

(19)



(11)

EP 2 388 447 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
23.11.2011 Patentblatt 2011/47

(51) Int Cl.:
F01M 11/10 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **11163429.1**

(22) Anmeldetag: **21.04.2011**

(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**
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(71) Anmelder: **Schaeffler Technologies GmbH & Co.
KG**
91074 Herzogenaurach (DE)

(72) Erfinder: **Traversa, Piergiacomo**
90451, Nürnberg (DE)

(30) Priorität: **17.05.2010 DE 102010020757**

(54) **Verfahren zur Ermittlung einer Viskositäts-Kenngröße eines Motoröls sowie
Steuereinrichtung zur elektronischen Motorsteuerung**

(57) Verfahren zur Ermittlung einer Viskositäts-Kenngröße eines Motoröls in einem Verbrennungsmotor, wobei zu einer elektronischen Motorsteuerung eine Vielzahl von einem Betriebszustand des Verbrennungsmotors charakterisierender Betriebsparameter erfasst und/oder ermittelt wird, wobei zu verschiedenen Zeitpunkten aus diesen Betriebsparametern mehrere zumindest eine Grobaussage über die Viskosität des Motoröls

zulassende Parameter jeweils zu einer Einzelprognose über die Viskosität des Motoröls ausgewertet werden, wobei Änderungen der Einzelprognosen bei vergleichbaren Arbeitspunkten des Verbrennungsmotors gegenüber einem Zustand neuen Motoröls erfasst werden, und wobei aus den Änderungen der mehreren Einzelprognosen auf die Viskositäts-Kenngröße geschlossen wird. Dazu wird eine entsprechende Steuereinrichtung zur elektronischen Motoransteuerung angegeben.

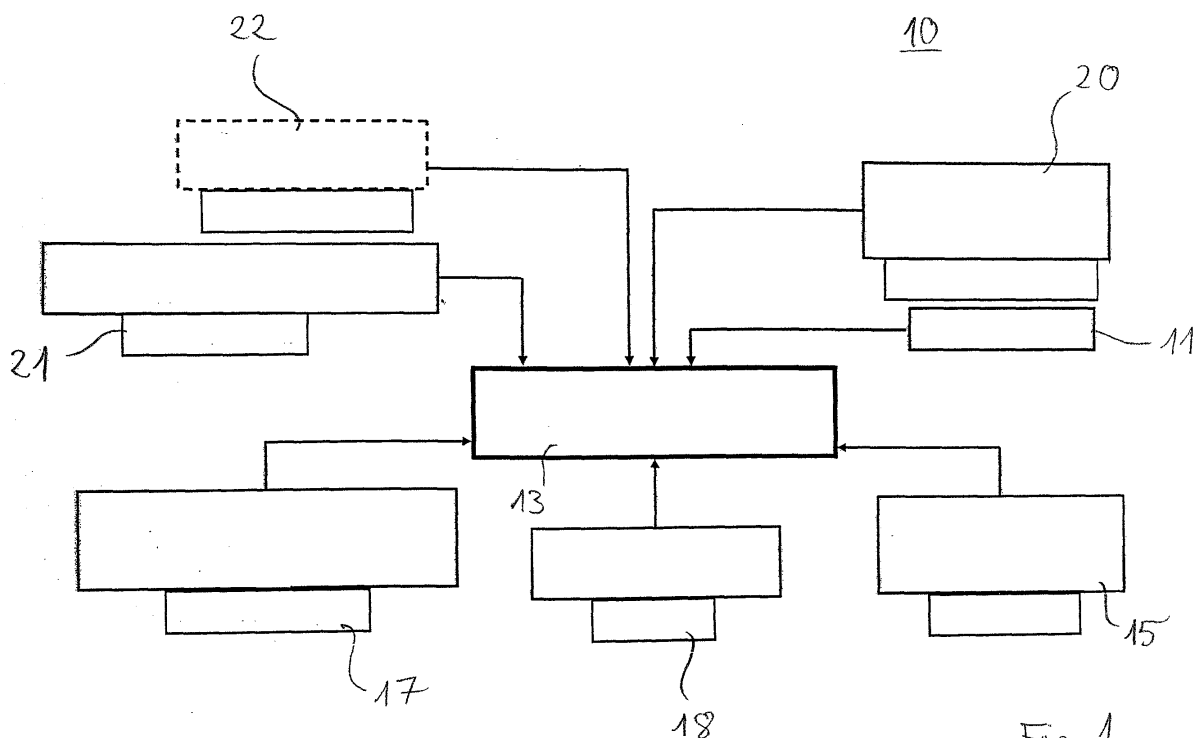


Fig. 1

EP 2 388 447 A1

Beschreibung

Gebiet der Erfindung

5 **[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Ermittlung einer Viskositäts-Kenngröße eines Motoröls in einem Verbrennungsmotor, wobei zu einer elektronischen Motorsteuerung eine Vielzahl von einem Betriebszustand des Verbrennungsmotors charakterisierender Betriebsparameter erfasst und/oder ermittelt wird. Die Erfindung betrifft weiter eine Steuereinrichtung zu einer elektronischen Motorsteuerung anhand der erfassten und/oder ermittelten Betriebsparameter.

