeldgrößen des Verbrennungsmotors ein- und ausschaltbar. Bei dieser bekannten Temperaturregeleinrichtung kann demnach durch Beheizen des Sensors eine höhere als die reale Kühlmitteltemperatur vorgetäuscht werden, um eine verstärkte Kühlung des Kühlmittels zu erzeugen. Eine derartige Temperaturregeleinrichtung ist konstruktiv besonders aufwendig und damit kostenintensiv.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Kühlanlage der eingangs genannten Art möglichst einfach so weiterzubilden, daß damit der Betrieb des Verbrennungsmotors bezüglich des Kraftstoffverbrauchs und der Abgaswerte optimiert werden kann, ohne daß im Falle eines erhöhten Leistungsbedarfs die Leistung des Verbrennungsmotors verringert ist.

Diese Aufgabe wird nach dem Kennzeichenteil des Anspruchs 1 dadurch gelöst, daß das Dehnstoffelement derart ausgelegt wird, daß sich die Kühlmitteltemperatur (T_K , T_{Kist}) ohne Beheizung des Dehnstoffelementes im Mischbetrieb auf eine obere Arbeitsgrenztemperatur (T_{AG}) einregelt, und daß eine Steuereinheit (18) vorgesehen ist, die abhängig von erfaßten Betriebs- und/oder Umweltgrößen (DK , n , v , T_S , $LAST$, T_{Kist} , LL) des Verbrennungsmotors (10) die Beheizung des Dehnstoffelementes bei Bedarf freigibt, um die Betriebsweise der Kühlanlage hin zum Kühlerbetrieb zu verlagern.

Die obere Arbeitsgrenztemperatur ist vorzugsweise gleich der verbrauchsgünstigsten Betriebstemperatur des Verbrennungsmotors und ist geringfügig kleiner als die maximal zulässige Betriebstemperatur des Verbrennungsmotors. Vorzugsweise liegt die obere Arbeitsgrenztemperatur über 100 °C, insbesondere bei ca. 105 °C. Die maximal zulässige Betriebstemperatur ist die höchstmögliche Temperatur, mit der der Verbrennungsmotor im Normalbetrieb über längere Zeit störungsfrei betrieben werden kann. Dadurch wird auch bei Ausfall der elektrischen Beheizung des Dehnstoffelementes eine Beschädigung des Verbrennungsmotors verhindert. Üblicherweise liegt die maximal zulässige Betriebstemperatur zwischen 105 °C und 120 °C.

Wird das Dehnstoffelement nicht elektrisch beheizt, stellt sich ein Öffnungsquerschnitt zum Kühler hin ausschließlich in Abhängigkeit von der Kühlmitteltemperatur ein. Dieser Öffnungsquerschnitt

bewirkt ein Einregeln der Kühlmitteltemperatur auf die definierte obere Arbeitsgrenztemperatur. Dabei wird erfindungsgemäß das Dehnstoffelement, z.B. durch Auswahl eines entsprechenden temperaturabhängigen Materials und einer geeigneten konstruktiven Ausgestaltung, so ausgelegt, daß bei der definierten oberen Arbeitsgrenztemperatur der Öffnungsquerschnitt des Kühlers noch nicht maximal ist, d. h. kein reiner Kühlerbetrieb erreicht wird. So ist durch zusätzliches Beheizen des Dehnstoffelements eine weitere Vergrößerung des Öffnungsquerschnittes und damit eine Verlagerung in Richtung des Kühlerbetriebes hin möglich.

Ergänzend sei darauf hingewiesen, daß der Öffnungsquerschnitt zum Kühler hin und der Öffnungsquerschnitt zu dem den Kühler umgehenden Kurzschluß hin gegenseitig verändert werden.

Durch die Erfindung wird im Normalbetrieb, d.h. nicht bei erhöhter Leistungsanforderung wie z.B. im Vollastbetrieb oder bei Bergfahrt, eine möglichst hohe Betriebstemperatur des Verbrennungsmotors erreicht. Dabei ist beispielsweise aufgrund von geringerer Reibung die Leistungsaufnahme des Verbrennungsmotors geringer, wodurch sich der Kraftstoffverbrauch senken und die Abgaszusammensetzung verbessern läßt. Um jedoch dann, wenn der Betriebszustand des Verbrennungsmotors durch erhöhte Leistungsanforderung ein niedrigeres Kühlmitteltemperaturniveau erfordert, schnell auf dieses Kühlmitteltemperaturniveau umschalten zu können, wird abhängig von den Betriebs- und/oder Umweltgrößen elektrische Energie dem beheizbaren Dehnstoffelement in dem Sinne zugeführt, daß eine erhöhte Kühlleistung durch weiteres Öffnen des Thermostatventils erhalten wird und damit eine verringerte Kühlmitteltemperatur schnell erreicht wird. Zu hohe Kühlmittel- bzw. Motortemperaturen bei erhöhter Leistungsanforderung würden zu einem verringerten Füllungsgrad und damit zu einer verringerten Leistung führen.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung ist der Gegenstand des Anspruchs 2. Darin wird vorgesehen, daß die Steuerung die Beheizung bzw. die Zufuhr von elektrischer Energie zum Dehnstoffelement sperrt, wenn die erfaßte Ist-Temperatur des Kühlmittels unterhalb einer vorgegebenen Soll-Temperatur liegt. Die vorgegebene Soll-Temperatur liegt dabei stets unterhalb der definierten oberen Arbeitsgrenztemperatur. Damit wird sichergestellt, daß eine Regelung der Kühlmitteltemperatur in Richtung eines verringerten Temperaturniveaus nur dann vorgenommen wird, wenn eine Mindesttemperatur bereits erreicht ist.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung ist der Gegenstand des Anspruchs 3. Darin wird vorgesehen, daß die Steuerung ein Freigeben bzw. Sperren der Beheizung des Dehnstoffelements in Abhängigkeit von der Fahrzeuggeschwin-

digkeit vornimmt.

Zum einen kann beispielsweise der Leerlauf bei Stillstand des Kraftfahrzeuges festgestellt werden, worauf eine Kühlung wegen des fehlenden Fahrtwinds notwendig werden kann und damit die Beheizung des Dehnstoffelementes freigegeben wird.

