

(19)



(11)

EP 3 215 723 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:

28.09.2022 Patentblatt 2022/39

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):

F01M 11/10^(2006.01) F01M 5/00^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **15794465.3**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):

F01M 11/10; F01M 5/007

(22) Anmeldetag: **04.11.2015**

(86) Internationale Anmeldenummer:

PCT/EP2015/002214

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:

WO 2016/070993 (12.05.2016 Gazette 2016/19)

(54) **VORRICHTUNG ZUR ÜBERWACHUNG EINES ÖL THERMOSTATS**

APPARATUS FOR MONITORING AN OIL THERMOSTAT

DISPOSITIF DE SURVEILLANCE D'UN THERMOSTAT D'HUILE

(84) Benannte Vertragsstaaten:

AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

• **KALASS, Rainer**

91189 Rohr (DE)

• **KNAUER, Christian**

83373 Taching am See (DE)

(30) Priorität: **06.11.2014 DE 102014016307**

(74) Vertreter: **v. Bezold & Partner Patentanwälte - PartG mbB**

Ridlerstraße 57

80339 München (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:

13.09.2017 Patentblatt 2017/37

(73) Patentinhaber: **MAN Truck & Bus SE**

80995 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:

EP-A1- 0 736 703

DE-A1-102014 225 117

US-A1- 2004 173 012

US-A1- 2008 083 586

(72) Erfinder:

• **HARRES, Ulrich**

90441 Nürnberg (DE)

EP 3 215 723 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Überwachung eines in einem Ölkreislauf einer Brennkraftmaschine angeordneten Ölthermostats.

[0002] Aus dem Stand der Technik ist es bekannt, die Funktion eines Kühlsystems einer Brennkraftmaschine, das dafür zu sorgen hat, dass die Motortemperatur nicht zu hoch wird, zu überwachen. So offenbart beispielsweise die DE 44 26 494 A1 eine Einrichtung zur Überwachung des Kühlsystems bei einer Brennkraftmaschine, bei der ein für das Kühlsystem charakteristisches Temperatursignal erzeugt und anschließend der Verlauf des Temperatursignals ausgewertet wird und erkannte Temperaturänderungen pro Zeiteinheit mit plausiblen Werten verglichen werden.

[0003] Ferner offenbart das Dokument EP 0 736 703 A1 eine Vorrichtung zur Beeinflussung der Getriebeöltemperatur in Kraftfahrzeugen mit einer Kühleinrichtung zur Kühlung des Getriebeöls, mit einer Heizeinrichtung zur Erwärmung des Getriebeöls und mit einem Ventil, wobei die Getriebeöltemperatur in einem Betriebszustand in Form eines Mischbetriebes auf einen vorgegebenen Sollwert geregelt wird.

[0004] Aus der Praxis ist es ferner bekannt, dass nicht nur Kühlwasserthermostate im Kühlwasserkreislauf, sondern zunehmend auch Ölthermostate im Ölkreislauf einer Brennkraftmaschine eingesetzt werden. Mittels derartiger Ölthermostate kann die Reibleistung in spezifischen Betriebszuständen reduziert werden, um dadurch Kraftstoffverbrauchsvorteile gegenüber konventionellen Motoren zu realisieren. Hierfür führt das Ölthermostat das ihm zugeführte Öl in Abhängigkeit von der Öltemperatur wahlweise einem Strömungszweig mit einem Ölkühler oder einem den Ölkühler umgehenden Bypass-Strömungszweig zu. Ein defektes Ölthermostat, das das Öl nicht mehr über den Ölkühler leiten kann, hat in der Regel Motorgewaltschäden bedingt durch die zu hohe Öltemperatur zur Folge. Ein defektes Ölthermostat, das in seinem Ausfallverhalten ausgelegt ist, bei einem Funktionsverlust den Schaltzustand einzunehmen, bei dem das Öl stets über den Ölkühler geleitet wird, um so eine rapide Beschädigung der Brennkraftmaschine zu verhindern, führt andererseits aufgrund der erhöhten Reibleistung längerfristig zu einem erhöhten Kraftstoffverbrauch und CO₂-Ausstoß. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, dass ein Ausfall des Ölthermostats mit undefiniertem Zustand erfolgt, beispielsweise bedingt durch Verschmutzung (Urschmutz, Sand ...), Partikel oder Späne, oder bedingt durch mechanische Kräfte bzw. hohe Druckspitzen, die zu Verformungen am Thermostat führen können, die in der Folge zu Klemmungen in jeder beliebigen Thermostatstellung führen können. Hierbei ist zu erwähnen, dass im Ölkreislauf bei heutigen Motoren hydraulische Druckspitzen bis 60 bar auftreten können, insbesondere da im Kaltstartfall Öl sehr zähflüssig sein kann.

[0005] Ein defektes Wasserthermostat im Kühlwas-

serkreislauf kann in der Regel bereits daran erkannt werden, dass die Betriebstemperatur der Brennkraftmaschine nicht mehr oder nur noch sehr schleppend erreicht wird. Ein Defekt des Ölthermostats ist dagegen für den Fahrer nicht oder zumindest nicht zeitnah erkennbar, da ein defektes Ölthermostat, welches das Öl stets dem Ölkühler zuführt, in der Regel die Kühlfunktion des Kühlsystems nicht beeinträchtigt, sondern stattdessen den längerfristigen Kraftstoffverbrauch, den Verschleiß und die Lebensdauer der Brennkraftmaschine. Auch mittels der in der vorstehend genannten DE 44 26 494 A1 genannten Einrichtung ist nur eine allgemeine Fehlfunktion des Kühlsystems erkennbar, nicht jedoch, ob speziell das Ölthermostat eine Fehlfunktion aufweist. Ferner ist die Überprüfung und der Austausch des Ölthermostats im Servicefall vergleichsweise aufwändig, da für den Zugang zum Ölthermostat der Kühlmittelkreislauf geöffnet und ggf. weitere Komponenten wie beispielsweise der Ölfilterkopf abgebaut werden müssen. Eine Fehlfunktion des Kühlsystems aufgrund eines defekten Ölthermostats sollte somit möglichst zuverlässig erkannt und dem Ölthermostat zuzuordnen sein, um unnötige Werkstattarbeiten zu vermeiden.

[0006] Es ist somit eine Aufgabe der Erfindung, eine Vorrichtung zur Überwachung eines in einem Ölkreislauf einer Brennkraftmaschine angeordneten Ölthermostats bereitzustellen, mit dem Nachteile herkömmlicher Techniken vermieden werden können. Die Aufgabe der Erfindung ist es insbesondere, einen Defekt oder eine Fehlfunktion des Ölthermostats zuverlässig zu erkennen.

[0007] Diese Aufgabe wird durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Hauptanspruchs gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen und Anwendungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche und werden in der folgenden Beschreibung unter teilweiser Bezugnahme auf die Figuren näher erläutert.

[0008] Erfindungsgemäß wird eine Vorrichtung zur Überwachung eines in einem Ölkreislauf einer Brennkraftmaschine angeordneten Ölthermostatventils vorgeschlagen.

[0009] Das von der Vorrichtung überwachte Ölthermostatventil (nachfolgend kurz als Ölthermostat bezeichnet) ist in an sich bekannter Weise ausgebildet, in Abhängigkeit von einer Temperatur eines dem Ölthermostat zugeführten Ölstroms den Ölstrom einem Bypass-Strömungszweig und/oder einem einen Ölkühler aufweisenden Strömungszweig zuzuführen. Hierbei führt das Ölthermostat das Öl typischerweise ausschließlich dem Bypass-Strömungszweig zu, wenn die Öltemperatur am Ölthermostat, nachfolgend auch als Zulauftemperatur bezeichnet, unterhalb eines ersten Temperaturschwellenwerts liegt. In diesem Temperaturbereich ist ein dem ersten Strömungszweig zugeordneter erster Ausgang des Ölthermostats verschlossen, welcher erst bei Überschreiten des ersten Temperaturschwellenwerts geöffnet wird. Das Ölthermostat kann ferner ausgebildet sein, den Bypass-Strömungszweig oberhalb eines zweiten Temperaturschwellenwerts, der vorzugsweise oberhalb

des ersten Temperaturschwellenwerts liegt, zu verschließen. In dem Temperaturbereich zwischen den beiden Temperaturschwellenwerten sind beide Strömungszweige geöffnet, wobei ein dem Bypass-Strömungszweig zugeordneter zweiter Ausgang des Ölthermostats schrittweise bis zum Erreichen des zweiten Temperaturschwellenwerts schließt. Der erste und zweite Temperaturschwellenwert können je nach Ausführung des Ölthermostats auch gleich groß sein.

[0010] Gemäß allgemeinen Gesichtspunkten der Erfindung umfasst die Vorrichtung zur Überwachung des Ölthermostats eine Sensoreinrichtung, die ausgebildet ist, wenigstens einen ersten Parameter zu bestimmen, mittels dessen ein aktueller Soll-Betrieb des Ölthermostats ableitbar ist, und wenigstens einen zweiten Parameter zu bestimmen, mittels dessen ein aktueller Ist-Betrieb des Ölthermostats ableitbar ist. Die Vorrichtung umfasst ferner eine Auswerteeinrichtung, die ausgebildet ist, in Abhängigkeit von dem ersten Parameter und dem zweiten Parameter ein Auftreten einer Fehlfunktion des Ölthermostats zu erkennen.

[0011] Unter einem Soll-Betrieb des Ölthermostats wird ein Normal-Betrieb, d. h. ohne angenommene Fehlfunktion, verstanden, in dem das Ölthermostat den erwünschten temperaturabhängigen Betriebszustand annimmt, beispielsweise die erwünschte temperaturabhängige Soll-Stellung oder Bewegung des Stellglieds des Ölthermostats. Unter dem Ist-Betrieb wird ein tatsächlicher Betrieb des Ölthermostats verstanden, beispielsweise ein tatsächlicher aktueller Betriebszustand. Tritt keine Fehlfunktion auf, stimmen Soll-Betrieb und Ist-Betrieb überein. Bei einer Fehlfunktion können die Ist-Stellung des Ölthermostats und/oder die Ist-Bewegung des Stellglieds des Ölthermostats von dem Soll-Betrieb abweichen.

[0012] Das Ölthermostat kann ein Ringschieberölthermostat oder ein Dehnstoffelementölthermostat, insbesondere ein Wachsausdehnungsölthermostat, sein. Das Ölthermostat kann ferner als mechatronischer Steller bzw. Aktuator ausgeführt sein, mit einer elektronischen Steuereinheit, die in Abhängigkeit der Öltemperatur ein mechanisches Stellglied ansteuert.

[0013] Erfindungsgemäß ist die Sensoreinrichtung ausgeführt, als den ersten Parameter die Zulauftemperatur des Öls und insbesondere deren zeitlichen Verlauf zu messen, beispielsweise mittels eines Temperatursensors in der Zulaufleitung zum Ölthermostat. Die Zulauftemperatur ist ein Maß für die Öltemperatur, die am Eingang des Ölthermostats anliegt und in Abhängigkeit derer das Ölthermostat im Sollbetrieb eine vordefinierte Öffnungs- bzw. Schließstellung in Bezug auf die Ausgänge zu dem ersten und zweiten Strömungszweig annimmt. Besonders vorteilhaft ist, die Ölsumpftemperatur als die Zulauftemperatur zu messen, da in der Regel bereits ein Temperatursensor im Ölsumpf des Ölkreislaufs vorhanden ist, der genutzt werden kann. Die Ölsumpftemperatur kann beispielsweise mittels eines Ölsumpftemperatur-sensors gemessen werden, der in den bereits vorhan-

denen Ölstandssensor des Ölsumpfes integriert ist. Die Ölsumpftemperatur entspricht im Wesentlichen der am Eingang des Ölthermostats herrschenden Öltemperatur. Da sich die Öltemperatur des über eine Zulaufleitung vom Ölsumpf zum Ölthermostat beförderten Öls im Wesentlichen nicht verändert, kann die Zulauftemperatur auch an einer beliebigen anderen Stelle entlang der Zulaufleitung mittels eines entsprechend angeordneten Temperatursensors ermittelt werden.

[0014] Die Sensoreinrichtung, die als den ersten Parameter die Zulauftemperatur misst, ist ferner ausgeführt, eine zweite Öltemperatur stromab des Ölkühlers und stromauf der Brennkraftmaschine zu messen und als den zweiten Parameter eine Temperaturdifferenz ΔT aus der Zulauftemperatur minus der zweiten Öltemperatur zu bestimmen.

[0015] Zur Messung der zweiten Öltemperatur kann ein Temperatursensor vorgesehen sein, der im ersten Strömungszweig stromab des Ölkühlers und stromauf einer Zulaufleitung des ersten Strömungszweigs und des Bypass-Strömungszweigs angeordnet ist. Der Temperatursensor kann jedoch auch stromab eines von der Brennkraftmaschine angeordneten Ölfilters angeordnet sein. Vorzugweise ist der Temperatursensor als kombinierter Druck- und Temperatursensor ausgeführt, die in einer baulichen Einheit bereitgestellt werden. Eine weitere vorteilhafte Möglichkeit ist, den Temperatursensor in einen Ölfilterkopf zu integrieren.

[0016] Erfindungsgemäß ist die Auswerteeinrichtung gemäß diesen Varianten ausgeführt, das Auftreten einer Fehlfunktion des Ölthermostats anhand zumindest einer der drei folgenden Bedingungen (a) bis (c) zu erkennen:

(a) Eine Fehlfunktion des Ölthermostats wird erkannt, wenn die Zulauftemperatur unterhalb des ersten Temperaturschwellenwerts liegt, mindestens eine vorgegebene Reaktionszeit vergangen ist, seit die Zulauftemperatur unterhalb des ersten Temperaturschwellenwerts liegt, und die Temperaturdifferenz ΔT aus der Zulauftemperatur minus der zweiten Öltemperatur größer als ein erster Schwellenwert ist.

[0017] Mit anderen Worten müsste der erste Ausgang des Ölthermostats zum Kühler in diesem Fall aufgrund der niedrigen Zulauftemperatur gemäß Soll-Betrieb eigentlich verschlossen sein. Wenn jedoch die Temperaturdifferenz ΔT größer als ein erster Schwellenwert ist, kann daraus geschlossen werden, dass eine Ölkühlung erfolgt und das Öl daher durch den Strömungszweig mit dem Kühler geflossen sein muss und somit eine Fehlfunktion des Thermostats vorliegt.

[0018] Dieser erste Schwellenwert wird in Abhängigkeit von der durch den Ölkühler erzeugten Verringerung der Öltemperatur (Kühlleistung des Ölkühlers) festgelegt. Der erste Schwellenwert sollte beispielsweise größer sein als übliche, nicht von dem Ölkühler verursachte Schwankungen der Öltemperatur im Bereich zwischen Ölsumpf und Brennkraftmaschine, aber etwas kleiner als

die durchschnittliche Kühlleistung des Ölkühlers. Die vorgegebene Reaktionszeit berücksichtigt ein zeitverzögerndes Verhalten des Ölthermostats und stellt eine Zeit dar, bis sich nach einer Änderung der Schaltstellung des Ölthermostats die dadurch resultierende Temperaturdifferenz ΔT stromab des Ölthermostats eingestellt haben müsste. Die Reaktionszeit hängt von der Bauart des Ölthermostats und von der Lage der Messstelle für die zweite Temperatur ab und kann z. B. experimentell festgelegt werden.