10 **[0002]** Die Erfindung beschäftigt sich dabei insbesondere damit, dass die Viskosität des verwendeten Motoröls einen nicht unerheblichen Einfluss auf das Betriebsverhalten eines Verbrennungsmotors hat, jedoch der aktuelle Status bei einer elektronischen Motorsteuerung nur unzureichend berücksichtigt wird. Gerade bei modernen Mehrbereichsölen mit synthetischen Zusätzen verändert sich jedoch die Viskosität abhängig von der Einsatzdauer aufgrund einer Alterung der Zusätze. Bei einer elektronischen Motorsteuerung spielt die Ölviskosität insbesondere dann eine Rolle, wenn der Verbrennungsmotor durch hydraulisch betätigbare Komponenten gesteuert wird, wobei als Hydraulikflüssigkeit das Motoröl eingesetzt ist.

Hintergrund der Erfindung

20 **[0003]** Bei modernen Kraftfahrzeugen werden heutzutage aus Gründen der Schadstoffminimierung sowie der Verbrauchsreduzierung die so genannten Gaswechselventile, also die Einlass- und/oder Auslassventile für den Verbrennungsmotor, lastabhängig gesteuert. Hierbei finden unterschiedliche Systeme Einsatz. Allen Systemen ist gemeinsam, dass die Schließ- und/oder Öffnungszeiten der Gaswechselventile in Relation zur Kurbelwellenposition (Drehwinkel) abhängig vom Betriebszustand, insbesondere lastabhängig, verändert werden.

25 **[0004]** Bei heutigen Kraftfahrzeugen sind bereits hydraulisch betätigbare Nockenwellenversteller im Einsatz, die eine Einstellung der Phasenlage der Nockenwelle gegenüber der Kurbelwelle abhängig vom jeweiligen Betriebszustand ermöglichen. Dazu umfasst der Nockenwellenversteller eine drehfest mit der Kurbelwelle verbundene Statoreinheit, in der eine mit der Nockenwelle fest verbundene Rotoreinheit drehbeweglich gelagert ist. Die Rotoreinheit weist üblicherweise Rotorflügel auf, die zwischen mit der Hydraulikflüssigkeit beaufschlagbaren Druckkammern angeordnet sind. Über Einlass- und Auslassventile kann den Druckkammern Hydraulikflüssigkeit zu- bzw. abgeleitet werden, wodurch die Rotorflügel gegenüber der Statoreinheit bewegt werden können. Als Hydraulikflüssigkeit wird gewöhnlich das Motoröl eingesetzt. Zum Druckaufbau wird die vorhandene Ölpumpe herangezogen. Die zur Befüllung bzw. Entleerung der Druckkammern vorgesehenen Steuerventile sind insbesondere als Magnetventile ausgebildet.

30 **[0005]** Ein hydraulisches Nockenwellenverstellungssystem ist beispielsweise aus der EP 1 544 419 A1 zu entnehmen.

35 **[0006]** Aus dem Artikel "Elektrohydraulische Ventilsteuerung mit dem "MultiAir"(MA)-Verfahren" aus der motortech-nischen Zeitschrift MTZ 12/2009 ist ein alternatives hydraulisches Steuersystem für die unmittelbare Ansteuerung der Gaswechselventile zu entnehmen. Bei dieser elektrohydraulischen Ventilsteuerung ist vorgesehen, dass die Bewegung der Nockenwelle über die Hydraulikflüssigkeit auf ein jeweiliges Gaswechselventil übertragen wird. Zur Steuerung ist ein insbesondere als Magnetventil ausgebildetes Steuer- oder Schaltventil vorgesehen. Im geschlossenen Zustand ist die Nockenwelle mit dem jeweiligen Gaswechselventil über ein so genanntes hydraulisches Gestänge verbunden, so dass das Gaswechselventil einem Nocken der Nockenwelle zwangsweise folgt. Durch auch teilweises Öffnen des Schaltventils kann die Hydraulikflüssigkeit in einen Ausgleichs- oder Druckraum entweichen, so dass das Gaswechselventil von der Nockenbewegung entkoppelt ist. Hierdurch besteht die Möglichkeit, den Öffnungszeitpunkt, den Schließzeitpunkt sowie den Hub des Gaswechselventils innerhalb einer durch die Bewegung des Nockens vorgegebenen Hüllkurve zu variieren. Diese Variation kann zylinderselektiv erfolgen.

45 **[0007]** Im Hinblick auf die bei modernen Verbrennungsmotoren geforderte hohe Effizienz bei gleichzeitiger geringer Schadstoffemission ist eine korrekte Ansteuerung der Gaswechselventile von entscheidender Bedeutung. Bei hydraulischen Systemen wirkt sich insbesondere die Qualität des eingesetzten Motoröls wesentlich auf den Betrieb aus. Insbesondere ist die hydraulische Steuerung in ihrer Wirkungsweise empfindlich gegenüber Schwankungen der Viskosität des eingesetzten Öls. Betriebsbedingt treten solche Schwankungen aufgrund der auftretenden unterschiedlichen Öl-temperaturen auf. Wie aus dem genannten Artikel "Elektrohydraulische Ventilsteuerung mit dem "MultiAir"-Verfahren" hervorgeht, werden die temperaturabhängigen Ölviskositätsschwankungen bisher in einem modellbasierten Steueralgorithmus berücksichtigt, der die Messwerte eines Öltemperatursensors berücksichtigt. Dabei werden jedoch die Viskosität des Motoröls weiter beeinflussende Faktoren, wie beispielsweise Alterung des Motoröls, Verschleiß oder Verunreinigung nicht berücksichtigt.