Wird eine sehr hohe Fahrzeuggeschwindigkeit und z. B. auch zusätzlich ein großer Drosselklappenöffnungswinkel erfaßt, wird auf eine erhöhte Leistungsanforderung an den Verbrennungsmotor geschlossen, wodurch ebenfalls eine erhöhte Kühlung sinnvoll ist und damit die Beheizung des Dehnstoffelementes freigegeben werden kann.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung ist der Gegenstand des Anspruchs 4. Darin wird vorgesehen, daß die Steuerung ein Freigeben bzw. Sperren der Beheizung des Dehnstoffelementes in Abhängigkeit von der Drehzahl des Verbrennungsmotors, des Drosselklappenöffnungswinkels und/oder dem Lastzustand des Verbrennungsmotors vornimmt.

Beispielsweise kann die Steuereinheit (18) den Ist-Lastzustand (LAST) und/oder den Ist-Drosselklappenöffnungswinkel (DK) und/oder die Ist-Drehzahl (n) mit einem vorgegebenen Schwellwert vergleichen und bei Überschreiten dieses Schwellwertes die Beheizung des Dehnstoffelementes freigeben.

Der Lastzustand des Verbrennungsmotors kann beispielsweise durch die Drehzahl des Verbrennungsmotors in Verbindung mit dem Öffnungswinkel der Drosselklappe ohne Höhenkorrektur oder in Verbindung mit der Luftmasse im Ansaugtrakt mit Höhenkorrektur festgestellt werden.

Es kann jedoch auch in Form eines Kennfeldes eine Soll-Temperatur des Kühlmittels in Abhängigkeit von dem Drosselklappenwinkel und der Drehzahl bestimmt werden.

Auf diese Weise wird sichergestellt, daß bei hoher Last oder bei hoher Drehzahl oder bei großem Drosselklappenöffnungswinkel die geforderte Leistungsabgabe des Verbrennungsmotors nicht durch eine zu hohe Betriebstemperatur reduziert wird, die zu einem verschlechterten Füllungsgrad und damit zu einer verringerten Leistung führen könnte.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung ist der Gegenstand des Anspruchs 5. Darin wird vorgesehen, daß die Steuerung die Beheizung des Dehnstoffelementes freigibt, wenn die Ist-Temperatur der Ansaugluft oder der Umgebungstemperatur oberhalb eines vorgegebenen Wertes liegt. Damit wird sichergestellt, daß bei hohen Außentemperaturen beispielsweise bei langsamer Fahrt, bei Leerlauf im Stillstand oder bei Stop-and-go-Betrieb eine Überhitzung des Verbrennungsmotors verhindert wird.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung ist der Gegenstand des Anspruchs 6. Darin wird vorgesehen, daß die Soll-Temperatur des

Kühlmittels durch ein oder mehrere Tabellen, Kennlinien und/oder Kennfelder in Abhängigkeit von mehreren Betriebs- und Umweltgrößen entnommen wird. Beispielsweise werden zur Erstellung eines Kühlmitteltemperatur-Kennfeldes einer Vielzahl von Betriebspunkten, die z.B. durch die Werte der Drehzahl des Verbrennungsmotors, des Drosselklappenöffnungswinkels und/oder der Fahrzeuggeschwindigkeit definiert sind, einzelne Kühlmittel-Soll-Temperaturen zugeordnet. Die Zufuhr der elektrischen Energie zum Dehnstoffelement wird freigegeben, wenn die aus dem Kennfeld entnommene Soll-Temperatur unterhalb der momentanen Ist-Temperatur des Kühlmittels liegt. Mit dieser Ausbildung ist es möglich, die Kühlmitteltemperatur zu jedem Betriebspunkt oder Betriebszustand des Verbrennungsmotors zu optimieren.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung ist der Gegenstand des Anspruchs 7. Darin wird vorgesehen, daß die Steuereinheit die Beheizung des Dehnstoffelementes erst nach einer vorgegebenen Betriebsgrößen- oder Umweltgrößen-Hysterese und/oder nach einer vorgegebenen Verzögerungszeit freigibt, wenn eine die Beheizung des Dehnstoffelementes freigebende Bedingung erfüllt ist.

Beispielsweise wird bei einer Soll-Temperatur unterhalb der Ist-Temperatur die Beheizung des Dehnstoffelementes erst nach einer vorgegebenen Temperatur-Hysterese und/oder nach einer vorgegebenen Verzögerungszeit freigegeben.

Ebenso ist nach dem Gegenstand des Anspruchs 8 vorgesehen, daß die Steuereinheit die Beheizung des Dehnstoffelementes erst nach einer vorgegebenen Betriebsgrößen- oder Umweltgrößen-Hysterese und/oder nach einer vorgegebenen Verzögerungszeit sperrt, wenn eine die Beheizung des Dehnstoffelementes sperrende Bedingung erfüllt ist. Beispielsweise wird bei einer Soll-Temperatur oberhalb der Ist-Temperatur die Zufuhr der elektrischen Energie zum Dehnstoffelement erst nach einer vorgegebenen Temperatur-Hysterese und/oder nach einer vorgegebenen Verzögerungszeit gesperrt.

Mit diesen beiden Ausgestaltungen der Erfindung wird erreicht, daß bei nur kurzfristigen Änderungen der Betriebs- und/oder Umweltgrößen die Anzahl der Regelvorgänge reduziert wird. Das heißt, wenn von der Freigabe der Beheizung auf ein Sperren und umgekehrt übergegangen werden soll, wird dieser Übergang solange verzögert, bis eine längerfristige Änderung festgestellt wird.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung besteht nach dem Gegenstand des Anspruchs 9 darin, daß die jeweils vorgegebene Soll-Temperatur im wesentlichen durch eine in Abhängigkeit von den Betriebs- und/oder Umweltgrößen zulässige Maximaltemperatur des Kühlmittels be-

stimmt wird. Die Intention dieser erfindungsgemäßen Ausgestaltung ist, daß zur Optimierung des Kraftstoffverbrauchs und der Abgasemissionen eine höchstmögliche Betriebstemperatur des Verbrennungsmotors eingestellt wird, die jedoch abhängig von der momentanen Belastung des Verbrennungsmotors nur so hoch bestimmt wird, daß eine Beschädigung des Verbrennungsmotors oder ein Leistungsverlust aufgrund von Überhitzung vermieden wird.