[0019] (b) Das Auftreten einer Fehlfunktion des Ölthermostats kann ferner dann erkannt werden, wenn die Zulufttemperatur oberhalb des ersten Temperaturschwellenwerts liegt, mindestens die vorgegebene Reaktionszeit vergangen ist, seit die Zulufttemperatur oberhalb des ersten Temperaturschwellenwerts liegt, und die Temperaturdifferenz ΔT kleiner als ein zweiter Schwellenwert ist. Mit anderen Worten müsste bei einer Zulufttemperatur oberhalb des ersten Temperaturschwellenwerts der dem Ölthermostat zugeführte Ölstrom danach dem Ölkühler zugeleitet werden. Ist dies nicht der Fall, kann dies wiederum anhand der Temperaturdifferenz festgestellt werden, die kleiner ist als bei einer Kühlung des Öls durch den Ölkühler. Der zweite Schwellenwert kann beispielsweise etwas unterhalb der durch den Kühler normalerweise bewirkten Differenztemperatur ΔT festgelegt werden.

[0020] (c) Das Auftreten einer Fehlfunktion des Ölthermostats kann ferner dann erkannt werden, wenn nach einer Überschreitung des ersten Temperaturschwellenwerts durch die Zulufttemperatur ein Gradient, insbesondere ein Anstieg der Temperaturdifferenz ΔT , langsamer verläuft als ein vorgegebener Soll-Anstieg der Temperaturdifferenz. Die Auswerteeinrichtung wertet somit den Verlauf der Differenztemperatur über die Zeit aus und kann diesen mit einem hinterlegten Soll-Anstieg der Temperaturdifferenz vergleichen. Ein besonderer Vorzug dieser Variante liegt darin, dass die Auswertung des Anstiegs der Temperaturdifferenz als Frühindikator für eine beginnende Fehlfunktion des Ölthermostats herangezogen werden kann. Untersuchungen im Rahmen der Erfindung haben gezeigt, dass vor einer vollständigen Fehlfunktion des Ölthermostats dessen Stellglied ein beginnendes Klemmen oder Hakeln zeigt, so dass dieses nicht schrittweise aufmacht, sondern sich relativ spät bewegt. Dies kann anhand eines verzögerten Anstiegs der Differenztemperatur erkannt werden.

[0021] Zur weiteren Verbesserung der Genauigkeit der Erkennung einer Fehlfunktion können die vorgenannten Schwellenwerte motordrehzahlabhängig gewählt werden, derart, dass bei größerer aktueller Motordrehzahl größere Schwellenwerte eingestellt werden. Dies berücksichtigt die Tatsache, dass mit zunehmender Motordrehzahl die Kühlleistung des Ölkühlers zunimmt und somit der erwartete Wert der Temperaturdifferenz.

[0022] Im Rahmen der Erfindung besteht weiterhin die Möglichkeit, dass die Sensoreinrichtung ausgeführt ist, als den zweiten Parameter einen Öldruckverlauf, insbe-

sondere einen zeitlichen Verlauf des Öldrucks, mittels eines Drucksensors an einer Druckmessstelle zu messen, die stromab des ersten Ausgangs des Ölthermostats und stromauf zur Brennkraftmaschine angeordnet ist. Gemäß dieser Variante ist die Auswerteeinrichtung ausgeführt, eine Fehlfunktion des Ölthermostats zu erkennen, wenn der gemessene zeitliche Verlauf des Öldrucks in einem Bereich der Zulufttemperatur, der zwischen dem ersten Öltemperaturschwellenwert und dem vorgenannten zweiten Temperaturschwellenwert liegt, keinen Druckausschlag in Form eines negativen oder positiven Peaks zeigt. Ein solcher Druckausschlag entspricht einer Peak-förmigen Druckänderung, deren Peakhöhe größer als ein vorbestimmter Wert ist. Dies beruht auf der Erkenntnis, dass der Strömungswiderstand in dem Temperaturbereich, in dem der erste Strömungszweig mit Ölkühler bereits geöffnet ist und der Bypass-Strömungszweig noch nicht vollständig geschlossen ist, minimal ist und so der Druckverlauf in diesem Temperaturbereich einen Peak aufweisen müsste, wenn das Ölthermostat fehlerfrei funktioniert. Fehlt dieser Druckpeak, kann hieraus eine Fehlfunktion des Ölthermostats abgeleitet werden. Dieser vorbestimmte Wert zum Erkennen eines Druckausschlags kann ölkreispezifisch experimentell festgelegt werden, derart, dass Druckausschläge, die diesen Wert überschreiten, nicht von normalen Druckschwankungen, sondern aus einem geänderten Strömungswiderstands stromab des Ölthermostats korrespondierend zu zumindest teilweise geöffnetem ersten und zweiten Strömungszweig resultieren.

[0023] Eine besonders vorteilhafte Variante dieser Ausgestaltungsform sieht hierbei vor, dass die Druckmessstelle bzw. der Drucksensor zur Messung des zeitlichen Verlaufs des Öldrucks im ersten Strömungszweig zwischen dem ersten Ausgang des Ölthermostats und dem Ölkühler angeordnet ist und dass der Druckausschlag ein negativer Peak ist.

[0024] Es besteht jedoch auch die Möglichkeit, die Druckmessstelle stromab des Ölkühlers und nach einer Zusammenführung des ersten Strömungszweigs und des Bypass-Strömungszweigs anzuordnen. In diesem Fall ist der erwartete Druckausschlag im Soll-Betrieb ein positiver Peak und die Peakhöhe.

[0025] Vorstehend wurde bereits erwähnt, dass als den ersten Parameter die Zulufttemperatur des Öls gemessen werden kann, wobei vorzugsweise als Zulufttemperatur die Ölsumpftemperatur gemessen wird. Aus der aktuellen Zulufttemperatur kann der Soll-Betriebszustand des Ölthermostats unmittelbar abgeleitet werden, da das Stellglied des Ölthermostats die vorgegebenen Stellpositionen in Abhängigkeit von der Zulufttemperatur einnimmt.

[0026] Im Rahmen der Erfindung besteht jedoch auch die Möglichkeit, andere Kenngrößen für den ersten Parameter zu verwenden, aus bzw. mit denen ebenfalls der Soll-Betrieb des Ölthermostats ableitbar ist, um so bereits im Fahrzeug vorhandene bzw. bereitgestellte Größen zu nutzen. Beispielsweise kann die Kühlwassertem-

peratur verwendet werden, da die Verläufe der Öltemperatur und der Kühlwassertemperatur im Soll-Betrieb miteinander korreliert sind. Aus der Kühlwassertemperatur kann somit ein Verlauf der Öltemperatur in der Zulaufleitung abgeleitet werden, aus der wiederum der Soll-Betrieb des Ölthermostats ableitbar ist.

[0027] Ferner können definierte Betriebszustände des Fahrzeugs verwendet werden. Ein Beispiel hierfür ist der Betriebszustand, wenn das Fahrzeug einen Kaltstart durchführt, oder bei einer Fahrt unter Vollast. Bei einem Kaltstart ist die Ölzulauftemperatur unterhalb des ersten Temperaturschwellenwerts, so dass der erste Strömungsweig zum Ölkühler im Normalbetrieb geschlossen sein müsste. Umgekehrt ist bei Fahrt unter Vollast dieser Strömungsweig in der Regel geöffnet, falls kein Defekt vorliegt.

[0028] In Kombination mit den vorstehend genannten verschiedenen Möglichkeiten, wenigstens einen ersten Parameter zu bestimmen, mittels dessen ein aktueller Soll-Betrieb des Ölthermostats ableitbar ist, bestehen im Rahmen der Erfindung die nachfolgenden weiteren Ausführungsvarianten, wenigstens einen zweiten Parameter zu bestimmen, mittels dessen ein aktueller Ist-Betrieb des Ölthermostats ableitbar ist.

[0029] Eine weitere Möglichkeit der erfindungsgemäßen Realisierung sieht beispielsweise vor, einen Gradienten einer Zulauftemperatur des Öls als den zweiten Parameter zu bestimmen. Vorzugsweise wird hierzu ein Gradient der Ölsumpftemperatur bestimmt. Gemäß dieser Variante ist die Auswerteeinrichtung ausgeführt, in Abhängigkeit von dem bestimmten Wert des ersten Parameters eine vorbestimmte und im Speicher der Auswerteeinrichtung hinterlegte Soll-Kennlinie des Gradienten der Zulauftemperatur zu ermitteln und eine Fehlfunktion des Ölthermostats zu erkennen, wenn der gemessene Gradient der Zulauftemperatur nicht innerhalb vorgegebener Grenzen mit der Soll-Kennlinie übereinstimmt.

[0030] Nachfolgend wird ein Beispiel erläutert, bei dem als erster Parameter ein Betriebszustand des Fahrzeugs bestimmt wird. Führt das Fahrzeug beispielsweise bei Vollast eine Steigung hinauf, resultiert daraus ein bekannter Temperaturanstieg im Ölsumpf, der vorab experimentell bestimmt und in Form einer Kennlinie in der Auswerteeinrichtung hinterlegt wurde. Erkennt die Auswerteeinrichtung anhand des bestimmten Betriebszustands eine Fahrt unter Vollast, vergleicht die Auswerteeinrichtung den gemessenen Temperaturanstieg der Zulauftemperatur mit der zuvor hinterlegten Kennlinie für Fahrten unter Vollast. Weicht der anhand des zweiten Parameters bestimmte aktuelle Temperaturanstieg der Ölzulauftemperatur von dem zuvor hinterlegten Temperaturanstieg gemäß Kennlinie ab, kann daraus wiederum eine Fehlfunktion des Ölthermostats abgeleitet werden.

[0031] Im Rahmen der Erfindung besteht ferner die Möglichkeit, dass die Sensoreinrichtung ausgeführt ist, als den zweiten Parameter eine Stellung und/oder eine Bewegung eines Stellglieds des Ölthermostats zu erfassen.

In diesem Fall ist die Auswerteeinrichtung ausgebildet, die Fehlfunktion des Ölthermostats anhand der erfassten Stellung und/oder Bewegung des Stellglieds zu erkennen, indem die erfasste Stellung und/oder Bewegung des Stellglieds mit der erwarteten Stellung und/oder Bewegung gemäß des in Abhängigkeit von dem ersten Parameter bestimmten Soll-Betriebs verglichen wird. Beispielsweise kann die Fehlfunktion des Ölthermostats bekannt werden, wenn in einem vorgegebenen Öltemperaturbereich oder Kühlwassertemperaturbereich, in dem sich das Stellglied bewegen müsste, keine Bewegung des Stellglieds erfasst wird. Ferner kann die Fehlfunktion des Ölthermostats erkannt werden, wenn bei einem Kaltstart das Stellglied in einer Stellung ist, in der der erste Ausgang geöffnet ist und/oder wenn bei einem Fahrbetrieb unter Vollast das Stellglied in einer Stellung ist, in der der erste Ausgang geschlossen ist.

[0032] Zur Erkennung einer Stellung und/oder Bewegung des Stellglieds kann ein Wegsensor vorgesehen sein, der mechanisch mit dem Stellglied bewegungsgekoppelt ist. Beispielsweise kann der Wegsensor eine Koppelstange aufweisen, die mit dem Stellglied des Ölthermostats bewegungsgekoppelt ist.

[0033] Eine alternative Variante sieht hierbei vor, dass die Sensoreinrichtung als elektrischer Schwingkreis mit einer Spule ausgeführt ist, wobei die Spule von außen am oder in der Nähe des Ölthermostats angeordnet ist, derart, dass eine Bewegung des Stellglieds des Ölthermostats die Induktivität der Spule und damit eine Schwingungsfrequenz des Schwingkreises verändert.

[0034] Gemäß einer weiteren Variante kann die Sensoreinrichtung eine Sendespule und eine Empfängerspule aufweisen, die jeweils auf gegenüberliegenden Seiten von außen am oder in der Nähe des Ölthermostats angeordnet sind, so dass eine Bewegung des Stellglieds des Ölthermostats ein von der Senderspule in der Empfängerspule induziertes Signal verändert.

[0035] Der Vorteil der beiden letzteren Varianten gegenüber einer mechanischen Kopplung mit dem Stellglied ist, dass kein Kontakt zum thermostatisch geregelten Medium (Öl) vorhanden ist und keine zusätzlichen Abdichtungselemente, wie sie im Falle einer Koppelstange notwendig wären, benötigt werden. An weiterer Vorteil ist, dass das überwachende Systemelement in Form der Sensoreinrichtung mit der mindestens einen Spule eine wesentlich höhere durchschnittliche Lebensdauer als das zu überwachende Element (Ölthermostat) aufweist und somit das Ölthermostat für die Gesamtlebensdauer des Fahrzeuges überwachen kann.

[0036] Eine vorteilhafte Variante der vorgenannten Sensoreinrichtungen mit Schwingkreis oder Sende- und Empfängerspule sieht vor, dass die Vorrichtung als mobile Prüfvorrichtung für den Werkstatteinsatz ausgeführt ist. Die mobile Prüfvorrichtung umfasst ferner Befestigungsmittel, um die Sensorvorrichtung außen am oder in der Nähe des Ölthermostats temporär für einen Messvorgang anzuordnen. Damit können auch Ölthermostate von Fahrzeugen, die nicht ab Werk mit einer Überwa-

chungsvorrichtung für das Ölthermostat ausgestattet sind, nachträglich mit geringem Wartungsaufwand überprüft werden.

[0037] Im Rahmen der Erfindung besteht ferner die Möglichkeit, die Sensoreinrichtung als einen in das Ölthermostat integrierten Schaltkreis auszubilden, der ausgeführt ist, eine Stellung und/oder Bewegung des Stellglieds des Ölthermostats mittels integrierter Schaltkontakte zu erfassen. Beispielsweise kann der Schaltkreis so ausgeführt sein, dass er die Endlagen des Ventiltellers des Ölthermostats mittels entsprechender Schaltkontakte überwacht. Der integrierte Schaltkreis ist ferner so ausgeführt, dass er seine Versorgungsenergie mittels eines Energie-Harvesting-Schaltkreises der Ölwärme entzieht und ein Messsignal drahtlos, vorzugsweise mittels einer Nahfeldfunkübertragung, an die Auswerteeinrichtung übermittelt. Ein Vorteil dieser Variante ist wiederum, dass keine zusätzlichen Abdichtungselemente zur Anbringung der Sensorvorrichtung vorgesehen sein müssen, da der integrierte Schaltkreis im Innern des Ölthermostats vorgesehen ist, ohne eine mechanische Verbindung nach außen aufzuweisen.