Aufgabe der Erfindung

55 **[0008]** Ausgehend hiervon liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Ermittlung einer Viskositäts-

Kenngroße eines Motoröls in einem Verbrennungsmotor sowie eine entsprechende Steuereinrichtung zur elektronischen Motorsteuerung anzugeben, wobei möglichst ohne zusätzlichen Aufwand zumindest qualitative Aussagen über die aktuelle Viskosität des Motoröls gewonnen und entsprechend verarbeitet werden können.

5 Lösung der Aufgabe

[0009] Die Aufgabe wird gemäß der Erfindung gelöst durch ein Verfahren zur Ermittlung einer Viskositäts-Kenngroße eines Motoröls in einem Verbrennungsmotor, wobei zu einer elektronischen Motorsteuerung eine Vielzahl von einem Betriebszustand des Verbrennungsmotors charakterisierender Betriebsparameter erfasst und/oder ermittelt wird. Dabei werden zu verschiedenen Zeitpunkten aus diesen Betriebsparametern mehrere zumindest eine Grobaussage über die Viskosität des Motoröls zulassende Parameter jeweils zu einer Einzelprognose über die Viskosität des Motoröls ausgewertet, Änderungen der Einzelprognosen bei vergleichbaren Arbeitspunkten des Verbrennungsmotors gegenüber einem Zustand neuen Motoröls erfasst, und aus den Änderungen der mehreren Einzelprognosen wird auf die Viskositäts-Kenngroße geschlossen.

[0010] Dabei geht die Erfindung von der Überlegung aus, dass bei einer elektronischen Motorsteuerung während des Betriebs des Verbrennungsmotors beständig den Betriebszustand charakterisierende Betriebsparameter erfasst und/oder ermittelt werden, die in die Steuerung eingehen. Der Wert einiger dieser Betriebsparameter lässt grundsätzlich zumindest eine Grobaussage über die Viskosität des eingesetzten Motoröls zu. Eine solche Grobaussage braucht kein Absolutwert der Viskosität des Motoröls sein. Vielmehr muss nur grundsätzlich ein Zusammenhang zwischen dem Parameter und einer Aussage über die Viskosität des Motoröls bestehen. Ein solcher Zusammenhang bzw. eine solche Grobaussage ist beispielsweise bereits dann gegeben, wenn sich über den entsprechenden Betriebsparameter beispielsweise aussagen lässt, ob das Motoröl eine im Vergleich zu typischerweise verwendeten Motorölen eine eher große oder eine eher kleine Viskosität aufweist, oder ob die Viskosität zum Betrieb des Verbrennungsmotors zu klein oder zu groß ist. Eine solche Aussage kann aber auch bereits einen Wert sein, der eine Veränderung der Viskosität anzeigt, beispielsweise ob die Viskosität kleiner oder größer geworden ist.

[0011] Eine entsprechende Aussage kann zum Beispiel einem die Motorreibung charakterisierenden Parameter entnommen werden, der bei modernen Motorsteuerungen beispielsweise im Leerlauf aus der Differenz zwischen Solldrehzahl und Istdrehzahl abgeleitet wird. Ein eher hoher Reibungswert lässt auf eine eher hohe Viskosität schließen. Umgekehrt spricht ein eher niedriger Reibungswert für eine eher niedrige Viskosität. Ebenso erlaubt beispielsweise die Zeitdauer, die nach einem Startvorgang des Verbrennungsmotors bis zum Erreichen eines gewünschten Öldrucks verstreicht, eine Grobaussage über die gegebene Viskosität des Motoröls. Eine kleine Zeitspanne spricht für eine eher niedrige Viskosität des Motoröls und umgekehrt.

[0012] Die Erfindung geht weiter davon aus, dass sich die aus einzelnen Grobaussagen gewonnenen Einzelprognosen über die Viskosität des Motoröls zu einer genaueren Aussage einer Viskositäts-Kenngroße verdichten lassen, wenn die zu verschiedenen Zeitpunkten erfassten Parameter oder ausgewerteten Einzelprognosen bei jeweils vergleichbaren Arbeitspunkten des Verbrennungsmotors miteinander verglichen und hierdurch zeitliche Änderungen über die Betriebsdauer sichtbar gemacht werden. Aus solchen Änderungen kann insbesondere auch die Richtung einer Veränderung der Viskosität bestimmt werden, was an sich bereits eine wertvolle Information darstellt. Über die Größe der pro Zeiteinheit beobachteten Änderungen wird es weiter möglich, den Umfang einer eingetretenen Viskositätsänderung festzustellen. Um hierbei einen Bezugspunkt für eine etwaige Kalibrierung zu haben, werden die Änderungen gegenüber einem Zustand neuen Motoröls erfasst. Dabei wird vorausgesetzt, dass ein neu eingefülltes Motoröl, beispielsweise nach einem Ölwechsel oder im Falle eines Neufahrzeugs, die für den Verbrennungsmotor geeigneten Eigenschaften aufweist und mit diesen Eigenschaften gegebenenfalls bereits in der Motorsteuerung hinterlegt ist.