Es sei ergänzend angemerkt, daß ein Freigeben der Zufuhr der elektrischen Energie bzw. der Beheizung nicht zwingend ein tatsächliches Einschalten der Energiezufuhr zur Folge hat. Eine Freigabe kann auch lediglich eine auf einer bestimmten Bedingung basierende Einschaltoption sein. Ein tatsächliches Einschalten kann beispielsweise von einer logischen Verknüpfung mehrerer durch unterschiedliche Betriebs- und Umweltgrößen hervorgehobenen Einschaltoptionen abhängen. Ebenso kann auch der Begriff Sperren als Sperroption bezogen auf eine Einzelbedingung oder als tatsächliches Ausschalten verstanden werden.

Die Erfindung wird anhand der nachfolgenden Beschreibung und der beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen

- Fig. 1 ein Schemabild einer Kühlanlage, die der Erfindung zugrundeliegt
- Fig. 2 einen Logikplan für eine mögliche erfindungsgemäße Regelung der Kühlanlage
- Fig. 3 einen mit der erfindungsgemäßen Kühlanlage erreichbaren Temperaturverlauf der Kühlmitteltemperatur und
- Fig. 4 die Darstellung eines Kühlmittel-Soll-Temperatur-Kennfeldes.

Die in Fig. 1 dargestellte Kühlanlage für einen Verbrennungsmotor 10 enthält einen Kühler 11. Zwischen dem Verbrennungsmotor 10 und dem Kühler 11 ist eine Kühlmittelpumpe 12 angebracht, die eine Strömung des Kühlmittels in die mit Pfeilen dargestellte Richtung erzeugt. Vom Kühlmittelaustritt des Verbrennungsmotors 10 führt eine Vorlaufleitung 13 zum Kühlmittelleingang des Kühlers 11. Vom Kühlmittelaustritt des Kühlers 11 führt zum Kühlmittelintritt des Verbrennungsmotors 10 eine Rücklaufleitung 14. In der Rücklaufleitung 14 ist ein Thermostatventil 15 mit einem hier nicht dargestellten Dehnstoffelement angeordnet. Von der Vorlaufleitung 13 zweigt eine Kurzschlußleitung 16 zum Thermostatventil 15 ab.

Die Kühlanlage arbeitet im wesentlichen in drei Betriebsweisen. In einer ersten Betriebsweise, dem sog. Warmlaufbetrieb insbesondere nach dem Kaltstart des Verbrennungsmotors 10, ist das Thermostatventil 15 so eingestellt, daß die vom Verbrennungsmotor 10 kommende Kühlmittelströmung über die Kurzschlußleitung 16 im wesentlichen voll-

ständig zum Verbrennungsmotor 10 zurückgeführt wird. In einer zweiten Betriebsweise arbeitet die Kühlanlage im Mischbetrieb, d. h. das vom Verbrennungsmotor 10 kommende Kühlmittel läuft teilweise durch den Kühler 11 und teilweise über die Kurzschlußleitung 16 zurück zum Verbrennungsmotor 10. In einer dritten Betriebsweise arbeitet die Kühlanlage im Kühlerbetrieb, d. h. das vom Verbrennungsmotor 10 kommende Kühlmittel wird im wesentlichen vollständig durch den Kühler 11 hindurch zum Verbrennungsmotor 10 zurückgeführt.

Die Betriebsweise der Kühlanlage kann durch Beheizung des Dehnstoffelementes des Thermostatventils 15 über eine elektrische Leitung 17 in Richtung des Kühlerbetriebes verstellt oder vollständig auf Kühlerbetrieb umgeschaltet werden. Damit verringert sich das Temperaturniveau des Kühlmittels gegenüber dem mit einer Betriebsweise ohne Beheizung des Dehnstoffelementes erreichten Temperaturniveau. Wird danach die Beheizung über die elektrische Leitung 17 wieder unterbrochen, so kühlt das jetzt kühlere Kühlmittel das Dehnstoffelement des Thermostatventils 15 ab bis es eine eingeregelter Endstellung im Mischbetrieb einnimmt, so daß die Kühlmitteltemperatur wieder auf eine Endtemperatur angehoben wird. Die eingeregelter Endtemperatur im Mischbetrieb wird erfindungsgemäß auf die obere Arbeitsgrenztemperatur festgelegt.

Die Versorgung des Thermostatventils 15 mit elektrischer Energie über die Leitung 17 wird von einem Steuergerät 18 veranlaßt, das mehrere Signale von Betriebs- und/oder Umweltgrößen erhält und auswertet. Am Kühlmittelaustritt des Verbrennungsmotors 10 ist ein Temperatursensor 19 angeordnet, der die Ist-Temperatur des Kühlmittels erfaßt und an das Steuergerät 18 übermittelt. In einem Sammler der Ansaugleitung des Verbrennungsmotors 10 ist ein weiterer Temperatursensor 20 angeordnet, der die Temperatur der Ansaugluft (Frischluft) erfaßt und an die Steuereinrichtung 18 weitergibt. Vorzugsweise ist die Steuereinrichtung 18 in einer bekannten elektronischen Motorsteuerung 21 integriert, beispielsweise an eine unter dem Warenzeichen "Motronic" von der Firma Robert Bosch GmbH vertriebene elektronische Motorsteuerung.

Die Motorsteuerung 21 stellt Signale zur Erfassung von Betriebs- und Umweltgrößen, wie der Fahrzeuggeschwindigkeit, der Umgebungstemperatur, der Drehzahl des Verbrennungsmotors und/oder den Drosselklappenöffnungswinkel, zur Verfügung. Ferner ermittelt die Motorsteuerung 21 den Lastzustand des Verbrennungsmotors 10 aus den erfaßten Signalen. Der Lastzustand wird beispielsweise direkt oder indirekt aus der Stellung der Drosselklappe, aus der Drehzahl und/oder der Luftmasse im Ansaugrohr bestimmt. Abhängig von

den vom Steuergerät 18 erhaltenen Signalen wird beispielsweise eine Soll-Temperatur des Kühlmittels ermittelt. Wenn diese Soll-Temperatur größer als die Ist-Temperatur des Kühlmittels ist, wird das Dehnstoffelement des Thermostatventils 15 über die Leitung 17 beheizt.