[0038] Eine weitere Möglichkeit zur Ausgestaltung der Sensoreinrichtung sieht vor, einen Temperatursensor an einer Messstelle anzuordnen, die im ersten Strömungszweig zwischen dem Ölthermostat und dem Ölkühler angeordnet ist. Die hiermit gemessene Öltemperatur stromab des ersten Ausgangs des Ölthermostats und noch vor dem Ölkühler kann einerseits als der erste Parameter der Sensoreinrichtung bestimmt werden, da die Temperatur annäherungsweise mit der Zulauftemperatur übereinstimmt. Aus der gemessenen Temperatur kann somit der Soll-Betrieb des Ölthermostats abgeleitet werden.

[0039] Wird der erste Parameter jedoch anhand einer der anderen zuvor genannten Alternativen bestimmt, kann die Temperaturmessung unmittelbar nach dem ersten Ausgang des Ölthermostats auch zur Bestimmung des zweiten Parameters verwendet werden. Eine Fehlfunktion des Ölthermostats kann durch die Auswerteeinrichtung beispielsweise dann erkannt werden, wenn die gemessene Öltemperatur an dieser Stelle im Wesentlichen unverändert bleibt, nachdem gemäß der bestimmten ersten Größe eine Öffnung oder Schließung des ersten Ausgangs erfolgt sein müsste.

[0040] Mit der vorliegenden Erfindung können auch zwei oder mehrere Thermostate in Parallelschaltung überwacht werden, beispielsweise ein kleines und ein großes Thermostat, die entweder gleiche oder aber auch unterschiedliche Temperatureinstellungen aufweisen und bei denen der Abfluss des Öles unterschiedliche Druckölverbraucher versorgt.

[0041] Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft ein Fahrzeug, insbesondere ein Nutzfahrzeug, mit einer Vorrichtung wie hierin offenbart. Die zuvor beschriebenen bevorzugten Ausführungsformen, Varianten und Merkmale der Erfindung sind beliebig miteinander kombinierbar. Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung werden im Folgenden unter Bezug auf die beigefügten Zeich-

nungen beschrieben. Es zeigen:

- Figur 1 eine schematische Darstellung eines Ölkreislaufs einer Brennkraftmaschine zur Illustration verschiedener Ausführungsformen;
- Figur 2 einen charakteristischen Temperaturverlauf bei einer Fehlfunktion des Ölthermostats;
- Figur 3 einen charakteristischen Temperaturverlauf bei einer Fehlfunktion des Ölthermostats;
- Figur 4 einen Temperaturanstieg bei funktionierendem und bei defektem Ölthermostat;
- Figur 5 einen öltemperaturabhängigen Verlauf des Öldrucks;
- Figur 6 Ausführungsvarianten zur Bestimmung der Stellung und/oder Bewegung des Stellglieds des Ölthermostats; und
- Figur 7 weitere Ausführungsvarianten zur Bestimmung der Stellung und/oder Bewegung des Stellglieds des Ölthermostats.

[0042] Figur 1 zeigt schematisch die Bestandteile eines Ölkreislaufs 1, wobei nur der Teil des Ölkreislaufs dargestellt ist, der im Strömungsverlauf zwischen Ölsumpf und Brennkraftmaschine angeordnet ist.

[0043] In dem Ölkreislauf 1 ist eine Ölwanne 2 angeordnet, in der der Ölsumpf 2a angeordnet ist, dessen Füllstand mit einer Ölstandssonde 3 überwacht wird. Das Öl aus dem Ölsumpf 2a wird über eine Zulaufleitung 5 dem Durchfluss-Eingang 11 eines Ölthermostats 10 zugeführt. In der Zulaufleitung 5 sind eine Ölpumpe 6, ein Überdruckventil 7 sowie ein Rücklauf-Sperrventil 8 angeordnet.

[0044] Das Ölthermostat 10 ist beispielsweise als Ringschieberölthermostat oder Wachsausdehnungsölthermostat ausgebildet und enthält ein Stellglied, das sich in Abhängigkeit von der am Eingang 11 des Ölthermostats 10 anliegenden Öltemperatur (Zulauftemperatur T2) in eine bestimmte Stellung bewegt. Über die Leitung 9 liegt das dem Ölthermostat zugeführte Öl an einem Steuereingang des Ölthermostatventils 10 an und führt beispielsweise im Falle eines Wachsausdehnungsthermostats in Abhängigkeit von der Öltemperatur zu einer Erwärmung und damit Ausdehnung oder zu einer Abkühlung und ein In-sich-Zusammenziehen des Stellglieds des Ölthermostats, so dass die Ventilteller des Stellglieds bewegt werden, um einen ersten Ausgang 12 des Ölthermostats 10 zu öffnen bzw. zu schließen und den zweiten Ausgang 13 des Ölthermostats 10 zu schließen bzw. zu öffnen.

[0045] Ist die Zulauftemperatur T2 des Öls kleiner als ein erster Temperaturschwellenwert T1, ist derjenige Ausgang 12 des Ölthermostats 10 verschlossen, der die

Zulaufleitung 5 mit einem ersten Strömungszweig 17 verbindet, in dem ein Ölkühler 16 angeordnet ist. Stattdessen wird das Öl über den zweiten Ausgang 13 des Ölthermostats 10 einem zweiten Bypass-Strömungszweig 18 zugeführt, der den Ölkühler 16 umgeht. Ist die Zulauf-
 5 Temperatur T2 dagegen größer als ein zweiter Temperaturschwellenwert T1*, der über dem Wert T1 liegt, ist der zweite Ausgang 13 vollständig geschlossen und der erste Ausgang 12 geöffnet, so dass das Öl ausschließlich über den Ölkühler 16 strömt. Im Bereich zwischen T1
 10 und T1* ist der erste Ausgang geöffnet und der zweite Ausgang nur teilweise verschlossen.

[0046] Der erste Strömungszweig 17 und der zweite Strömungszweig 18 werden nach dem Ölkühler 16 zu einem gemeinsamen Strömungsabschnitt 19 zusammengeführt. Das Öl durchströmt dann einen Ölfilter 20, der ferner ein Filterserviceventil 21 aufweist sowie ein Filterumgehungsventil 22. Stromab des Ölfilters 20 folgen ein Siphon 23 im Ölfilterkopf und ein in den Ölfilterkopf integrierter Öldrucksensor 25. Anschließend wird das Öl über den Leitungsabschnitt 26 der Brennkraftmaschine (nicht dargestellt) zugeführt.

[0047] Die vorstehend beschriebenen Bestandteile des Ölkreislaufs 1 sind an sich aus dem Stand der Technik bekannt und müssen hier nicht weiter detailliert beschrieben werden.

[0048] Erfindungsgemäß ist ferner eine Vorrichtung zur Überwachung des Ölthermostats vorgesehen, um eine Fehlfunktion des Ölthermostats erkennen zu können. Die Vorrichtung umfasst eine Sensoreinrichtung, die ausgebildet ist, wenigstens einen ersten Parameter zu bestimmen, mittels dessen oder aus dem ein aktueller Betrieb des Ölthermostats 10 ableitbar ist.

[0049] Die Sensoreinrichtung kann hierzu beispielsweise einen Temperatursensor 4 umfassen, der die Ölsumpftemperatur als ersten Parameter bestimmt. Die Ölsumpftemperatur T2 entspricht im Wesentlichen der Öltemperatur, die am Ölthermostat 10 anliegt und die im Sollbetrieb die Stellung des Stellglieds festlegt. Der Ölsumpftemperatursensor 4 kann in den Ölstandssensor 3 integriert sein und als sog. Kombi-Sensor bereitgestellt werden. Wie vorstehend bereits erwähnt, kann aus der bestimmten Ölsumpftemperatur direkt der Sollbetriebszustand des Ölthermostats 10 abgeleitet werden. Wie vorstehend bereits erläutert, ist der erste Ausgang 12 zum ersten Strömungszweig 17, aufweisend den Ölkühler 16, bei Ölsumpftemperaturen $T2 < T1$ geschlossen. Bei einer Temperatur $T2 \geq T1$ und $T2 \leq T1^*$ ist der Durchfluss durch den ersten Strömungszweig 17 offen, und der Bypass-Strömungszweig 18 ist ebenfalls noch teilweise offen. In einem Bereich der Ölsumpftemperatur $T2 > T1^*$ ist der Durchfluss durch den ersten Strömungszweig 17 voll geöffnet und der zweite Ausgang 13 und damit der Bypass-Strömungszweig 18 vollständig geschlossen. Beispielhafte Werte für T1 liegen im Bereich von 95 Grad bis 105 Grad und für T1* bei ca. 120 Grad.

[0050] Die Sensoreinrichtung der Vorrichtung zur Überwachung des Ölthermostats ist ferner ausgebildet,

einen zweiten Parameter zu bestimmen, mittels derer ein aktueller Ist-Betrieb des Ölthermostats ableitbar ist. Hierfür kann beispielsweise der Temperatursensor 14b verwendet werden, der stromab des Ölkühlers 16 im ersten Strömungszweig 17 angeordnet ist, bevor dieser mit dem Bypass-Strömungszweig 18 zusammengeführt wird. Mit diesem Temperatursensor 14b kann eine zweite Öltemperatur T3 stromab des Ölkühlers 16 gemessen werden. Aus dieser zweiten Öltemperatur T3 kann dann eine Temperaturdifferenz ΔT aus der Zulauf-
 5 Temperatur T2 minus der zweiten Öltemperatur T3 bestimmt werden, anhand derer festgestellt werden kann, ob der Ist-Betrieb des Ölthermostats 10 mit dem erwarteten Sollbetrieb übereinstimmt.

[0051] Dies ist beispielsweise in Figur 2 illustriert. Figur 2 zeigt einen zeitlichen Verlauf der Zulauf-
 10 Temperatur T2, die mittels des Sensors 4 bestimmt wurde, und einen zeitlichen Verlauf der zweiten Öltemperatur T3, die mit dem Sensor 14b stromab des Ölkühlers 16 gemessen wurde. Die gestrichelte Linie T1 gibt den Schwellenwert der Öffnungstemperatur T1 an.

[0052] In dem dargestellten Fall ist die Zulauf-
 15 Temperatur T2 kleiner als die Öffnungstemperatur T1 des ersten Ausgangs 12 des Ölthermostats 10. Im Sollbetrieb dürfte somit der erste Strömungszweig nicht von Öl durchströmt werden, da der erste Ausgang 12 in diesem Fall geschlossen sein müsste. Figur 2 zeigt jedoch einen Temperaturverlauf, der bei einer Fehlfunktion des Ölthermostats 10 auftritt, z. B. bei einem Defekt des Stellglieds, wobei der Ölkühler 16 auch bei Zulauf-
 20 Temperaturen $T2 < T1$ von Öl durchströmt wird. Dadurch wird das Öl durch den Ölkühler 16 um den Betrag ΔT herabgekühlt.

[0053] Eine über eine Signaleingangsleitung 41 mit der Sensoreinrichtung 4, 14b verbundene Auswerteeinheit 40 überprüft nun anhand der ermittelten Messwerte, ob die bestimmte Temperaturdifferenz ΔT einen Wert aufweist, der gemäß eines Sollbetriebs erwartet wird, oder ob eine Fehlfunktion des Ölthermostats 10 vorliegt. Die Auswerteeinheit 40 prüft, ob die Temperaturdifferenz ΔT aus der Zulauf-
 25 Temperatur T2 minus der zweiten Öltemperatur T3 kleiner als ein vorbestimmter erster Temperaturschwellenwert $\Delta T1$ ist.

[0054] Eine Fehlfunktion des Ölthermostats wird erkannt, wenn die Zulauf-
 30 Temperatur unterhalb des ersten Temperaturschwellenwerts liegt, mindestens eine vorgegebene Reaktionszeit Z1 vergangen ist, seit die Zulauf-
 35 Temperatur unterhalb des ersten Temperaturschwellenwerts T1 liegt, und die Temperaturdifferenz ΔT aus der Zulauf-
 40 Temperatur minus der zweiten Öltemperatur größer als ein erster Schwellenwert $\Delta T1$ ist.

[0055] Wenn jedoch die Temperaturdifferenz ΔT größer als ein erster Schwellenwert $\Delta T1$ ist, kann daraus geschlossen werden, dass eine Ölkühlung erfolgt und das Öl daher durch den Strömungszweig 17 mit dem
 45 Kühler 16 geflossen sein muss und somit eine Fehlfunktion des Thermostats 10 vorliegt.

[0056] Der erste Schwellenwert $\Delta T1$ wird in Abhängigkeit der durch den Ölkühler erzeugten Verringerung der

Öltemperatur (Kühlleistung des Ölkühlers) festgelegt. Der erste Schwellenwert sollte beispielsweise größer sein als übliche, nicht von dem Ölkühler verursachte Schwankungen der Öltemperatur im Bereich zwischen Ölsumpf und Brennkraftmaschine, aber etwas kleiner als die durchschnittliche Kühlleistung des Ölkühlers. Die vorgegebene Reaktionszeit Z1 berücksichtigt ein zeitverzögerndes Verhalten des Ölthermostats und stellt eine Zeit dar, bis sich nach einer Änderung der Schaltstellung des Ölthermostats die dadurch resultierende Temperaturdifferenz ΔT stromab des Ölthermostats eingestellt haben müsste. Die Reaktionszeit hängt von der Bauart des Ölthermostats und von der Lage der Messstelle für die zweite Temperatur ab und kann z. B. experimentell festgelegt werden.

[0057] Erkennt die Auswerteeinrichtung 40 eine Fehlfunktion des Ölthermostats 10, gibt sie über die Ausgangsleitung 42 ein Warnsignal aus, das z. B. über eine Anzeigevorrichtung im Cockpit des Fahrzeugs ausgegeben wird.

[0058] Figur 3 zeigt den Temperaturverlauf bei einer Fehlfunktion des Ölthermostats 10, bei der das Ölthermostat 10 trotz einer Zulauftemperatur T1, die größer als der erste Temperaturschwellenwert T1 ist, nicht in eine Stellung geht, in der der erste Ausgang 12 geöffnet ist und der Ölkühler 16 von Öl durchströmt wird. Dies ist in Figur 3 daran erkennbar, dass die Temperaturdifferenz ΔT aus Zulauftemperatur minus der zweiten Temperatur T3, die mittels des Temperatursensors 14b gemessen wird, kleiner als ein vorbestimmter zweiter Temperaturschwellenwert $\Delta T2$ ist. In Abhängigkeit der Kühlleistung des Ölkühlers 16 wird der Schwellenwert $\Delta T2$ so gewählt, dass eine Temperaturdifferenz ΔT immer größer ist als der Schwellenwert $\Delta T2$, wenn das Öl durch den Ölkühler 16 strömt. Der geringe Abstand der Temperatur T3 zu der Zulauftemperatur T2 zeigt vielmehr an, dass ein defektes Ölthermostat vorliegen muss. Die Tatsache, dass der Temperaturverlauf T3 etwas unterhalb des Temperaturverlaufs T2 liegt, resultiert aus der Tatsache, dass der Bypass-Strömungszweig 18 räumlich in der Nähe vom Ölkühler 16 angeordnet ist und dadurch etwas Kühlleistung vom Ölkühler 16 abstrahlt und auch das Öl im Bypass-Strömungszweig 18 leicht abkühlt. Zur Vermeidung von Fehlmessungen wird wiederum die Auswertung der Differenztemperatur ΔT erst nach Ablauf eines vorbestimmten Reaktionszeitraums Z1 vorgenommen.