[0013] Eine Erfassung der zeitlichen Änderungen vergleichbarer Parameter bzw. vergleichbarer Einzelprognosen gegenüber dem Zustand neuen Motoröls erlaubt es insofern, Änderungen in der Viskosität des Motoröls zu erfassen und diese qualitativ beurteilen zu können. Unter gewissen Voraussetzungen ist auch eine quantitative Erfassung der Viskosität hieraus möglich.

[0014] Unter dem Begriff eines vergleichbaren Arbeitspunktes des Verbrennungsmotors wird dabei verstanden, dass die jenseits des erfassten Parameters die Ölviskosität maßgeblich beeinflussenden weiteren Faktoren im Wesentlichen vergleichbar sind. Werden beispielsweise Reibungswerte des Motors miteinander zu verschiedenen Zeitpunkten verglichen, so muss die Öltemperatur im Wesentlichen gleich sein, um eine qualitative und gegebenenfalls quantitative Aussage über die veränderte Ölviskosität zu treffen.

[0015] Die Aussagekraft der ermittelten Viskositäts-Kenngroße wird weiter dadurch erhöht, dass die Änderungen mehrerer geeigneter Parameter bzw. die Änderungen mehrerer daraus abgeleiteter Einzelprognosen miteinander verglichen werden. So können beispielsweise mehrere, eine gleiche Änderungsrichtung und eine gleiche Größe der Änderung der Viskosität anzeigende Einzelprognosen die Gesamtaussage verstärken. Andererseits können einzelne Parameter, die einen höheren Informationsgehalt bezüglich der Ölviskosität aufweisen, bei der Ermittlung der Viskositäts-Kenngroße höher gewichtet werden als andere Parameter, deren Informationsgehalt hinsichtlich der Ölviskosität geringer

oder mit höheren Fehlern behaftet ist.

[0016] Die Erfindung kann grundsätzlich für alle Verbrennungsmotoren eingesetzt werden, bei denen Betriebsparameter zur Abfrage des jeweiligen Betriebszustands abgefragt werden bzw. zur Verfügung stehen, also eine elektronische Motorsteuerung mit entsprechenden Sensorsystemen vorhanden ist. Typischerweise sind dabei stets Betriebsparameter abrufbar, die zumindest eine Grobausage über den Zustand der Viskosität des Motoröls erlauben.

[0017] Die Erfindung kann als separate Hardware einer bestehenden Motorsteuerung hinzugefügt werden. Bevorzugt ist die Erfindung jedoch durch eine entsprechende Modifikation der Software der bestehenden Motorsteuerung manifestiert. Insofern erlaubt es die Erfindung, ohne Änderung der bestehenden Installation einer vorhandenen Motorsteuerung eine qualitative und gegebenenfalls quantitative Aussage über die Viskosität des Motoröls zu erhalten, die insbesondere als Eingangsgröße zur Motorsteuerung selbst herangezogen werden kann. Dadurch wird die Steuerung erüchtigt, die jeweils aktuelle Viskosität ausreichend zu berücksichtigen. Die hinsichtlich des Verbrauchs und der Leistung optimierten Betriebszustände des Verbrennungsmotors werden trotz geänderter Viskosität des Motoröls tatsächlich auch angesteuert.

[0018] Durch die Mehrzahl der beobachteten Betriebsparameter sowie durch die Beobachtung der zeitlichen Änderungen der daraus abgeleiteten Einzelprognosen wird der aktuelle Zustand der Viskosität des Motoröls erfasst. Die hieraus abgeleitete Viskositäts-Kenngröße kann beispielsweise eine Viskositätsklasse des Motoröls, eine quantitative Änderung der Viskosität gegenüber dem Motoröl im Neuzustand, gegebenenfalls die Viskosität selbst oder im einfachsten Fall bei erfassten großen Änderungen ein Anzeigeparameter für einen stattgefundenen Ölwechsel oder für eine aktuelle Viskosität sein, bei welcher der Verbrennungsmotor keine geeignete Schmierung mehr erfährt bzw. bei zu hoher Viskosität kein Startvorgang mehr erfolgen kann.

[0019] Die Erfindung ist insbesondere auch dafür geeignet, durch eine gegebenenfalls falsche Viskosität, die durch Alterung, Verunreinigung oder Verschleiß des Motoröls entstanden ist, Schäden für den Verbrennungsmotor zu vermeiden.

[0020] Die Erfindung bietet weiter den großen Vorteil, dass sie ohne einen Viskositätssensor auskommt, der mit einem zusätzlichen Kostenaufwand verbunden ist und zudem nur in bestimmten Temperaturbereichen brauchbare Messergebnisse liefert. So bietet die Erfindung insbesondere die Analyse der Viskosität des Motoröls bei relativ niedrigen Öltemperaturen. Durch Alterung, Verschleiß oder eingebrachte Fremdstoffe hervorgerufene Veränderungen des Motoröls führen dort nämlich absolut gesehen zu den größten Veränderungen der Viskosität. Die Erfindung verwendet nur die bei einer Motorsteuerung ohnehin bereits vorhandenen Sensoren, so dass keine Zusatzkosten entstehen. Durch die Ableitung der Einzelprognosen aus den jeweils geeigneten Betriebsparametern wird zudem die Viskosität des Motoröls unmittelbar am jeweiligen Erfassungsort ermittelt. Dies ist insbesondere bei einer hydraulischen Ansteuerung der Gaswechselventile von Bedeutung. Es hat sich nämlich gezeigt, dass deren Stellverhalten unmittelbar einen Hinweis auf die vorhandene Ölviskosität gibt. Ein Sensor zur Messung der Ölviskosität hingegen ist üblicherweise fern von den tatsächlich hydraulisch betätigten aktiven Komponenten platziert. Zu einer entsprechenden Messung der Ölviskosität ist ein derartiger Sensor in der Ölwanne zu platzieren.