In Fig. 2 ist eine mögliche Kühlmitteltemperaturregelung dargestellt, bei der das tatsächliche Einschalten der Beheizung des Dehnstoffelementes ("Dehnstoffelement beheizen") über eine besonders vorteilhafte logische Verknüpfung mehrerer Einzelbedingungen bezogen auf verschiedene Betriebs- und Umweltgrößen des Kraftfahrzeuges gesteuert wird. Eine derartige Regellogik ist beispielsweise in der Steuereinheit 18 gespeichert, wobei die Steuereinheit 18 beispielsweise in einem ohnehin vorhandenen Steuergerät integriert oder auch ein eigenes integriertes Bauteil im Thermostatventil selbst sein kann.

In Fig. 2 werden insbesondere die Betriebs- und Umweltgrößen Drosselklappenöffnungswinkels DK, Motordrehzahl n , Ist-Temperatur des Kühlmittels T_{Kist} , Fahrzeuggeschwindigkeit v und Ansauglufttemperatur T_s , die beispielsweise in Form von Sensorsignalen vorliegen, zur Regelung der Kühlmitteltemperatur verarbeitet. Über die reinen Sensorsignale der Betriebs- und Umweltgrößen des Kraftfahrzeuges hinaus können auch Zustandssignale, die aus einer Verknüpfung der einzelnen Sensorsignale bzw. der Betrieb- und Umweltgrößen gebildet wurden, in der Regelung verarbeitet werden. Ein derartiges Zustandssignal ist in diesem Beispiel das Signal Leerlauf LL bei Fahrzeugstillstand, wobei dieses Signal beispielsweise aus der Fahrzeuggeschwindigkeit v und der Motordrehzahl n gebildet wird. Es sind jedoch auch noch weitere Zustandssignale möglich, die in einer Regelung der Kühlmitteltemperatur verwendet werden, wie beispielsweise der bereits erwähnte Lastzustand des Verbrennungsmotors sowie Bergfahrt oder Hängerbetrieb, die vorzugsweise aus den Betriebsgrößen Drosselklappenöffnungswinkel DK und Fahrzeuggeschwindigkeit v gebildet werden.

In Fig. 2 werden die Sensorsignale Drosselklappenöffnungswinkel DK und Motordrehzahl n herangezogen, um aus einem Kennfeld K die Soll-Temperatur T_{Ksoll} des Kühlmittels zu den durch den Drosselklappenöffnungswinkel DK und die Motordrehzahl n bestimmten Betriebspunkten zu ermitteln. Die so bestimmte Soll-Temperatur des Kühlmittels T_{Ksoll} wird mit der Ist-Temperatur des Kühlmittels T_{Kist} verglichen. Ist die Ist-Temperatur T_{Kist} größer als die Soll-Temperatur T_{Ksoll} wird die Beheizung des Dehnstoffelementes freigegeben. Eine Freigabe entspricht hier einer Freigabeoption F (eingekreist), nicht zwingend einem tatsächlichen Beheizen.

Weiterhin wird in einem Hystereseglied VT beobachtet, ob sich die Differenz δT zwischen der Ist- und Soll-Temperatur um mehr als eine vorgegebene Differenz δT_H ändert. Nur dann wird die Freigabeoption F zum Beheizen des Dehnstoffelementes aufrechterhalten. Dazu wird am Ausgang des Hystereseglied VT ein logisches High-Signal abgegeben. Dieses Ausgangssignal des Hystereseglied VT wird an die Eingänge der UND-Gatter UND-1 und UND-3 herangeführt.

Generell entspricht in diesem Ausführungsbeispiel ein logisches High-Signal einer Freigabeoption F.

Weitere Freigabeoptionen F zum Einschalten der Beheizung des Dehnstoffelementes werden in Abhängigkeit von der Ansauglufttemperatur T_S erzeugt. Die Beheizung des Dehnstoffelementes in Abhängigkeit von der Ansauglufttemperatur T_S soll nur dann freigegeben werden, wenn zumindest eine der drei Schwellen TS1, TS2 und TS3 überschritten ist. Bei Überschreiten der ersten Schwelle TS1 wird ein logisches High-Signal an das UND-Gatter UND-1, bei Überschreiten der zweiten Schwelle TS2 wird ein logisches High-Signal an das UND-Gatter UND-2 und bei Überschreiten der dritten Schwelle TS3 ein logisches High-Signal an das UND-Gatter UND-3 abgegeben.

Weiterhin wird bei Leerlauf im Stillstand des Fahrzeuges das Zustandssignal LL (bei $v = 0$) in Form eines logischen High-Signals an das UND-Gatter UND-3 herangeführt.

Darüber hinaus kann nach diesem Ausführungsbeispiel die Freigabeoption F der Beheizung des Dehnstoffelementes auch vom Überschreiten einer Fahrzeuggeschwindigkeitsschwelle VS der Fahrzeuggeschwindigkeit v abhängen, worauf ein logisches High-Signal vom Ausgang eines weiteren Hystereseglied VV an einen zweiten Eingang des UND-Gatters UND-2 ausgegeben wird. Zum Sperren (Sperroption) der Beheizung wird im Hystereseglied VV beobachtet, ob die Fahrzeuggeschwindigkeit v die Schwelle VS um einen Differenzwert δv_H unterschritten hat. Erst dann wird wieder ein logisches Low-Signal (Sperroption) vom Ausgang des Hystereseglied VV an den zweiten Eingang des UND-Gatters UND-2 ausgegeben.

Die Hystereseglieder VT und VV können auch Zeitverzögerungsglieder sein oder mit Zeitverzögerungsgliedern verbunden werden.

Die Ausgänge der UND-Gatter UND-1 bis UND-3 sind mit drei Eingängen eines ODER-Gatters ODER verbunden. Wenn auf der Ausgangsleitung zumindest eines UND-Gatters ein logisches High-Signal anliegt, wird auch am Ausgang des ODER-Gatters eine Freigabeoption F in Form eines logischen High-Signals erzeugt.

Darüber hinaus kann noch ein Zeitverzögerungsglied δt am Ausgang des ODER-Gatters vor-

gesehen sein, durch das eine Freigabeoption F am Ausgang des ODER-Gatters nur dann zum tatsächlichen Beheizen des Dehnstoffelementes führt, wenn diese Freigabeoption F für eine vorgegebene Zeit δt anliegt, um bei kurzfristigen Änderungen ein ständiges Ein- und Ausschalten der Beheizung zu verhindern.