[0059] Figur 4 illustriert eine weitere Möglichkeit, gemäß einer Ausführungsvariante eine Fehlfunktion zu erkennen. In Figur 4 ist wiederum mit der gestrichelten Linie T1 der erste Temperaturschwellenwert bezeichnet, unterhalb dessen der erste Ausgang verschlossen ist und oberhalb dessen der erste Ausgang 12 geöffnet ist. Der zeitliche Verlauf der Zulauftemperatur T2 wird wiederum mit dem Temperatursensor 4 im Ölsumpf des Ölkreislaufs 1 gemessen.

[0060] In Figur 4 ist der zeitliche Verlauf der Zulauftemperatur T2 dargestellt, angefangen von einem Kaltstart des Fahrzeugs. Der Kaltstartbereich ist durch den

mit K gekennzeichneten Bereich dargestellt. Während des Kaltstarts steigt die Zulauftemperatur stark an, da das kalte Motoröl durch den Fahrbetrieb erwärmt wird. Der Temperaturbereich Z2 kennzeichnet den Thermostatöffnungsbereich, der beginnt, nachdem die Zulauftemperatur T2 die Öffnungstemperatur T1 überschreitet. Der nachfolgende Bereich B kennzeichnet einen Bereich einer betriebswarmen Beharrung.

[0061] Die gestrichelte Linie, die mit dem Bezugszeichen T3 gekennzeichnet ist, gibt den Verlauf der Öltemperatur an, die vor der Brennkraftmaschine, aber stromab des Ölkühlers 16 gemessen wird, beispielsweise mit dem Temperatursensor 24.

[0062] Im Kaltstartbereich K unterhalb des Temperaturschwellenwerts T1 ist der Ölkühler wie erwartet verschlossen, so dass die Temperatur T3 dem Verlauf der Zulauftemperatur T2 folgt und nur minimal unterhalb deren Wert liegt, aufgrund der vorstehend erwähnten Abstrahleffekte des Kühlers 16.

[0063] Bei Erreichen und Überschreiten des Temperaturschwellenwerts T1 sollte das Stellglied des Ölthermostats 10 den ersten Ausgang 12 schrittweise öffnen. Bei einem normalfunktionierenden Ölthermostat würde sich der Verlauf ergeben, der mit der strichgepunkteten Linie T3.2 gekennzeichnet ist. Hierbei erhöht sich die Temperaturdifferenz $\Delta T = T2 - T3.2$ schrittweise.

[0064] In Figur 4 ist ferner ein zeitlicher Temperaturverlauf gezeigt, der mit der gestrichelten Linie T3.1 gekennzeichnet ist und der bei leicht defektem Ölthermostat 10 am Sensor 24 gemessen werden kann. Hierbei geht die Temperaturschere zwischen Zulauftemperatur T2 und Temperatur T3.1 nach dem Ölkühler nicht so schnell auseinander wie gemäß dem Verlauf T3.2, obwohl die Temperaturdifferenz ΔT ab dem Punkt B1 bei beiden Temperaturverläufen wiederum die gleiche ist.

[0065] Im Rahmen der Erfindung wurde jedoch festgestellt, dass der Temperaturverlauf T3.1 bei einem Ölthermostat 10 beobachtet werden kann, dessen Stellglied bereits ein beginnendes Klemmverhalten oder ein leichtes Hakeln aufzeigt, so dass das Stellglied anfänglich im Bereich Z2 "klemmt" und sich erst zu einem späteren Zeitpunkt "losreißt" und sprunghaft in die komplette Offenstellung springt. Ein derartiges Klemmverhalten deutet auf ein zukünftiges vollständiges Verklemmen des Ölthermostats 10 hin.

[0066] Gemäß dieser Variante erkennt die Auswerteeinrichtung 40 ein solches Fehlverhalten an dem Anstieg der Temperaturdifferenz ΔT , wenn der Anstieg der Temperaturdifferenz langsamer verläuft als ein vorgegebener Soll-Anstieg der Temperaturdifferenz. Mit anderen Worten wird der zeitliche Verlauf der Temperaturdifferenz erfasst. Wenn dieser weniger stark als ein vorgegebener Soll-Anstieg ist, der in Form einer experimentell bestimmten Kennlinie in der Auswerteeinrichtung 40 hinterlegt ist, wird eine Fehlfunktion des Ölthermostats 10 detektiert. Eine Möglichkeit zur Feststellung einer Fehlfunktion ist hierbei, einen Mindestwert für die Temperaturdifferenz aus T2 und T3 vorzugeben, die nach Überschreiten

der Öffnungstemperatur T1 nach Ablauf einer vorgegebenen Reaktionszeit erreicht werden muss. Ist die gemessene Temperaturdifferenz nach Ablauf der vorgegebenen Reaktionszeit kleiner als der Mindestwert für die Temperaturdifferenz, liegt eine Fehlfunktion vor.

[0067] Erkennt die Auswerteeinrichtung 40 somit einen der in den Figuren 2 bis 4 dargestellten Temperaturverläufe, wird ein Defektverhalten des Ölthermostats 10 diagnostiziert.

[0068] Ferner ist darauf hinzuweisen, dass industrialisierte Thermostate bereits im Neuzustand einer Stelltemperatur-Toleranz unterliegen können. Diese kann in der Auswerteeinheit grundsätzlich berücksichtigt werden, beispielsweise werden bei kontinuierlicher Verschleißzunahme des Thermostats die definierten Temperaturgrenzen T1 und T1*, die zu einer Bewegung des Stellmechanismus führen, zunehmend häufiger gerissen bzw. verschoben. In der Auswerteeinheit können daher Berechnungsabfolgen aktiv sein und Kennfelder hinterlegt sein, die die definierten Temperaturgrenzen T1 und T1* und/oder die Schwellenwerte $\Delta T1$ und $\Delta T2$ für die Überwachungsvarianten der Figuren 2 bis 4 verschleißbedingt anpassen, um so den Austausch oder Defekt des Thermostats erst dann zu signalisieren, wenn zweifelsfrei der bestimmungsgemäße Betrieb des Motors nicht mehr gewährleistet sein sollte.

[0069] Figur 5 illustriert eine weitere erfindungsgemäße Möglichkeit zur Erkennung einer Defektsituation des Ölthermostats 10. Hierbei ist die Sensoreinrichtung eingerichtet, mittels eines Drucksensors 15, der im ersten Strömungszweig 17 zwischen dem ersten Ausgang 12 des Ölthermostats 10 und dem Ölkühler 16 angeordnet ist, einen zeitlichen Druckverlauf zu messen. Ferner bestimmt die Sensoreinrichtung wiederum den zeitlichen Verlauf der Zulauftemperatur T2, beispielsweise mittels des Temperatursensors 4.

[0070] In Figur 1 ist mit den gestrichelten Linien der Bereich zwischen den beiden Temperaturschwellenwerten T1 und T1* des Ölthermostats gekennzeichnet. Wie vorstehend bereits erwähnt, ist bei einem normalfunktionierenden Ölthermostat der erste Ausgang 12 verschlossen, wenn die Zulauftemperatur T2 unterhalb des Werts T1 liegt. Oberhalb der Temperatur T1* ist der erste Ausgang vollständig geöffnet und der zweite Ausgang 13 vollständig geschlossen. Im Temperaturübergangsbereich 50 zwischen T1 und T1* ist der erste Ausgang 12 geöffnet und der zweite Ausgang 13 nur teilweise verschlossen, so dass Öl sowohl durch den ersten Strömungszweig 17 als auch durch den zweiten Strömungszweig 18 fließt.

[0071] Der durch den Drucksensor 15 gemessene zeitliche Druckverlauf ist mit der Kurve P dargestellt. Der Druckverlauf P beschreibt den Verlauf eines normalfunktionierenden Ölthermostats 10. In den Temperaturbereichen der Zulauftemperatur T2 unterhalb von T1 weist der Druckverlauf im Wesentlichen den Wert P1 auf und in den Bereichen, in denen die Zulauftemperatur oberhalb des Werts T1* liegt, den Wert P2. Hierbei ist P2 im We-

sentlichen etwas höher als P1, da der Ölkühler 16 einen höheren Strömungswiderstand als die Bypass-Leitung 18 hat und somit zu erhöhten Druckwerten P2 führt. Im Übergangsbereich zwischen T1 und T1* sind jedoch beide Leitungen zumindest teilweise geöffnet, so dass der Strömungswiderstand in diesem Bereich am geringsten ist. Dies führt zu einem negativen Druckpeak ΔP im Bereich des zeitlichen Druckverlaufs zwischen T1 und T1*.

[0072] Wird ein derartiger Druckpeak ΔP im Bereich des zeitlichen Druckverlaufs im Temperaturübergangsbereich 50 zwischen T1 und T1* gemessen, kann daraus gefolgert werden, dass das Thermostatventil 10 ordnungsgemäß arbeitet. Erkennt jedoch die Auswerteeinrichtung 40 anhand des gemessenen Druckverlaufs P, dass in dem Temperaturübergangsbereich 50 kein derartiger Druckauschlag ΔP auftritt, kann daraus gefolgert werden, dass sich das Stellglied des Ölthermostats 10 nicht erwartungsgemäß bewegt hat und somit eine Fehlfunktion vorliegt.

[0073] Statt des Drucksensors 15, der zwischen dem Ölthermostat und Ölkühler 16 angeordnet ist, kann der Druckverlauf auch beispielsweise mit dem Drucksensor 25 gemessen werden, der nach dem Ölfilter angeordnet ist. In diesem Fall unterscheidet sich der Soll-Druckverlauf von dem in Figur 5 dargestellten dadurch, dass in den Übergangsbereichen zwischen T1 und T1* ein positiver Peak gemessen wird, da die Öldurchflussmenge an der Messstelle des Drucksensors 25 in diesem Bereich am größten ist. Wird wiederum analog zur Figur 5 in den Übergangsbereich kein positiver Peak in diesem Bereich gemessen, kann wiederum auf eine Fehlfunktion geschlossen werden.

[0074] Die Temperatursensoren 4, 14a, 14b und 24 und die Drucksensoren 15 und 25 wurden zur Vereinfachung der Darstellung alle gleichzeitig in Figur 1 dargestellt. Es wird jedoch betont, dass je nach Ausführungsvariante der Sensorvorrichtung nur ein Teil dieser Sensoren im Ölkreis 1 vorhanden sein müssen, z. B. kann es je nach Ausführungsvariante ausreichend sein, für die Bestimmung der Zulauftemperatur den Temperatursensor 4 zu verwenden und zur Bestimmung der Differenztemperatur noch zusätzlich den Sensor 14b oder 24 zu verwenden. Statt der Temperatursensoren 14b und 24 kann auch beispielsweise nur ein Drucksensor 15 oder 25 vorgesehen sein, wenn die Defekterkennung anhand des Druckverlaufs P und nicht anhand der Differenztemperatur ΔT erfolgt. Vorliegend sind das Ölthermostat 10, der Ölkühler 16, der Ölfilter 20, das Filterserviceventil 21, das Filterumgehungsventil 22, der Öl-Siphon 23 sowie die Sensoren 14a, 15, 23, und 24 baulich in einem Ölmodul integriert, das mit der strichgepunkteten Linie 27 dargestellt ist.

[0075] Weitere Ausgestaltungsformen der Erfindung werden nachfolgend mit Figuren 6 und 7 illustriert. In Figur 6 ist zunächst wiederum ein Teil eines Ölkreislaufs dargestellt, nunmehr in einer schematisierten konstruktiven Darstellung. Mit dem Bezugszeichen 2 ist wiederum die Ölwanne bezeichnet und mit dem Bezugszeichen 6

die Ölpumpe, die Öl aus der Ölwanne 2 fördert und dem Ölthermostat 10 zuführt. Mit dem Bezugszeichen 12 ist wiederum der erste Ausgang des Ölthermostats 10 bezeichnet, der über den ersten Strömungszweig 17 Öl dem Ölkühler 16 zuführt. Mit dem Bezugszeichen 13 ist wiederum der zweite Ausgang des Ölthermostats 10 bezeichnet, über den Öl dem Bypass-Strömungszweig 18 zuführbar ist. Zusätzlich ist in Figur 7 ein Teil des Kühlwasserkreislaufs dargestellt mit einer Kühlwasserzufuhrleitung 70, einem Bereich 71, der einen Teil der Ölkühlerfunktionalität ausbildet und in dem das Kühlwasser die mäanderförmig verlaufende Ölleitung des Ölkühler 16 umströmt, und einem Leitungsabschnitt 72, über den das in dem Ölkühler 16 erwärmte Kühlwasser abgeführt wird. Mit dem Bezugszeichen 73 ist lediglich stark schematisiert die Rückführung des Öls nach Durchlaufen des Bereiches der Brennkraftmaschine zurück zur Ölwanne 2 angedeutet.

[0076] Mit dem Bezugszeichen 14a und 15 sind wiederum die in Figur 1 bereits dargestellten Temperatur- und Drucksensoren bezeichnet, die im ersten Strömungszweig 17 nach dem ersten Ausgang 12 des Ölthermostats 10 angeordnet sind. Diese sind vorliegend in einer baulichen Einheit als Kombi-Sensor-Einheit 14a, 15 ausgeführt, die sowohl zur Druckmessung als auch Temperaturmessung verwendet werden kann.

[0077] Statt des kombinierten Öldruck- und Temperatursensors 14a, 15 kann die Funktion des Ölthermostats auch direkt mittels eines Wegsensors 81 überwacht werden, bei dem eine Koppelstange 82 direkt mechanisch mit dem Stellglied 10b des Ölthermostats 10 bewegungsgekoppelt ist. Gemäß dieser Ausführungsvariante wird die Bewegung des Stellglieds 10b des Ölthermostats 10 somit direkt durch den Wegsensor 81 erfasst und über eine Ausgangsleitung 83 vom Wegsensor 81 an die Auswerteeinrichtung 40 ausgegeben. Gemäß dieser Ausführungsvariante ist die Auswerteeinrichtung 40 ausgeführt, eine Fehlfunktion zu diagnostizieren, wenn bei Überschreiten der Öffnungstemperatur T1 oder allgemein bei Erreichen des Temperaturbereichs zwischen T1 und T1* keine Bewegung des Stellglieds 10b erfolgt.

[0078] Figur 6 illustriert noch eine weitere Ausführungsvariante als Alternative zur Verwendung des Wegsensors 81. Stattdessen kann im Innern des Ölthermostats 10 ein integrierter Schaltkreis 80 vorgesehen sein, der ausgeführt ist, eine Stellung und/oder Bewegung des Stellglieds 10b des Ölthermostats 10 mittels integrierter Schaltkontakte zu erfassen.