[0021] In einer bevorzugten Ausgestaltung wird die Temperatur des Motoröls erfasst, wobei der jeweils verfügbare Parameterbereich für Temperaturen oberhalb eines vorgegebenen Grenzwerts auf einen ersten Bereich von Prognosewerten zur Ölklassifizierung und für Temperaturen unterhalb des Grenzwerts auf einen zweiten Bereich von Prognosewerten zur Ölklassifizierung kalibriert wird.

[0022] Diese Ausgestaltung nimmt Bezug darauf, dass die Temperaturabhängigkeit der Viskosität von Motorölen, insbesondere auch von Mehrbereichsölen, in zwei getrennte Bereiche zerfällt, die jeweils durch einen linearen Zusammenhang mit zueinander verschiedener Steigung beschrieben werden können. In einem Niedertemperaturbereich ist der Abfall der Viskosität zu steigenden Temperaturen größer als in einem Hochtemperaturbereich. Die Grenze zwischen diesen beiden Bereichen liegt abhängig vom jeweiligen Motoröl bei einer Temperatur von etwa 10°C. Diese Eigenschaft von Motorölen schlägt sich beispielsweise in der SAE-Klassifikation nieder, die für Mehrbereichsöle grundsätzlich eine Bezeichnung der Art x W-y vorsieht, wobei x die Niedrigtemperatur-Viskosität und y die Hochtemperatur-Viskosität angibt. Ein Motoröl der Klassifikation SAE 10 W-60 hat entsprechend der Klasseneinteilung eine Niedrigtemperatur-Viskosität von SAE10 und eine Hochtemperatur-Viskosität von SAE W-60. Die verschiedenen Viskositäts-Abhängigkeiten der Motoröle in einem Niedrigtemperatur- und in einen Hochtemperatur-Bereich sind gewünscht. Insbesondere soll bei hohen Temperaturen die Viskosität nur geringfügig abnehmen, so dass eine ausreichend hohe Schmiersicherheit bei höheren Außen- und Motortemperaturen gegeben ist. Die entsprechend gewünschte Viskosität wird dabei bei modernen Mehrbereichsölen durch entsprechende synthetische Zusätze erreicht. Allerdings verlieren diese mit Alterung und Verschleiß zunehmend ihre Wirkung, so dass sich die Viskosität im Laufe des Einsatzes des Motoröls teilweise drastisch verändert.

[0023] Wird der jeweils für den ausgewählten Betriebsparameter verfügbare Parameterbereich jeweils abhängig von einem Grenzwert für die gemessene Öltemperatur einmal auf einen ersten Bereich von Prognosewerten zur Ölklassifizierung und einmal auf einen zweiten Bereich von Prognosewerten zur Ölklassifizierung kalibriert, so lässt dies qualitative und quantitative Aussagen über die Veränderung der Ölviskosität gegenüber dem Neuzustand des Motoröls zu.

Die Kalibrierung kann im einfachsten Fall durch einen simplen Linearzusammenhang beider Bereiche gegeben sein. Insofern werden Prognosewerte für die Ölklassifizierung linear auf den verfügbaren Parameterbereich abgebildet.

[0024] Wird beispielsweise der Reibungswert des Verbrennungsmotors als ein geeigneter Betriebsparameter verwendet, so wird im Hochtemperatur-Bereich der niedrigste Parameterwert einer Ölviskosität zugewiesen, die so niedrig ist, dass wegen eines abreißenden Schmierfilms Motorschäden entstehen können. Der höchste messbare Parameterwert wiederum wird dann einer Ölviskosität zugeordnet, die einem dickflüssigen Hochtemperaturöl entspricht. Beispielsweise weist ein solches Öl gemäß SAE-Klassifikation eine Hochtemperatur-Viskosität von W50 oder W60 auf. Für Temperaturen unterhalb des Grenzwerts wird dem niedrigst verfügbaren Parameterwert wiederum eine Ölviskosität zugeordnet, die so niedrig ist, dass Motorschäden im Betrieb entstehen können. Der höchste verfügbare Reibungswert entspricht dann einer Ölviskosität, die in etwa einem dickflüssigen Niedertemperatur-Motoröl entspricht, beispielsweise einer Viskosität entsprechend 20W. Mittels einer solchen, auch für die anderen Betriebsparameter bzw. die daraus abgeleiteten Prognosewerte herangezogenen Kalibrierung können dann Änderungen bei vergleichbaren Arbeitspunkten des Verbrennungsmotors in der Viskosität erfasst und somit qualitativ beurteilt werden. Über die Beobachtung des entsprechenden Parameterwerts im Falle eines neuen Motoröls und durch die entsprechende Bezugnahme hierauf bei nachfolgend erfassten Parameterwerten ist auch eine quantitative Aussage über den aktuellen Zustand der Ölviskosität möglich.