Die Fahrzeuggeschwindigkeitsschwelle VS ist vorzugsweise eine Fahrzeuggeschwindigkeit v , bei der der Verbrennungsmotor thermisch stark belastet wird. Die Schwellen TS1 bis TS3 der Ansauglufttemperatur T_S werden beispielsweise in Abhängigkeit von der Länderausführung des Fahrzeuges oder der Bauart des Verbrennungsmotors oder des Kühlers abgestimmt. Die Schwelle TS3 wird beispielsweise niedriger liegen als die Schwellen TS1 und TS2, da in Verbindung mit dem Leerlauf des Motors, bei dem keine zusätzliche Kühlung durch Fahrtwind auftritt, eine stärkere Kühlung erforderlich ist, als beispielsweise bei hohen Fahrzeuggeschwindigkeiten. Daher wird beispielsweise die Schwelle TS2, die in Verbindung mit der Fahrzeuggeschwindigkeitsschwelle VS ausgelegt wird, höher als die Schwellen TS1 und TS3 sein, da bei erhöhter Fahrzeuggeschwindigkeit zusätzlich Kühlung durch den Fahrtwind auftritt. Im allgemeinen werden die Fahrzeug- und Ansauglufttemperaturschwellen jedoch empirisch in Versuchen ermittelt werden. Wichtig ist beispielsweise bei sehr kalten Umgebungs- bzw. Ansauglufttemperaturen (z.B. in "Nordländern"), den Kühlerbetrieb in Abhängigkeit von der Ansaug- oder Umgebungstemperatur zu steuern, um einem Thermoschock des Verbrennungsmotors entgegenzuwirken. Bei sehr heißen Umgebungs- bzw. Ansauglufttemperaturen (z.B. in "Tropenländern") kann mit der Regelung der Kühlmitteltemperatur in Abhängigkeit von der Ansaug- oder Umgebungstemperatur eine Anfahrschwäche bei Heißleerlauf- bzw. Stop-and-go-Betrieb vermieden werden.

Ergänzend wird darauf hingewiesen, daß in weiteren Ausführungsformen der Erfindung auch bei einer zu einer Freigabeoption F führenden Erfüllung nur einer der in Fig. 2 dargestellten Bedingungen die Beheizung tatsächlich eingeschaltet werden kann. D.h., daß beispielsweise die in Fig. 2 mit eingekreistem F gekennzeichneten Punkte jeder für sich auch direkt mit der Einschaltvorrichtung der Beheizung des Dehnstoffelementes verbunden sein können.

In Fig. 3 ist in einem Diagramm der Verlauf der Kühlmitteltemperatur T_K über der Zeit t bei Teillast und Vollast dargestellt, wie er sich mittels der erfindungsgemäßen Kühlanlage erreichen läßt. Das Dehnstoffelement des Thermostatventils 15 wird beispielsweise durch die Zusammensetzung des Dehnstoffes auf eine obere Arbeitsgrenztemperatur T_{AG} ausgelegt, die hier einer Kühlmitteltemperatur

von ca. 105 °C im eingeregelteten Mischbetrieb ist. Diese Temperatur ist mit einer oberen Linie dargestellt. Ein Temperaturniveau von 105 °C im Teillastbereich ist zweckmäßig, um durch Verminderung von Reibung oder dgl. den Kraftstoffverbrauch zu reduzieren und gleichzeitig die Abgaszusammensetzung zu verbessern. Grundsätzlich soll die Kühlmitteltemperatur zur Verbrauchsoptimierung immer so heiß wie möglich, aber bei Leistungsanforderungen im Vollastbereich zur Verbesserung der Füllung kühl sein.

Bei einem Kaltstart des Verbrennungsmotors wird im Bereich A bis B zunächst im Warmlaufbetrieb und anschließend im Mischbetrieb während eines Teillastbetriebes die Kühlmitteltemperatur T_K mit einem höheren Temperaturgradienten dT/dt auf das Temperaturniveau von 105 °C gebracht, als bei übrigen Kühlanlagen möglich ist. Dabei wird das Dehnstoffelement des Thermostatventils 15 ausschließlich durch die Kühlmitteltemperatur T_K erwärmt.

Das Dehnstoffelement ist so ausgelegt, daß bei hier 105 °C der mögliche Verstellweg des Ventils bzw. der maximal mögliche Öffnungsquerschnitt noch nicht eingestellt ist. So kann bei Vollast im Bereich zwischen C und E das Dehnstoffelement z.B. so stark beheizt werden, daß zur möglichst schnellen Abkühlung ein maximaler Öffnungsquerschnitt zum Kühler hin eingestellt wird und dadurch vollständig in den Kühlerbetrieb übergegangen wird. In diesem Beispiel wird nach einer kurzen Abkühlzeit ein Temperaturniveau von ca. 70 °C erreicht. Geht der Betrieb des Verbrennungsmotors 10 von Vollast bei Punkt E wieder auf Teillast zurück, so wird die Zufuhr von elektrischer Energie zum Dehnstoffelement unterbrochen. Das nun kältere Kühlmittel, das das Dehnstoffelement umströmt, kühlt den Dehnstoff ab und bewirkt, daß sich wieder eine Verstellung des Thermostatventils durch das Dehnstoffelement allein in Abhängigkeit von der Kühlmitteltemperatur T_K einstellt. Das Thermostatventil regelt dann wieder die Kühlmitteltemperatur T_K und damit die Temperatur des Verbrennungsmotors 10 auf das Temperaturniveau von 105 °C ein.

Die Absenkung der Kühlmitteltemperatur T_K im Vollastbetrieb auf beispielsweise ein Temperaturniveau von ca. 70 °C hat den Vorteil, daß dann vom Verbrennungsmotor 10 die volle Leistung erbracht werden kann. Es wird damit vermieden, daß aufgrund einer zu hohen Temperatur ein geringerer Füllungsgrad bei der Verbrennung erhalten wird, der zu einer Leistungsverminderung führt. Die geregelte Absenkung der Kühlmitteltemperatur T_K durch Beheizung des Dehnstoffelementes kann jedoch auch abhängig von verschiedenen anderen Betriebs- und/oder Umweltgrößen des Kraftfahrzeuges geregelt werden.