[0079] Hierbei ist ein Schaltkontakt des Schaltkreises 80 an einem Ende des Stellglieds 10b angeordnet und erfasst eine Bewegung eines Ventiltellers 10c des Stellglieds 10b, wenn dieses sich bewegt, um einen Ausgang des Ölthermostats 10 zu verschließen oder zu öffnen, und dabei in Kontakt oder außer Kontakt zu dem Schaltkontakt kommt.

[0080] Ferner ist der integrierte Schaltkreis 80 ausgeführt, seine Versorgungsenergie mittels eines sogenannten Energie-Harvesting-Schaltkreises der Ölwärme zu

entziehen. Derartige Energie-Harvesting-Schaltkreise sind an sich aus dem Stand der Technik bekannt. Ferner ist der Schaltkreis 80 ausgebildet, seine Messsignale drahtlos mittels einer Nahfeldfunkübertragung an die Auswerteeinrichtung 40 zu übermitteln. Dadurch kann der integrierte Schaltkreis komplett von dem Ölthermostat 10 umkapselt werden, so dass keine zusätzlichen Abdichtungselemente, Signalleitungen oder Energieversorgungsleitungen vorgesehen sein müssen.

[0081] In Figur 7 sind zwei weitere Ausführungsvarianten der Erfindung dargestellt, die wiederum gleichzeitig in der Figur 7 dargestellt sind, jedoch jeweils getrennt zum Einsatz kommen können.

[0082] Im Unterschied zu den Varianten der Figur 6 wird die Bewegung des Stellglieds 10b des Ölthermostats 10 nun induktiv mittels entweder eines Schwingkreises mit einer Spule 76 oder mittels zweier Spulen 74 und 75 bestimmt.

[0083] Gemäß einer ersten Variante umfasst die Sensoreinrichtung einen elektrischen Schwingkreis mit einer Spule 76, wobei die Spule 76 von außen am Gehäuse 10a des Ölthermostats 10 angeordnet ist. Hierbei wird die Spule so angeordnet, dass eine Bewegung des Stellglieds 10b des Ölthermostats 10, das magnetisch ausgeführt ist, die Induktivität der Spule 76 und damit eine Schwingungsfrequenz des Schwingkreises verändert. Das Messsignal des Schwingkreises mit der Spule 76 wird über eine Signalleitung 76a an die Auswerteeinrichtung 40 übermittelt.

[0084] Somit kann die Auswerteeinrichtung 40 wiederum die Funktion des Ölthermostats 10 überwachen, indem sie anhand einer der vorgenannten Möglichkeiten zur Bestimmung eines ersten Parameters, aus dem der Soll-Betrieb des Ölthermostats ableitbar ist, bestimmt, wann sich ein Stellglied des Ölthermostats 10 bewegen müsste. Anhand der erfassten Frequenz des Schwingkreises kann die Auswerteeinrichtung 40 ferner ermitteln, ob eine erwartete Bewegung des Stellglieds 10b zu der erwarteten Zeit tatsächlich stattfindet oder ob beispielsweise das Stellglied klemmt und somit keine Änderung der Schwingungsfrequenz messbar ist.

[0085] Eine weitere Möglichkeit zur berührungslosen Erkennung der Bewegung des Stellglieds 10b des Ölthermostats 10 ist, die Sensoreinrichtung so auszuführen, dass eine Senderspule 74 und eine Empfängerspule 75 auf jeweils gegenüberliegenden Seiten von außen am Ölthermostatgehäuse 10b oder in dessen Nähe angeordnet sind. Eine Bewegung des magnetischen Stellglieds 10b des Ölthermostats 10 verändert dann ein von der Senderspule 74 in der Empfängerspule 75 induziertes Signal, das über eine Signalleitung 75a an die Auswerteeinrichtung 40 übermittelt wird. Diese Veränderung kann wiederum von der Auswerteeinrichtung 40 diagnostiziert werden, so dass das Vorhandensein einer solchen Veränderung des mit der Empfängerspule empfangenen Signals entsprechend eine normale Funktion des Ölthermostats anzeigt. Wird zu der erwarteten Zeit gemäß Soll-Betrieb keine solche Veränderung des mit der Empfän-

gerspule empfangenen Signals gemessen, liegt eine Fehlfunktion des Ölthermostats 10 vor.

Bezugszeichenliste

[0086]

1	Ölkreislauf
2	Ölwanne
2a	Ölsumpf
3	Ölstandssonde
4	Ölsumpftemperatursensor
5	Zulaufleitung
6	Ölpumpe
7	Überdruckventil
8	Rücklaufsperrventil
9	Ölsteuerleitung
10	Ölthermostatventil
10a	Ölthermostatventilgehäuse
10b	Stellglied
10c	Ventilteller
11	Eingang
12	Erster Ausgang
13	Zweiter Ausgang
14a	Öltemperatursensor
14b	Öltemperatursensor
15	Öldrucksensor
16	Ölkühler
17	Erster Strömungszweig
18	Bypass-Strömungszweig
19	Ölleitung
20	Ölfilter
21	Filterserviceventil
22	Filterumgehungsventil
23	Siphon im Ölfilterkopf
24	Öltemperatursensor
25	Ölzufuhr zur Brennkraftmaschine
26	Ölleitung
27	Ölmodul
40	Auswerteeinrichtung
41	Signaleingangsleitung
42	Signalausgangsleitung
50	Temperaturübergangsbereich
70	Kühlwasserzuführleitung
71	Kühlwasserumströmungsbereich
72	Kühlwasserabführleitung
73	Ölrückführung
74	Sendespule
75	Empfängerspule
75a	Empfängerspulensignalleitungen
76	Schwingkreis
76a	Schwingkreissignalleitungen
80	Integrierter Schaltkreis
81	Wegsensor
82	Koppelstange
83	Signalleitungen
B	Bereich einer betriebswarmen Beharrung
K	Kaltstartphase

P	Druckverlauf
ΔP	Druckausschlag (Peak)
T1	Erster Temperaturschwellenwert
T1*	Zweiter Temperaturschwellenwert
5 T2	Zulauftemperatur
T3	Zweite Öltemperatur
T3.1	Temperaturgradient bei Defektverhalten
T3.2	Temperaturgradient bei normalem Verhalten
ΔT	Temperaturdifferenz
10 $\Delta T1$	Erster Schwellenwert
$\Delta T2$	Zweiter Schwellenwert
Z1	Reaktionszeit
Z2	Thermostatsöffnungsbereich

15

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Überwachung eines in einem Ölkreislauf einer Brennkraftmaschine angeordneten Ölthermostats (10), wobei das Ölthermostat (10) ausgebildet ist, in Abhängigkeit von einer Zulauftemperatur (T2) eines dem Ölthermostat zugeführten Ölstroms den Ölstrom wahlweise einem ersten Strömungszweig (17), in dem ein Ölkühler (16) angeordnet ist, zuzuführen und/oder einem Bypass-Strömungszweig (18) zuzuführen, wobei ein dem ersten Strömungszweig zugeordneter erster Ausgang (12) des Ölthermostats (10) verschlossen ist, wenn die Zulauftemperatur (T2) unterhalb eines ersten Temperaturschwellenwerts (T1) liegt,

20

25

30

wobei die Vorrichtung umfasst:

- a) eine Sensoreinrichtung, die ausgebildet ist, wenigstens einen ersten Parameter zu bestimmen, mittels dessen ein aktueller Soll-Betrieb des Ölthermostats (10) ableitbar ist, und wenigstens einen zweiten Parameter zu bestimmen, mittels dessen ein aktueller Ist-Betrieb des Ölthermostats (10) ableitbar ist; und
- b) eine Auswerteeinrichtung (40), die ausgebildet ist, in Abhängigkeit von dem ersten Parameter und dem zweiten Parameter ein Auftreten einer Fehlfunktion des Ölthermostats (10) zu erkennen,

35

40

45

wobei die Sensoreinrichtung ausgeführt ist, als den ersten Parameter die Zulauftemperatur (T2) des Öls zu messen, wobei als Zulauftemperatur (T2) vorzugsweise die Ölsumpftemperatur gemessen wird,

50

dadurch gekennzeichnet,

- a) **dass** die Sensoreinrichtung ausgeführt ist, eine zweite Öltemperatur (T3) stromab des Ölkühlers und stromauf der Brennkraftmaschine zu messen und als den zweiten

55

- Parameter eine Temperaturdifferenz (ΔT) aus der Zulauftemperatur (T2) minus der zweiten Öltemperatur (T3) zu bestimmen; und
- b) **dass** die Auswerteeinrichtung das Auftreten einer Fehlfunktion des Ölthermostats erkennt,
- b1) wenn die Zulauftemperatur (T2) unterhalb des ersten Temperaturschwellenwerts (T1) liegt, mindestens eine vorgegebene Reaktionszeit (Z1) vergangen ist, seit die Zulauftemperatur (T2) unterhalb des ersten Temperaturschwellenwerts (T1) liegt, und die Temperaturdifferenz (ΔT) größer als ein erster Schwellenwert ($\Delta T1$) ist; und/oder
- b2) wenn die Zulauftemperatur (T2) oberhalb des ersten Temperaturschwellenwerts (T1) liegt, mindestens eine vorgegebene Reaktionszeit (Z1) vergangen ist, seit die Zulauftemperatur (T2) oberhalb des ersten Temperaturschwellenwerts (T1) liegt, und die Temperaturdifferenz (ΔT) kleiner als ein zweiter Schwellenwert ($\Delta T2$) ist; und/oder
- b3) wenn nach einer Überschreitung des ersten Temperaturschwellenwerts (T1) durch die Zulauftemperatur (T2) ein Anstieg der Temperaturdifferenz (ΔT) langsamer verläuft als ein vorgegebener Soll-Anstieg der Temperaturdifferenz (ΔT).
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **gekennzeichnet durch** einen Temperatursensor zur Messung der zweiten Öltemperatur (T3),
- a) der stromauf einer Zusammenführung des ersten Strömungszweigs (17) und des Bypassströmungszweigs (18) oder stromab eines vor der Brennkraftmaschine angeordneten Ölfilters (20) angeordnet ist; und/oder
- b) der als kombinierter Druck- und Temperatursensor (24, 25) ausgeführt ist; und/oder
- c) der in einen Ölfilterkopf integriert ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,**
- a) **dass** die Sensoreinrichtung ausgeführt ist, als den zweiten Parameter einen Öldruckverlauf (P) an einer Druckmessstelle zu messen, die stromab des ersten Ausgangs (12) des Ölthermostats (10) und stromauf zur Brennkraftmaschine angeordnet ist; und
- b) **dass** die Auswerteeinrichtung eine Fehlfunktion des Ölthermostats (10) erkennt, wenn der gemessene Verlauf des Öldrucks (P) in einem Bereich (50) der Zulauftemperatur (T2), der zwischen dem ersten Öltemperaturschwellenwert (T1) und einem zweiten Temperaturschwellenwert (T1*) liegt, keinen Druckausschlag (ΔP) zeigt, wobei der zweite Temperaturschwellenwert (T1*) über dem ersten Temperaturschwellenwert (T1) liegt und eine Temperaturschwelle angibt, oberhalb derer ein dem Bypass-Strömungszweig (18) zugeordneter zweiter Ausgang (13) des Ölthermostats (10) vollständig geschlossen ist.
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet,**
- a) **dass** die Druckmessstelle im ersten Strömungszweig (17) zwischen dem ersten Ausgang (12) des Ölthermostats (10) und dem Ölkühler (16) angeordnet ist und dass der Druckausschlag (ΔP) ein negativer Peak ist; und/oder
- b) **dass** die Druckmessstelle stromab des Ölkühlers (16) und nach einer Zusammenführung des ersten Strömungszweigs (17) und des Bypassströmungszweigs (18) angeordnet ist und dass der Druckausschlag ein positiver Peak ist.
5. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** als der erste Parameter ermittelt wird:
- a) eine Kühlwassertemperatur; und/oder
- b) ein Betriebszustand des Fahrzeugs, insbesondere ob ein Kaltstart oder ob eine Fahrt bei Volllast durchgeführt wird.
6. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 5, **dadurch gekennzeichnet,**
- a) **dass** als der zweite Parameter ein Gradient der Zulauftemperatur (T2) des Öls, vorzugsweise ein Gradient der Ölsumpftemperatur, bestimmt wird; und
- b) **dass** die Auswerteeinrichtung in Abhängigkeit von dem bestimmten Wert des ersten Parameters eine vorbestimmte und hinterlegte Soll-Kennlinie des Gradienten der Zulauftemperatur (T2) ermittelt und eine Fehlfunktion des Ölthermostats erkennt, wenn der gemessene Gradient der Zulauftemperatur nicht mit der Soll-Kennlinie übereinstimmt.
7. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 5, **dadurch gekennzeichnet,**
- a) **dass** als der zweite Parameter eine Öltemperatur an einer Messstelle gemessen wird, die im ersten Strömungszweig (17) stromauf zum Ölkühler (16) angeordnet ist; und
- b) **dass** die Auswerteeinrichtung eine Fehlfunktion des Ölthermostats erkennt, wenn die ge-

- messene Öltemperatur gemäß dem zweiten Parameter im Wesentlichen unverändert bleibt, nachdem gemäß dem bestimmten ersten Parameter eine Öffnung oder Schließung des ersten Ausganges (12) erfolgt sein müsste.
8. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 5, **dadurch gekennzeichnet**,
- a) **dass** die Sensoreinrichtung ausgeführt ist, als den zweiten Parameter eine Stellung und/oder eine Bewegung eines Stellglieds (10b) des Ölthermostats (10) zu erfassen; und
- b) **dass** die Auswerteeinrichtung ausgebildet ist, die Fehlfunktion des Ölthermostats (10) anhand der erfassten Stellung und/oder Bewegung des Stellglieds (10b) zu erkennen.
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Fehlfunktion des Ölthermostaten (10) erkannt wird,
- a) wenn in einem vorgegebenen Öltemperaturbereich oder Kühlwassertemperaturbereich keine Bewegung des Stellglieds (10b) erfasst wird; und/oder
- b) wenn bei einem Kaltstart das Stellglied (10b) in einer Stellung ist, in der der erste Ausgang (12) geöffnet ist; und/oder
- c) wenn bei einem Fahrbetrieb unter Volllast das Stellglied (10b) in einer Stellung ist, in der der erste Ausgang (12) geschlossen ist.
10. Vorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sensoreinrichtung einen Wegsensor (81) umfasst, der mechanisch mit dem Stellglied (10b) bewegungsgekoppelt ist.
11. Vorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet**,
- a) **dass** die Sensoreinrichtung als elektrischer Schwingkreis mit einer Spule (76) ausgeführt ist, wobei die Spule (76) von außen am oder in der Nähe des Ölthermostats (10) angeordnet ist, derart, dass eine Bewegung des Stellglieds (10b) des Ölthermostats (10) die Induktivität der Spule (76) und damit eine Schwingungsfrequenz des Schwingkreises verändert; oder
- b) **dass** die Sensoreinrichtung eine Sendespule (74) und eine Empfängerspule (75) aufweist, die jeweils auf gegenüberliegenden Seiten von außen am oder in der Nähe des Ölthermostats (10) angeordnet sind, so dass eine Bewegung des Stellglieds (10b) des Ölthermostats ein von der Senderspule (74) in der Empfängerspule (75) induziertes Signal verändert.
12. Vorrichtung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung als mobile Prüfvorrichtung für den Werkstatteinsatz ausgeführt ist, umfassend Befestigungsmittel, um die Sensorvorrichtung von außen am Ölthermostat temporär für einen Messvorgang anzuordnen.
13. Vorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sensoreinrichtung als ein in das Ölthermostat integrierter Schaltkreis (80) ausgebildet ist, der ausgeführt ist,
- a) eine Stellung und/oder Bewegung des Stellglieds (10b) des Ölthermostats (10) mittels integrierter Schaltkontakte zu erfassen;
- b) seine Versorgungsenergie mittels eines Energie-Harvesting-Schaltkreises der Ölwärme zu entziehen; und
- c) ein Messsignal drahtlos, vorzugsweise mittels einer Nahfeldfunkübertragung, an die Auswerteeinrichtung zu übermitteln.
14. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Ölthermostat (10) ein Ringschieberölthermostat oder ein Dehnstoffelementölthermostat, insbesondere ein Wachsausdehnungsölthermostat ist.
15. Fahrzeug, insbesondere Nutzfahrzeug, mit einer Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