[0025] Bevorzugt wird das Verfahren für einen Verbrennungsmotor mit einer hydraulischen Verstellung der Gaswechselventile herangezogen, da gerade bei einer solchen Steuerung die vorhandene Ölviskosität Einfluss auf den tatsächlich erreichten Betriebszustand des Verbrennungsmotors hat. Eine entsprechende Kenntnis über den aktuellen Zustand der Ölviskosität ist somit zu einer Verbesserung der entsprechenden Steuerung sinnvoll. Eine Änderung der Ölviskosität führt hierbei zu einer Änderung der Öffnungs- und Schließzeiten der im hydraulischen Gestänge zur Betätigung der Gaswechselventile angeordneten Magnetventile. Daraus resultiert wiederum eine Änderung der Öffnungs- und Schließzeiten der angesteuerten Gaswechselventile. Gerade deren Schließvorgang findet wiederum gegen die Hydraulikflüssigkeit statt, die zur Abbremsung der Schließgeschwindigkeit in eine Ausgleichskammer gedrückt werden muss. Ohne Berücksichtigung der aktuellen Ölviskosität wird somit bei gleichbleibender Steuerung nicht mehr der eigentlich gewünschte Betriebszustand des Verbrennungsmotors erreicht.

[0026] Gleiches gilt in gewissem Umfang auch für einen Verbrennungsmotor, der eine mechanische Nockenwellenverstellung aufweist. Da die Rotoreinheit gegenüber der Statoreinheit hydraulisch verstellt wird, beeinflusst die Ölviskosität die Stellzeit, die zur Einstellung des Phasenwinkels zwischen Nockenwelle und Kurbelwelle benötigt wird. Auch dies wiederum hat Einfluss auf die Öffnungs- und Schließzeiten der Gaswechselventile, so dass bei gleichbleibender Steuerung der gewünschte Betriebszustand wiederum nicht korrekt erreicht werden kann.

[0027] Bevorzugt wird aus den erfassten Änderungen der Einzelprognosen auf eine im Vergleich zum neuen Motoröl geänderte Ölklasse geschlossen. Durch die quantitative Beachtung der erfolgten Änderung der Einzelprognosen während des Betriebs des Verbrennungsmotors und über eine entsprechende Zuordnung der verfügbaren Parameterbereiche kann festgelegt werden, ab wann die Viskositätsänderung einen derartigen Wert erreicht hat, dass grundsätzlich von einer Viskosität eines Motoröls einer anderen Viskositätsklasse ausgegangen werden kann. Sind in den entsprechenden Motorsteuerungen beispielsweise die Viskositätsklassen hinterlegt, so kann eine solche abgeänderte Viskositätsklasse unmittelbar Eingang in die entsprechende Steuerung finden, wobei dann Bezug auf den aktuellen Status der Ölviskosität genommen ist.

[0028] Mit anderen Worten wird aus den jeweils erfassten Änderungen auf den Temperaturgang der Viskosität des eingesetzten Motoröls geschlossen, also die Art des Motoröls ermittelt. Es ist aber auch möglich, über bei verschiedenen Arbeitspunkten des Verbrennungsmotors erfassten Änderungen auch auf den Temperaturgang der Viskosität im jeweils aktuellen Zustand zu schließen. Das System kann insofern selbstlernend ausgestaltet sein, als dass es über die Dauer Viskositätsverläufe über die Temperatur oder über andere Parameter durch entsprechende Abspeicherung der erfassten Daten erlernt.

[0029] Aus den Änderungen der Einzelprognosen kann insbesondere auf eine für den Verbrennungsmotor zu niedrige oder zu hohe Viskosität geschlossen werden, wobei der weitere Betrieb oder eine Inbetriebnahme des Verbrennungsmotors blockiert oder zumindest gewarnt wird. Dabei wird innerhalb der jeweils verfügbaren Parameterbereiche jeweils die Größe der beobachteten Änderung analysiert und bei entsprechend vorgegebener Kalibrierung bei Erreichen eines Grenzwerts auf eine zu hohe und/oder zu niedrige Viskosität zum Betrieb des Motoröls geschlossen. Ist die Ölviskosität für niedrige Temperaturen zu hoch, so wird insbesondere ein Startversuch für den Motor blockiert. Bei einer gemäß erfasstem Status für hohe Temperaturen zu niedriger Viskosität wird beispielsweise der weitere Betrieb des Verbrennungsmotors blockiert, so dass Motorschäden vermieden werden. Alternativ können dem Fahrer auch Warnsignale ausgegeben werden.

[0030] Zweckmäßigerweise wird aus einer sehr raschen und großen Änderung der Einzelprognosen auf einen durchgeführten Ölwechsel geschlossen. Das Verfahren kann dann insofern selbstlernend ausgestaltet sein, als dass es den nach einem festgestellten Ölwechsel erfassten Status als einen geänderten Status für den Zustand eines neuen Motoröls ansieht und die künftigen Parameterwerte bzw. Einzelprognosen gegenüber diesem Zustand analysiert. Dabei wird

dann gleich Bezug genommen auf einen etwaigen mechanischen Verschleiß der beteiligten Motorkomponenten.