Vollast kann beispielsweise durch Größen wie die Fahrzeuggeschwindigkeit, die Motordrehzahl oder den Drosselklappenwinkel erkannt werden. Beispielsweise ist es auch sinnvoll, bei sehr niedrigen Fahrzeuggeschwindigkeiten oder im Leerlauf und bei Stillstand des Fahrzeugs sowie bei hohen Außentemperaturen, bei Bergfahrten oder im Hängerbetrieb die Kühlmitteltemperatur T_K durch Beheizen des Dehnstoffelementes abzusenken.

In Fig. 4 ist ein Kennfeld zur Bestimmung einzelner Soll-Temperaturen T_{Ksoll} des Kühlmittels bei einzelnen Betriebspunkten in Abhängigkeit von der Fahrzeuggeschwindigkeit V und dem Lastzustand LAST dargestellt. Dabei kann der Lastzustand LAST beispielsweise wiederum in Abhängigkeit des Drosselklappenöffnungswinkels und der Drehzahl oder der Luftmasse im Ansaugrohr bestimmt sein.

Die jeweils einem durch je zwei Betriebsgrößen bestimmten Betriebspunkt zugeordnete Soll-Temperatur des Kühlmittels kann berechnet oder durch Versuche empirisch ermittelt werden. Es ist auch möglich, eine Soll-Temperatur des Kühlmittels in Abhängigkeit von mehreren Kennfeldern zu bestimmen, die verschiedene Betriebs- und/oder Umweltgrößen des Fahrzeuges verarbeiten.

Insbesondere ist es erfindungsgemäß auch möglich, über die Abstimmung eines Kennfeldes und durch Abstimmung der Schwellwerte eine Kühlanlage für verschiedene Ländervarianten zu erhalten, ohne die Hardware oder die Software der Kühlanlage zu ändern.

Patentansprüche

1. Kühlanlage für einen Verbrennungsmotor eines Kraftfahrzeuges mit einem Kühler und einem Thermostatventil, mit dem die Temperatur des Kühlmittels in einem Warmlaufbetrieb, einem Mischbetrieb und einem Kühlerbetrieb regelbar ist, wobei das Thermostatventil ein Dehnstoffelement enthält, das zum Reduzieren der Kühlmitteltemperatur elektrisch beheizbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß sich durch Auslegung des Dehnstoffelementes die Kühlmitteltemperatur (T_K , T_{Kist}) ohne Beheizung des Dehnstoffelementes im Mischbetrieb auf eine obere Arbeitsgrenztemperatur (T_{AG}) einregelt und daß eine Steuereinheit (18) vorgesehen ist, die abhängig von erfaßten Betriebs- und/oder Umweltgrößen (DK, n, v, T_S , LAST, T_{Kist} , LL) des Verbrennungsmotors (10) die Beheizung des Dehnstoffelementes bei Bedarf freigibt, um die Betriebsweise der Kühlanlage zum Kühlerbetrieb hin zu verlagern.
2. Kühlanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinheit (18) als Be-

- triebsgröße des Verbrennungsmotors (10) die Ist-Temperatur (T_K , T_{Kist}) des Kühlmittels erfaßt, diese Ist-Temperatur (T_{Kist}) mit einer vorgegebenen Soll-Temperatur (T_{Ksoll}) vergleicht und bei einer oberhalb der Soll-Temperatur (T_{Ksoll}) liegenden Ist-Temperatur (T_{Kist}) die Beheizung des Dehnstoffelementes freigibt.
3. Kühlanlage nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinheit als Betriebsgröße die Fahrzeuggeschwindigkeit (v) erfaßt und abhängig von der Fahrzeuggeschwindigkeit (v) die Beheizung des Dehnstoffelementes bei Bedarf freigibt.
4. Kühlanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinheit die Drehzahl (n) des Verbrennungsmotors, den Drosselklappenöffnungswinkel (DK) und/oder den Lastzustand (LAST) des Verbrennungsmotors (10) als Betriebsgrößen erfaßt und abhängig von der Drehzahl (n), dem Drosselklappenöffnungswinkel (DK) und/oder dem Lastzustand (LAST) die Beheizung des Dehnstoffelementes bei Bedarf freigibt.
5. Kühlanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinheit (18) die Ist-Temperatur (T_S) der Ansaugluft oder der Umgebungsluft als Umweltgröße erfaßt, diese Ist-Temperatur (T_S) mit einem vorgegebenen Schwellwert ($TS1$, $TS2$, $TS3$) vergleicht und bei Überschreiten dieses Schwellwertes die Beheizung des Dehnstoffelementes freigibt.
6. Kühlanlage nach Anspruch 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Soll-Temperatur (T_{Ksoll}) des Kühlmittels in Abhängigkeit von beliebigen Betriebs- und/oder Umweltgrößen (DK, n , v , T_S , LAST, T_{Kist} , LL) in Form einer Tabelle, einer Kennlinie oder eines Kennfeldes (K) bestimmt wird.
7. Kühlanlage nach einem der Ansprüche 2 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinheit (18) bei Erfüllung einer die Beheizung freigebenden Bedingung die Beheizung des Dehnstoffelementes entsprechend einer Betriebsgrößen- oder Umweltgrößen-Hysterese (δv_H , δT_H) und/oder entsprechend einem vorgegebenen Zeitfenster (δt) verzögert freigibt.
8. Kühlanlage nach einem der Ansprüche 2 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinheit (18) bei Erfüllung einer die Beheizung sperrenden Bedingung die Beheizung des Dehnstoffelementes entsprechend einer Betriebsgrößen-
- oder Umweltgrößen-Hysterese (δv_H , δT_H) und/oder entsprechend einem vorgegebenen Zeitfenster (δt) verzögert sperrt.
9. Kühlanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinheit (18) kontinuierlich eine aktuelle in Abhängigkeit von den Betriebs- und/oder Umweltgrößen (DK, n , v , T_S , LAST, T_{Kist} , LL) zulässige Maximaltemperatur des Kühlmittels ermittelt, durch die die Soll-Temperatur (T_{Ksoll}) des Kühlmittels im wesentlichen jeweils bestimmt wird.