Claims

1. Apparatus for monitoring an oil thermostat (10) arranged in an oil circuit of an internal combustion engine, wherein the oil thermostat (10) is designed to supply an oil flow either to a first flow branch (17) in which an oil cooler (16) is arranged and/or to a bypass flow branch (18) depending on an admission temperature (T2) of the oil flow supplied to the oil thermostat, wherein a first outlet (12) of the oil thermostat (10), which outlet is assigned to the first flow branch, is closed when the admission temperature (T2) lies below a first temperature threshold value (T1), wherein the apparatus comprises:
- a) a sensor device which is designed to determine at least one first parameter by means of which a current desired operation of the oil thermostat (10) can be derived, and to determine at least one second parameter by means of which a current actual operation of the oil thermostat (10) can be derived; and
- b) an evaluation device (40) which is designed, depending on the first parameter and the second parameter, to identify an occurrence of a mal-

function of the oil thermostat (10),

wherein the sensor device is designed to measure the admission temperature (T2) of the oil as the first parameter, wherein preferably the oil sump temperature is measured as the admission temperature (T2),

characterized

a) in that the sensor device is designed to measure a second oil temperature (T3) downstream of the oil cooler and upstream of the internal combustion engine and to determine a temperature difference (ΔT) from the admission temperature (T2) minus the second oil temperature (T3) as the second parameter; and
b) in that the evaluation device identifies the occurrence of a malfunction of the oil thermostat,

b1) when the admission temperature (T2) lies below the first temperature threshold value (T1), at least one predetermined reaction period (Z1) has elapsed since the admission temperature (T2) has been below the first temperature threshold value (T1), and the temperature difference (ΔT) is greater than a first threshold value ($\Delta T1$); and/or

b2) when the admission temperature (T2) is above the first temperature threshold value (T1) at least one predetermined reaction period (Z1) has elapsed since the admission temperature (T2) has been above the first temperature threshold value (T1), and the temperature difference (ΔT) is smaller than a second threshold value ($\Delta T2$); and/or

b3) when, after the first temperature threshold value (T1) is exceeded by the admission temperature (T2), an increase of the temperature difference (ΔT) proceeds more slowly than a predetermined desired increase of the temperature difference (ΔT).

2. Apparatus according to Claim 1, **characterized by** a temperature sensor for measuring the second oil temperature (T3),

a) which is arranged upstream of a junction of the first flow branch (17) and of the bypass flow branch (18) or downstream of an oil filter (20) arranged before the internal combustion engine; and/or

b) which is designed as a combined pressure and temperature sensor (24, 25); and/or

c) which is integrated in an oil filter head.

3. Apparatus according to Claim 1, **characterized**

a) **in that** the sensor device is designed to measure, as the second parameter, an oil pressure progression (P) at a pressure measurement point which is arranged downstream of the first outlet (12) of the oil thermostat (10) and upstream with respect to the internal combustion engine; and

b) **in that** the evaluation device identifies a malfunction of the oil thermostat (10) when the measured progression of the oil pressure (P) does not indicate any pressure swing (ΔP) within a range (50) of the admission temperature (T2) that lies between the first oil temperature threshold value (T1) and a second temperature threshold value (T1*), wherein the second temperature threshold value (T1*) lies above the first temperature threshold value (T1) and specifies a temperature threshold above which a second outlet (13) of the oil thermostat (10), which outlet is assigned to the bypass flow branch (18), is completely closed.

4. Apparatus according to Claim 3, **characterized**

a) **in that** the pressure measurement point is arranged in the first flow branch (17) between the first outlet (12) of the oil thermostat (10) and the oil cooler (16), and in that the pressure swing (ΔP) is a negative peak; and/or

b) **in that** the pressure measurement point is arranged downstream of the oil cooler (16) and after a junction of the first flow branch (17) and of the bypass flow branch (18), and in that the pressure swing is a positive peak.

5. Apparatus according to Claim 1, **characterized in that** the following is established as the first parameter:

a) a cooling water temperature; and/or

b) an operating state of the vehicle, in particular whether a cold start or whether a journey at full load is carried out.

6. Apparatus according to Claim 1 or 5, **characterized**

a) **in that** a gradient of the admission temperature (T2) of the oil, preferably a gradient of the oil sump temperature, is determined as the second parameter; and

b) **in that** the evaluation device establishes, depending on the determined value of the first parameter, a predetermined and stored desired characteristic curve of the gradient of the admission temperature (T2) and identifies a malfunction of the oil thermostat when the measured gradient of the admission temperature does not correspond to the desired characteristic curve.

7. Apparatus according to Claim 1 or 5, **characterized**

a) **in that**, as the second parameter, an oil temperature is measured at a measurement point which is arranged in the first flow branch (17) upstream with respect to the oil cooler (16); and
 b) **in that** the evaluation device identifies a malfunction of the oil thermostat when the measured oil temperature in accordance with the second parameter remains substantially unchanged since, in accordance with the determined first parameter, the first outlet (12) would have had to be opened or closed.

8. Apparatus according to Claim 1 or 5, **characterized**

a) **in that** the sensor device is designed to detect a position and/or a movement of a final control element (10b) of the oil thermostat (10) as the second parameter; and
 b) **in that** the evaluation device is designed to identify the malfunction of the oil thermostat (10) with reference to the detected position and/or movement of the final control element (10b).

9. Apparatus according to Claim 8, **characterized in that** the malfunction of the oil thermostat (10) is identified

a) when no movement of the final control element (10b) is detected within a predetermined oil temperature range or cooling water temperature range; and/or
 b) when, during a cold start, the final control element (10b) is in a position in which the first outlet (12) is opened; and/or
 c) when, during a driving mode at full load, the final control element (10b) is in a position in which the first outlet (12) is closed.

10. Apparatus according to Claim 8 or 9, **characterized in that** the sensor device comprises a displacement sensor (81) which is mechanically coupled in terms of movement to the final control element (10b).

11. Apparatus according to Claim 8 or 9, **characterized**

a) **in that** the sensor device is designed as an electric oscillating circuit with a coil (76), wherein the coil (76) is arranged from the outside on or in the vicinity of the oil thermostat (10) in such a manner that a movement of the final control element (10b) of the oil thermostat (10) changes the inductance of the coil (76) and therefore an oscillation frequency of the oscillating circuit; or
 b) **in that** the sensor device has a transmitter coil (74) and a receiver coil (75) which are each arranged on opposite sides from the outside on

or in the vicinity of the oil thermostat (10), and therefore a movement of the final control element (10b) of the oil thermostat changes a signal induced in the receiver coil (75) by the transmitter coil (74).

12. Apparatus according to Claim 11, **characterized in that** the apparatus is designed as a mobile test apparatus for workshop use, comprising fastening means in order to arrange the sensor device from the outside on the oil thermostat temporarily for a measurement operation.

13. Apparatus according to Claim 8 or 9, **characterized in that** the sensor device is designed as a switching circuit (80) which is integrated in the oil thermostat and is designed

a) to detect a position and/or movement of the final control element (10b) of the oil thermostat (10) by means of integrated switching contacts;
 b) to extract its supply energy from the oil heat by means of an energy-harvesting switching circuit; and
 c) to transmit a measurement signal wirelessly, preferably by means of a close range radio transmission, to the evaluation device.

14. Apparatus according to one of the preceding claims, **characterized in that** the oil thermostat (10) is a sleeve valve oil thermostat or an expansion element oil thermostat, in particular a wax expansion oil thermostat.

15. Vehicle, in particular commercial vehicle, with an apparatus according to one of the preceding claims.

Revendications

1. Dispositif permettant de surveiller un thermostat d'huile (10) disposé dans un circuit d'huile d'un moteur à combustion interne, le thermostat d'huile (10) étant réalisé, en fonction d'une température d'arrivée (T2) d'un flux d'huile amené au thermostat d'huile, pour amener le flux d'huile au choix à une première branche d'écoulement (17) dans laquelle est disposé un refroidisseur d'huile (16) et/ou à une branche d'écoulement de dérivation (18), dans lequel une première sortie (12), associée à la première branche d'écoulement, du thermostat d'huile (10) est fermée lorsque la température d'arrivée (T2) est située au-dessous d'une première valeur seuil de température (T1),

le dispositif comprenant :

a) un équipement de capteur qui est réalisé

pour déterminer au moins un premier paramètre au moyen duquel un fonctionnement théorique actuel du thermostat d'huile (10) peut être déduit, et pour déterminer au moins un deuxième paramètre au moyen duquel un fonctionnement réel actuel du thermostat d'huile (10) peut être déduit ; et b) un équipement d'évaluation (40) qui est réalisé pour identifier en fonction du premier paramètre et du deuxième paramètre une apparition d'un dysfonctionnement du thermostat d'huile (10),

l'équipement de capteur étant réalisé pour mesurer la température d'arrivée (T2) de l'huile comme le premier paramètre, la température de carter à huile étant de préférence mesurée comme température d'arrivée (T2),

caractérisé en ce que

a) l'équipement de capteur est réalisé pour mesurer une deuxième température d'huile (T3) en aval du refroidisseur d'huile et en amont du moteur à combustion interne, et pour déterminer comme le deuxième paramètre une différence de température (ΔT) composée de la température d'arrivée (T2) moins la deuxième température d'huile (T3) ; et
b) l'équipement d'évaluation identifie l'apparition d'un dysfonctionnement du thermostat d'huile,

b1) si la température d'arrivée (T2) est située au-dessous de la première valeur seuil de température (T1), au moins un temps de réaction prédéfini (Z1) s'est écoulé depuis que la température d'arrivée (T2) est au-dessous de la première valeur seuil de température (T1), et la différence de température (ΔT) est supérieure à une première valeur seuil ($\Delta T1$) ; et/ou

b2) si la température d'arrivée (T2) est au-dessus de la première valeur seuil de température (T1), au moins un temps de réaction prédéfini (Z1) s'est écoulé depuis que la température d'arrivée (T2) est au-dessus de la première valeur seuil de température (T1), et la différence de température (ΔT) est inférieure à une deuxième valeur seuil ($\Delta T2$) ; et/ou

b3) si après un dépassement de la première valeur seuil de température (T1) par la température d'arrivée (T2) une montée de la différence de température (ΔT) se déroule plus lentement qu'une montée théorique prédéfinie de la différence de température (ΔT).

2. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé par** un capteur de température permettant de mesurer

la deuxième température d'huile (T3),

a) qui est disposé en amont d'une jonction de la première branche d'écoulement (17) et de la branche d'écoulement de dérivation (18) ou en aval d'un filtre à huile (20) disposé avant le moteur à combustion interne ; et/ou

b) qui est réalisé sous la forme d'un capteur de pression et de température combiné (24, 25) ; et/ou

c) qui est intégré dans une tête de filtre à huile.

3. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que**

a) l'équipement de capteur est réalisé pour mesurer comme le deuxième paramètre une courbe de pression d'huile (P) en un point de mesure de pression qui est disposé en aval de la première sortie (12) du thermostat d'huile (10) et en amont du moteur à combustion interne ; et
b) l'équipement d'évaluation identifie un dysfonctionnement du thermostat d'huile (10) si la courbe mesurée de la pression d'huile (P) ne montre dans une plage (50) de la température d'arrivée (T2) qui est située entre la première valeur seuil de température d'huile (T1) et une deuxième valeur seuil de température (T1*) aucune indication de pression (ΔP), dans lequel la deuxième valeur seuil de température (T1*) est située au-dessus de la première valeur seuil de température (T1) et indique un seuil de température au-dessus duquel une deuxième sortie (13), associée à la branche d'écoulement de dérivation (18), du thermostat d'huile (10) est fermée complètement.

4. Dispositif selon la revendication 3, **caractérisé en ce que**

a) le point de mesure de pression est disposé dans la première branche d'écoulement (17) entre la première sortie (12) du thermostat d'huile (10) et le refroidisseur d'huile (16), et **en ce que** l'indication de pression (ΔP) est un pic négatif ; et/ou

b) le point de mesure de pression est disposé en aval du refroidisseur d'huile (16) et après une jonction de la première branche d'écoulement (17) et de la branche d'écoulement de dérivation (18), et **en ce que** l'indication de pression est un pic positif.

5. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'on établit comme le premier paramètre :

a) une température d'eau de refroidissement ; et/ou

- b) un état de fonctionnement du véhicule, en particulier si un démarrage à froid ou une conduite à pleine charge est effectué(e).
6. Dispositif selon la revendication 1 ou 5, **caractérisé en ce que**
- a) comme le deuxième paramètre, un gradient de la température d'arrivée (T2) de l'huile, de préférence un gradient de la température de carter à huile, est déterminé ; et
- b) l'équipement d'évaluation établit en fonction de la valeur déterminée du premier paramètre une courbe caractéristique théorique prédéfinie et enregistrée du gradient de la température d'arrivée (T2) et identifie un dysfonctionnement du thermostat d'huile si le gradient mesuré de la température d'arrivée ne coïncide pas avec la courbe caractéristique théorique.
7. Dispositif selon la revendication 1 ou 5, **caractérisé en ce que**
- a) comme le deuxième paramètre, une température d'huile est mesurée en un point de mesure qui est disposé dans la première branche d'écoulement (17) en amont du refroidisseur d'huile (16) ; et
- b) l'équipement d'évaluation identifie un dysfonctionnement du thermostat d'huile si la température d'huile mesurée selon le deuxième paramètre reste substantiellement inchangée après qu'une ouverture ou une fermeture de la première sortie (12) aurait dû avoir eu lieu selon le premier paramètre déterminé.
8. Dispositif selon la revendication 1 ou 5, **caractérisé en ce que**
- a) l'équipement de capteur est réalisé pour détecter comme le deuxième paramètre une position et/ou un mouvement d'un actionneur (10b) du thermostat d'huile (10) ; et
- b) l'équipement d'évaluation est réalisé pour identifier le dysfonctionnement du thermostat d'huile (10) à l'aide de la position et/ou du mouvement détectés de l'actionneur (10b).
9. Dispositif selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** le dysfonctionnement du thermostat d'huile (10) est identifié
- a) si dans une plage de température d'huile ou une plage de température d'eau de refroidissement, aucun mouvement de l'actionneur (10b) n'est détecté ; et/ou
- b) si lors d'un démarrage à froid, l'actionneur (10b) se trouve dans une position dans laquelle
- la première sortie (12) est ouverte ; et/ou
- c) si lors d'un fonctionnement de conduite à pleine charge, l'actionneur (10b) se trouve dans une position dans laquelle la première sortie (12) est fermée.
10. Dispositif selon la revendication 8 ou 9, **caractérisé en ce que** l'équipement de capteur comprend un capteur de déplacement (81) qui est couplé mécaniquement en mouvement avec l'actionneur (10b).
11. Dispositif selon la revendication 8 ou 9, **caractérisé en ce que**
- a) l'équipement de capteur est réalisé sous la forme d'un circuit oscillant électrique avec une bobine (76), la bobine (76) étant disposée à l'extérieur ou à proximité du thermostat d'huile (10) de telle sorte qu'un mouvement de l'actionneur (10b) du thermostat d'huile (10) modifie l'inductance de la bobine (76) et donc une fréquence d'oscillation du circuit oscillant ; ou
- b) l'équipement de capteur présente une bobine émettrice (74) et une bobine réceptrice (75) qui sont disposées respectivement sur des côtés opposés à l'extérieur ou à proximité du thermostat d'huile (10) de sorte qu'un mouvement de l'actionneur (10b) du thermostat d'huile modifie un signal induit par la bobine émettrice (74) dans la bobine réceptrice (75).
12. Dispositif selon la revendication 11, **caractérisé en ce que** le dispositif est réalisé sous la forme d'un dispositif de contrôle mobile prévu pour une utilisation en atelier, comprenant des moyens de fixation afin de disposer temporairement le dispositif de capteur à l'extérieur sur le thermostat d'huile pour une opération de mesure.
13. Dispositif selon la revendication 8 ou 9, **caractérisé en ce que** l'équipement de capteur est réalisé sous la forme d'un circuit (80) intégré dans le thermostat d'huile et qui est réalisé pour
- a) détecter une position et/ou un mouvement de l'actionneur (10b) du thermostat d'huile (10) au moyen de contacts de commutation intégrés ;
- b) retirer à la chaleur d'huile son énergie d'alimentation au moyen d'un circuit de récolte énergétique ; et
- c) transmettre sans fil, de préférence au moyen d'une transmission radio en champ proche, un signal de mesure à l'équipement d'évaluation.
14. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le thermostat d'huile (10) est un thermostat d'huile à anneau obturateur ou un thermostat d'huile à élément à dilata-

tion, en particulier un thermostat d'huile à dilatation de cire.

15. Véhicule, en particulier véhicule utilitaire, comprenant un dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes. 5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