[0031] In einer besonders bevorzugten Ausgestaltung werden die zur Auswertung für eine Einzelprognose herangezogenen Parameter ausgewählt aus einer Gruppe, die Parameter zur Charakterisierung der Verstellgeschwindigkeit einer hydraulischen Komponente, insbesondere eines elektrisch steuerbaren Schaltventils, Parameter zur Charakterisierung der Abgaszusammensetzung, insbesondere der Sauerstoffkonzentration, Parameter zur Charakterisierung einer auf einem Modell basierten Ölveränderung durch Alterung und/oder Verschleiß, Parameter zur Charakterisierung des Öldruckes, Parameter zur Charakterisierung der Einstellgeschwindigkeit einer Nockenwellenverstellung sowie Parameter zur Charakterisierung eines Reibungswertes des Verbrennungsmotors enthält. Die Temperatur selbst wird nicht als ein derartiger Parameter herangezogen. Es wird die über die Betriebsdauer des Verbrennungsmotors stattfindende Veränderung der Ölviskosität erfasst.

[0032] Für einen Motor mit einer Nockenwellenverstellung sind die hier aufgeführten Parameter grundsätzlich als Betriebsparameter verfügbar bzw. können aus diesen abgeleitet werden. Im Falle einer Nockenwellenverstellung mittels eines herkömmlichen Nockenwellenverstellers sind jedoch die Parameter zur Charakterisierung der Abgaszusammensetzung, insbesondere der Sauerstoffkonzentration, nicht oder allenfalls nicht hinreichend aussagefähig für den aktuellen Status der Viskosität des eingesetzten Motoröls. Für Motoren, die sowohl eine herkömmliche Nockenwellenverstellung als auch eine unmittelbare hydraulische Betätigung der Gaswechselventile aufweisen, sind alle aufgeführten Parameter verfügbar oder können aus den vorhandenen Betriebsparametern für eine Motorsteuerung abgeleitet werden. Die aufgeführten Parameter sind zudem hinsichtlich der Ölviskosität genügend aussagekräftig. Für einen Motor, der ohne Nockenwellenverstellung über eine unmittelbare hydraulische Betätigung der Gaswechselventile verfügt, entfallen die Parameter zur Charakterisierung der Einstellgeschwindigkeit einer Nockenwellenverstellung zur Charakterisierung der Ölviskosität.

[0033] Die Parameter zur Charakterisierung der Verstellgeschwindigkeit einer hydraulischen Komponente, insbesondere eines elektrisch steuerbaren Schaltventils, können sich insbesondere auf das im hydraulischen Gestänge zwischen dem Nocken und dem zugehörigen Gaswechselventil angeordneten Magnetventil oder auf das Steuerventil zur Ansteuerung der Druckkammern in einem Nockenwellenversteller beziehen. Die Heranziehung dieser Parameter zur Charakterisierung der Ölviskosität beruht auf der grundsätzlichen Überlegung, dass der Bewegungsablauf einer hydraulischen Komponente bei einer Verstellbewegung von einer ersten in eine zweite Position maßgeblich von der Viskosität des verwendeten Öls abhängt. Über die Viskosität wird quasi eine der Bewegung der hydraulischen Komponente entgegenwirkende Reibungskraft ausgeübt, so dass die Zeitdauer für die Verstellbewegung der hydraulischen Komponente einen Rückschluss auf die Viskosität zulässt.

[0034] Bei der hydraulischen Komponente handelt es sich hierbei insbesondere um eine Komponente, die kraftgesteuert, jedoch nicht mechanisch zwangsgesteuert von der ersten in die zweite Position wechselt derart, dass unterschiedliche Reibungswiderstände zu unterschiedlichen Zeitdauern für die Verstellbewegung führen. Diese freie, nicht zwangsgeführte Bewegung wird auch als ballistische Bewegung bezeichnet. Die Kraft wird hierbei beispielsweise von einer Feder aufgebracht. Durch die entgegenwirkende viskositätsbedingte Reibungskraft des Motoröls variiert die Zeitdauer der Stellbewegungen in Abhängigkeit der Viskositäten.

[0035] Ohne die Verwendung zusätzlicher Sensoren kann somit aus der Zeitdauer der Verstellbewegung einer hydraulischen Komponente während der ballistischen Bewegung auf die Viskosität geschlossen werden. Die zur Beaufschlagung der Druckkammern eines Nockenwellenverstellers oder zur hydraulischen Betätigung der Gaswechselventile eingesetzten hydraulischen Komponenten sind üblicherweise Magnetventile. Das Ventil selbst bewegt sich insbesondere bei der ballistischen Bewegung zwischen einer Schließstellung und einer geöffneten Stellung, welche damit die ersten und zweiten Positionen des Schaltventils bilden. Da ein Verschlusselement des Schaltventils, wie beispielsweise ein Ventilteller, innerhalb des Strömungswegs des Öls geführt ist, wird die Stellbewegung des Verschlusselements durch die Viskosität des Motoröls beeinflusst. Bei einem Magnetventil erfolgt üblicherweise die Bewegung in die eine Stellung, vorzugsweise in die Schließstellung, magnetkraftbetätigt, und nach Abschalten der magnetischen Kraft fährt das Ventil in die zweite Stellung, insbesondere in Offenstellung federkraftbetätigt zurück.