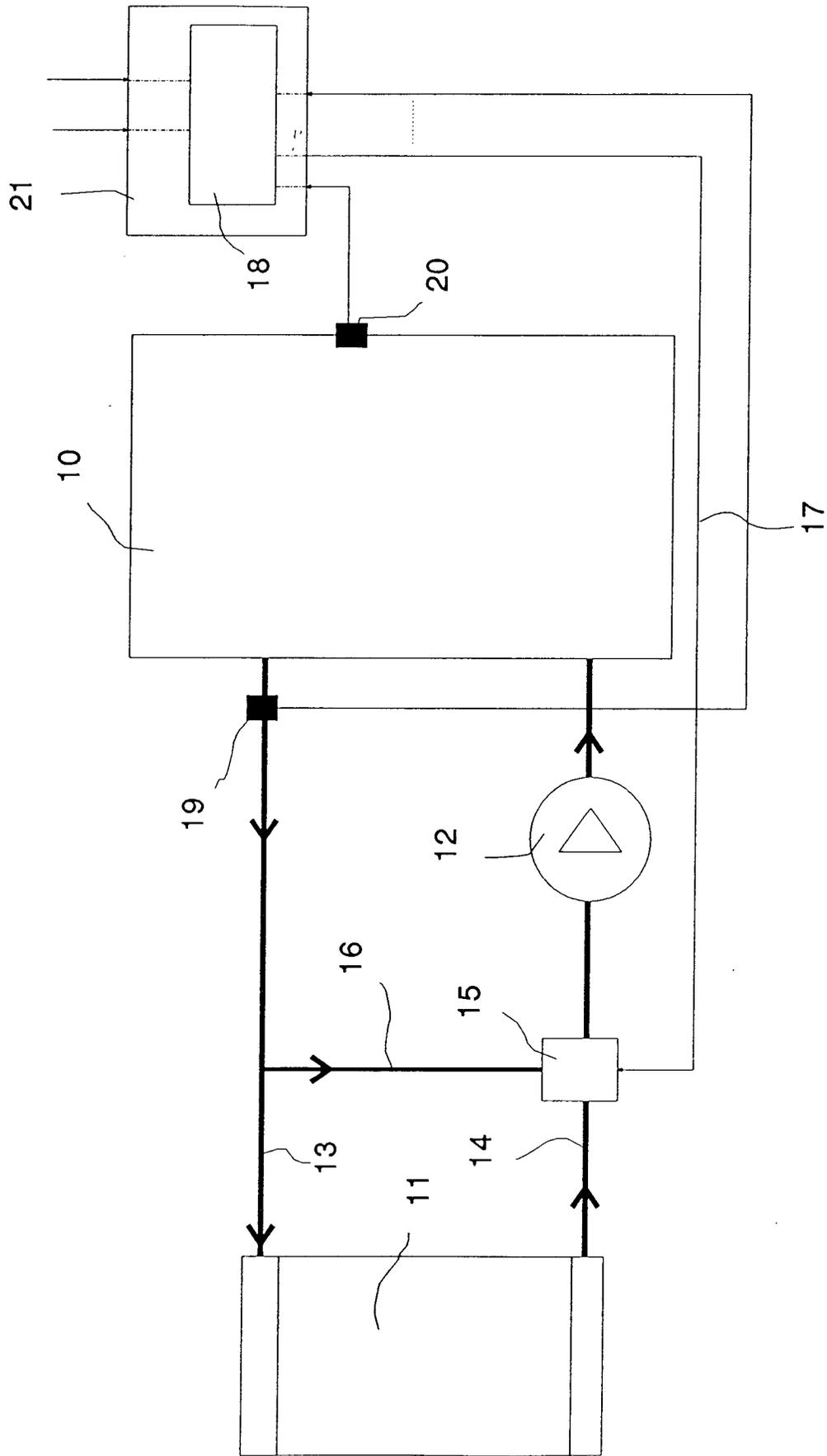


Fig. 1

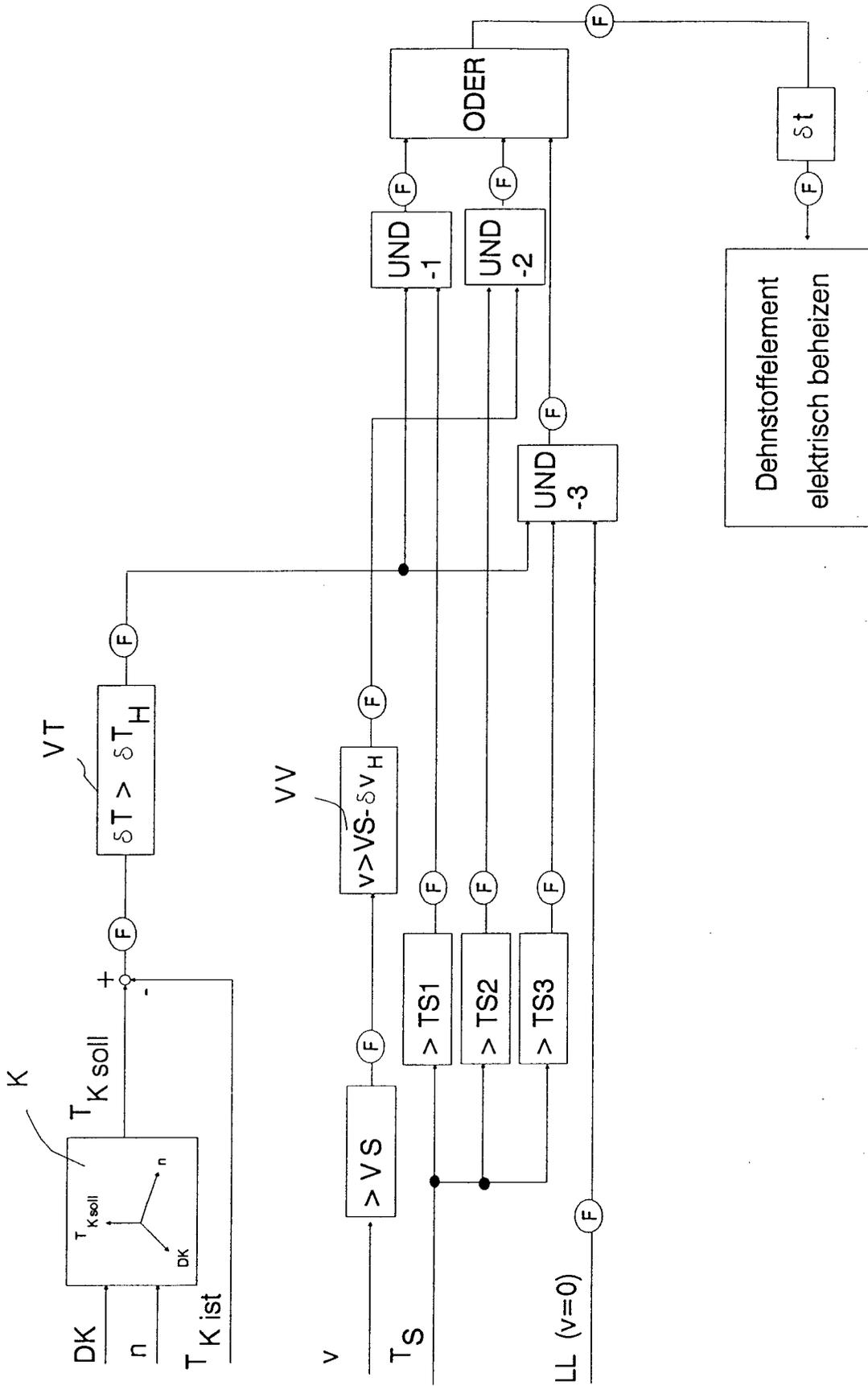


Fig. 2

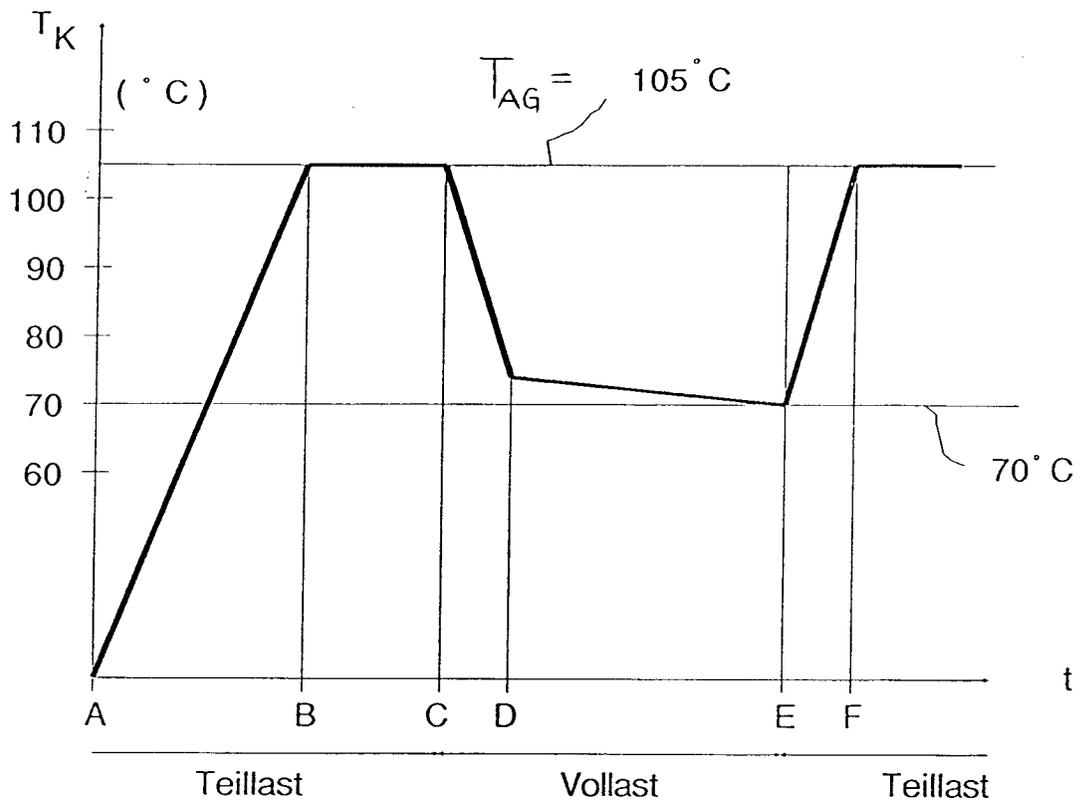


Fig. 3

Kühlmitteltemperatur T_{Ksoll}

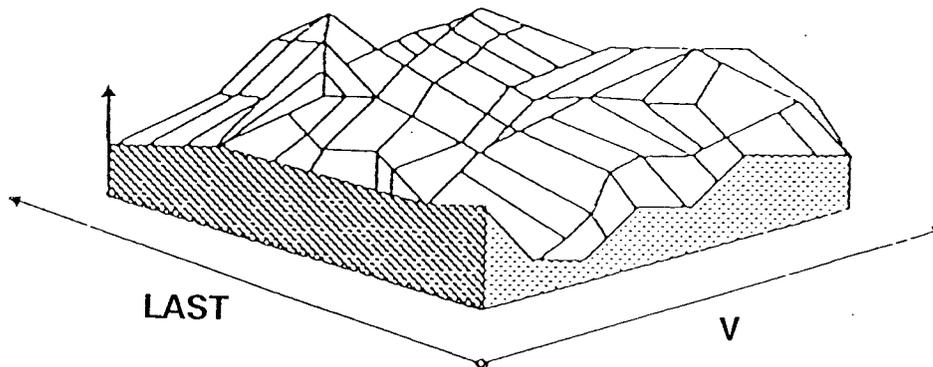


Fig. 4



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 94 10 8811

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
X	US-A-4 666 081 (COOK ET AL.) * das ganze Dokument * ---	1,2	F01P7/16
X,D	DE-A-37 05 232 (WAHLER) * das ganze Dokument * ---	1,2,4	
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 12, no. 454 (M-769) 29. November 1988 & JP-A-63 183 216 (NIPPON DENSO) 28. Juli 1988 * Zusammenfassung * * Abbildung * ---	1,2,5	
A	EP-A-0 544 985 (WAHLER) * das ganze Dokument * ---	1,2,4-6, 9	
A	DE-A-41 09 498 (ROBERT BOSCH) * das ganze Dokument * ---	1-9	
A	EP-A-0 084 378 (NIPPONDENSO) * Abbildungen * -----	7,8	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6) F01P
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 23. September 1994	Prüfer Kooijman, F
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			