FIG. 1

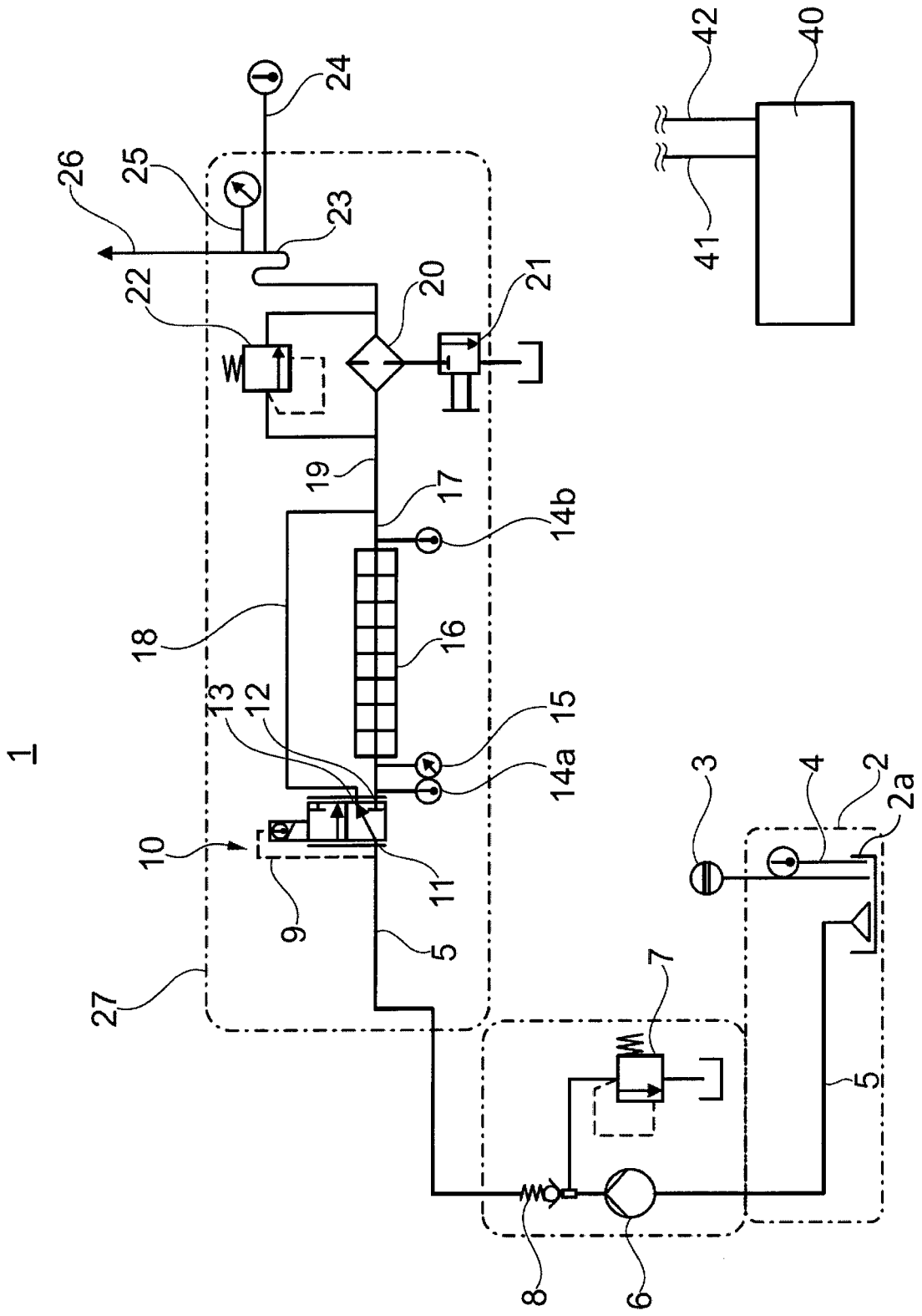


FIG. 2

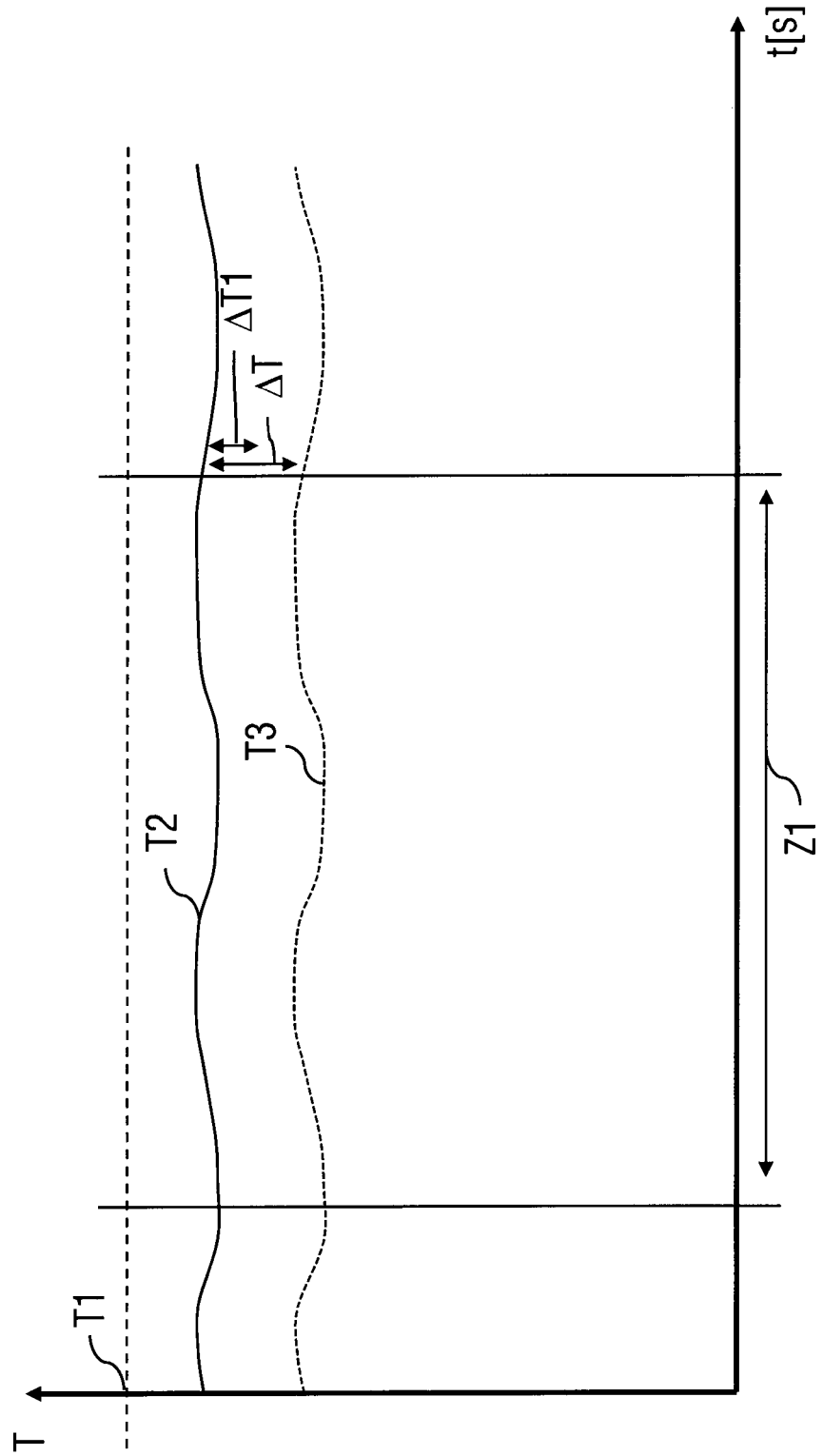


FIG. 3

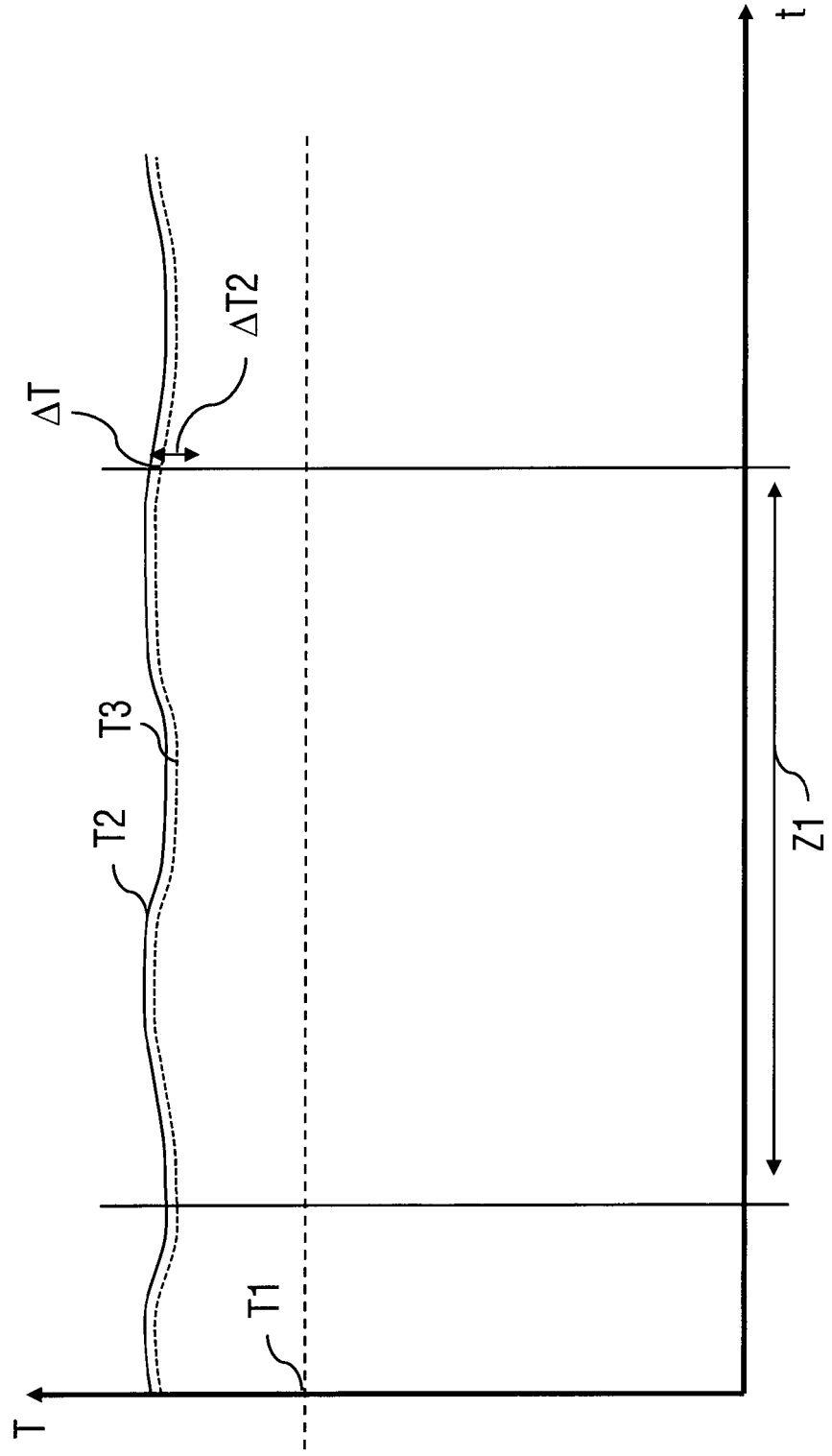


FIG. 4

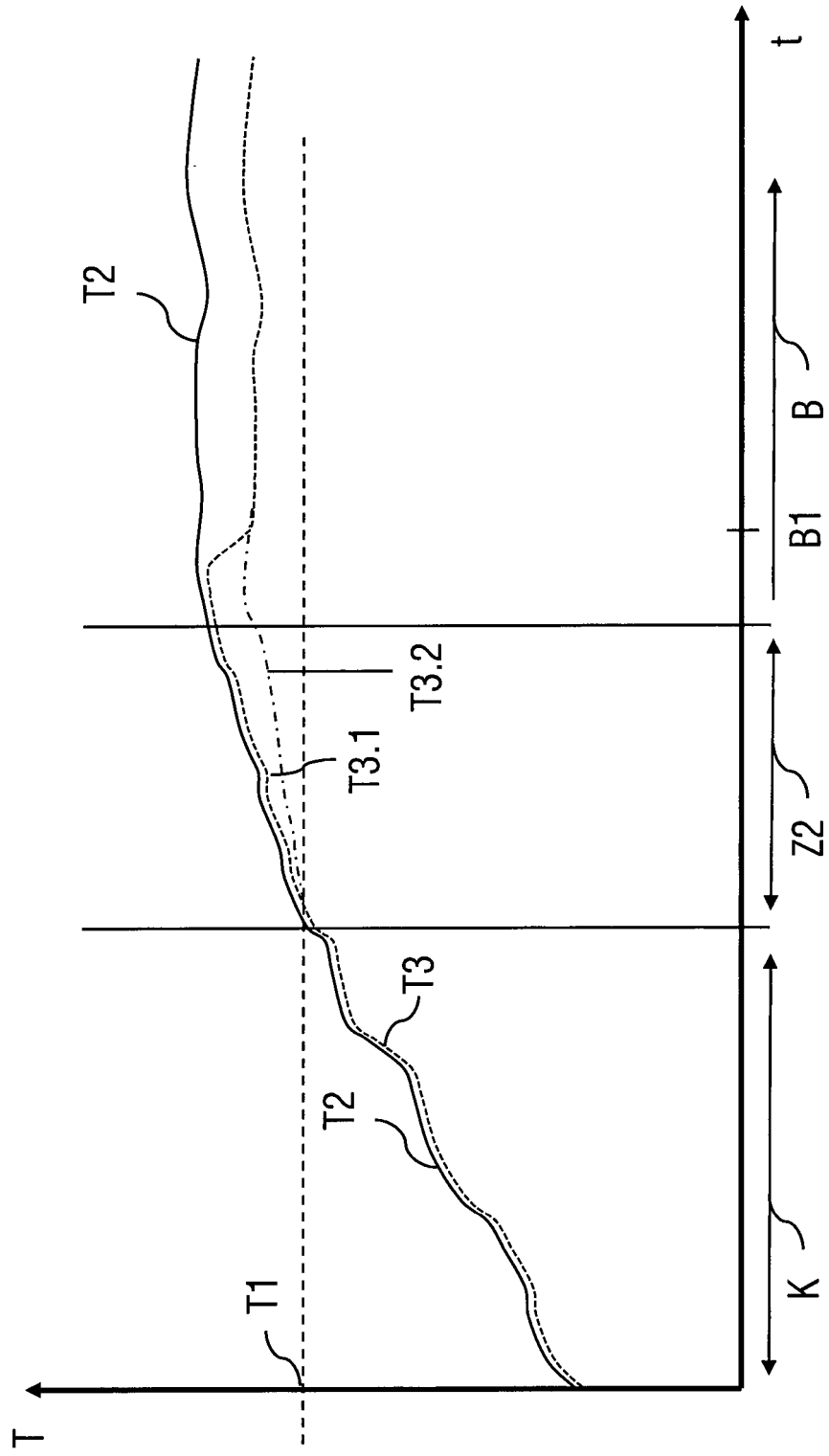


FIG. 5

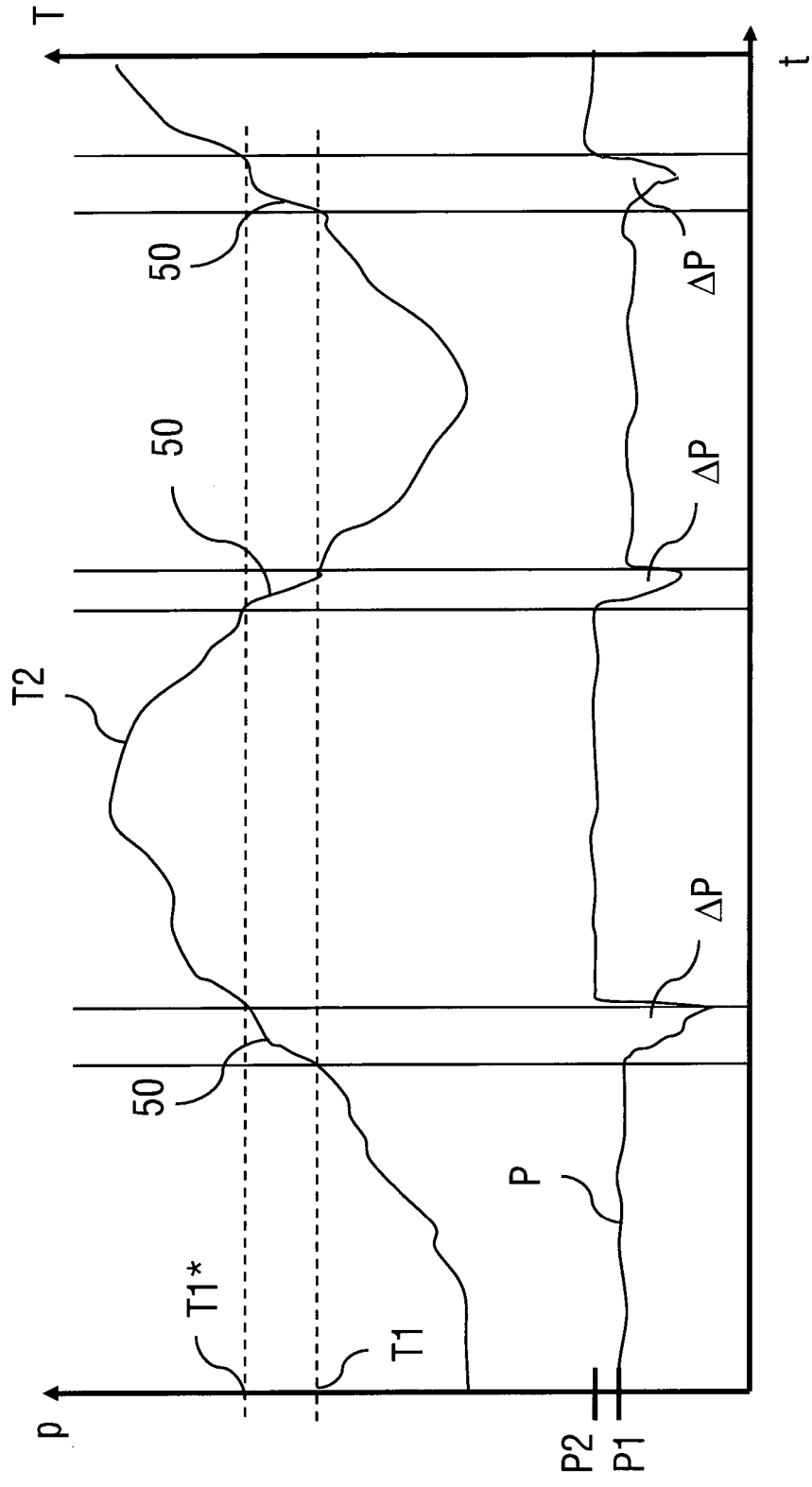


FIG. 6

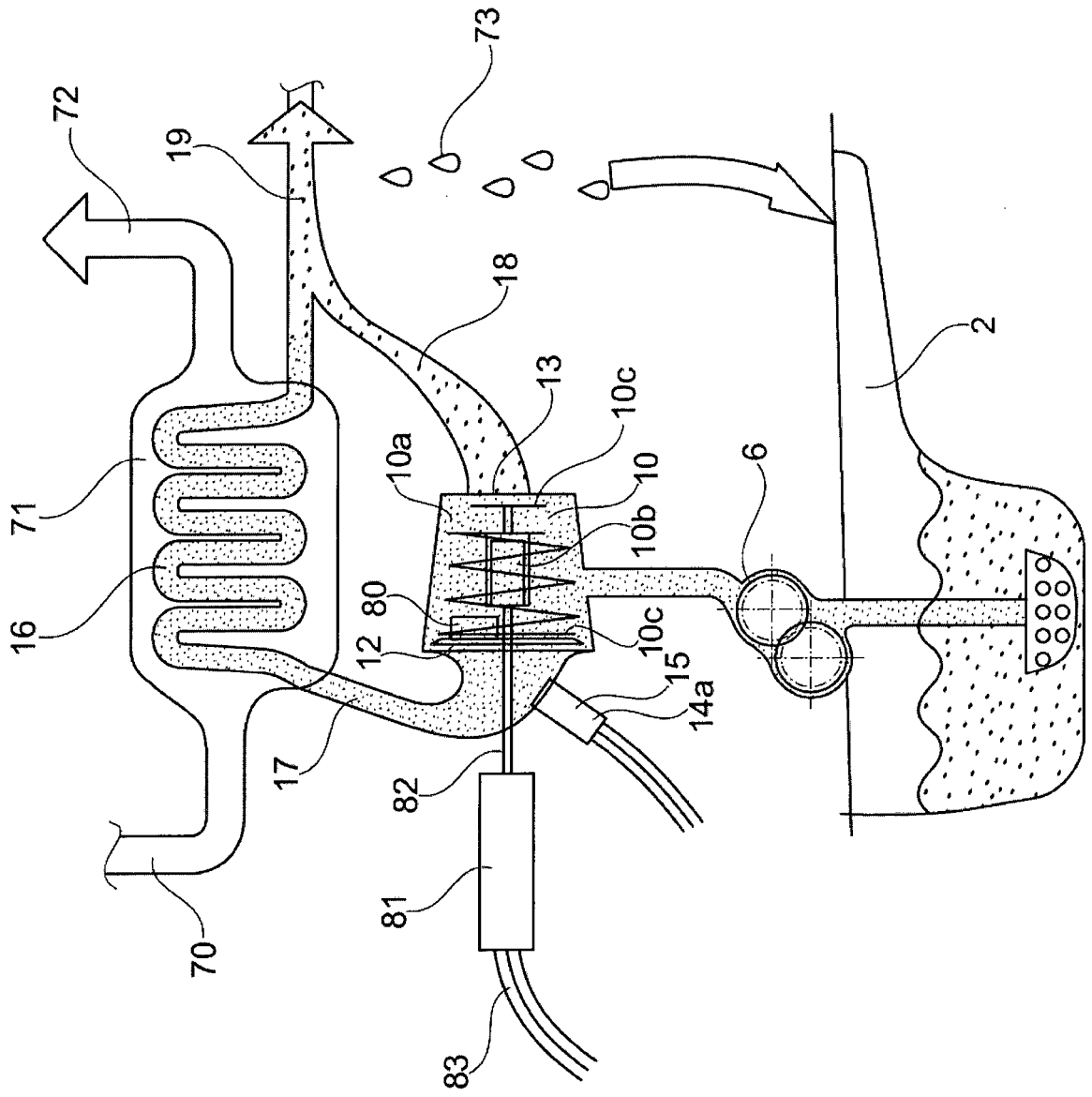
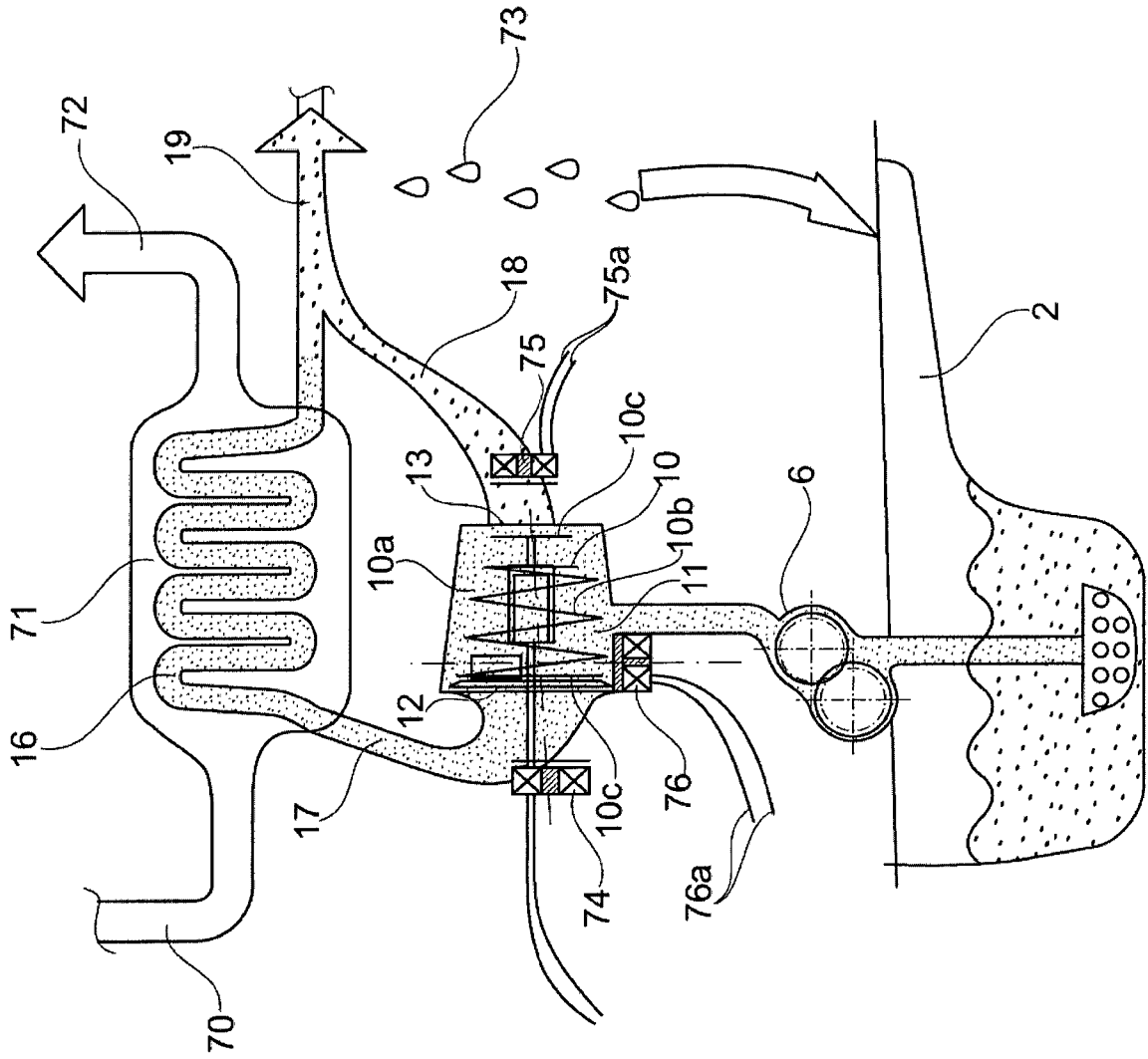


FIG. 7



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 4426494 A1 [0002] [0005]
- EP 0736703 A1 [0003]