[0036] Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung wird die Zeit- oder Verstelldauer bzw. die Einschaltdauer und/oder Ausschaltdauer aus einer induktiven Antwort des Erregerstroms ermittelt. Es sind somit keine zusätzlichen Messeinrichtungen erforderlich. Der Stromverlauf kann unmittelbar aus der hierfür vorgesehenen Steuerung entnommen werden. Die Ermittlung der Viskosität bzw. einer entsprechenden Kenngröße hierfür erfolgt daher alleine auswertetechnisch (softwaretechnisch), ohne dass zusätzliche Hardwarekomponenten erforderlich sind.

[0037] Durch Beobachtung der Veränderungen der insbesondere den Erregerströmen entnommenen Einschalt- bzw. Ausschaltdauern kann unmittelbar auf eine quantitative Veränderung der Ölviskosität geschlossen werden. Grundsätzlich spricht eine Verkürzung einer Schaltdauer für eine verringerte Ölviskosität. Dabei hat sich insbesondere gezeigt, dass hierbei ein linearer Zusammenhang zwischen der Ölviskosität und der beobachteten Schaltdauer besteht. Die genaue Ermittlung der Viskosität aus den Schaltdauern kann insbesondere einer zeitgleich zu diesem Schutzrecht von derselben Anmelderin eingereichten deutschen Patentanmeldung mit dem Titel "Verfahren sowie Steuereinrichtung zur Ermittlung einer Viskositäts-Kenngröße eines Öls" entnommen werden.

[0038] Die Änderungen der beobachteten Schaltzeiten werden auch hier bevorzugt mit der Angabe von Viskositätsklassen in einem Niedertemperatur- und in einem Hochtemperaturbereich verknüpft.

[0039] Die Parameter zur Charakterisierung der Abgaszusammensetzung, z.B. die Sauerstoffkonzentration im Abgas, zeigen insbesondere eine Abhängigkeit von der Ölviskosität, wenn der Motor über eine unmittelbare hydraulische Betätigung der Gaswechselventile verfügt. Wie eingangs erwähnt, wird über die Öffnungs- und Schließzeiten eines in dem Hydraulikgestänge zwischen dem Nocken und dem jeweiligen Gaswechselventil befindlichen Magnetventils der Bewegungsverlauf des Gaswechselventils innerhalb der durch den Nocken vorgegebenen Hüllkurve variiert. Durch die gegebene Abhängigkeit der Schaltdauer des hydraulisch betätigten Magnetventils von der Ölviskosität verändert sich damit auch der Bewegungsverlauf des Gaswechselventils. Zusätzlich wird bei einem Entkoppeln des Gaswechselventils dieses durch Federkraft gegen die Hydraulikflüssigkeit geschlossen, um den Schließvorgang gegen das Motorgehäuse ausreichend zu bremsen. Damit ändert sich jedoch der ballistische Schließvorgang des Gaswechselventils in Abhängigkeit von der Viskosität des Motoröls. Wird das Öl beispielsweise viskoser, so bleibt ein Einlassventil wegen der verlängerten Schließzeit länger geöffnet. Infolge dessen wird in den Kolbenraum bei gleichbleibender Brennstoffmenge mehr Sauerstoff mit eingebracht. Die Sauerstoffkonzentration im Abgas steigt an.

[0040] Damit wird ersichtlich, dass insbesondere die Sauerstoffkonzentration im Abgas ebenfalls eine Aussage über die vorhandene Ölviskosität beinhaltet. Wird wiederum die Änderung der Sauerstoffkonzentration im Abgas während der Betriebsdauer der Verbrennungsmotors gegenüber einem Zustand mit neuem Motoröl beobachtet, so kann hieraus unter Beachtung der hydraulischen Ansteuerung der Gaswechselventile auf eine qualitative und auf eine quantitative Änderung der Ölviskosität geschlossen werden. Bei entsprechender Kalibrierung ist gegebenenfalls auch hier eine absolute Bestimmung der Ölviskosität möglich.

[0041] In einer bevorzugten Ausgestaltung hierzu wird als Parameter zur Charakterisierung der Abgaszusammensetzung ein von einer Lambda-Regelung aus einer gemessenen Sauerstoffkonzentration im Abgas ermitteltes Steuersignal herangezogen. Damit kann unmittelbar auf einen bereits vorhandenen, geeigneten Betriebsparameter zurückgegriffen werden. Eine zusätzliche Sensorik ist ebenfalls nicht erforderlich.

[0042] Bevorzugt wird dabei eine von der Lambda-Regelung vorgenommene Korrektur der Sauerstoffkonzentration als geeigneter Parameter herangezogen. Bei diesem Konzept wird nicht der absolute Wert der Sauerstoffkonzentration ausgewertet, sondern das Regelverhalten einer vorhandenen Lambda-Regelung. Dies beruht auf der Überlegung, dass beispielsweise infolge von Alterungserscheinungen die Viskosität des Motoröls ansteigt und dass — im Vergleich zum vorhergehenden Zustand — über die Lambda-Regelung es zu einer fehlerhaften Einstellung kommt und der im Abgas gemessene Sauerstoffgehalt von dem — bei unveränderter Öleigenschaft — erwarteten Sauerstoffgehalt abweicht. Dieser Fehler wird von der Lambda-Regelung korrigiert. Diese Korrektur, die letztendlich eine Korrektur der Sauerstoffkonzentration im Abgas ist, wird zur Ermittlung der Viskositäts-Kenngröße herangezogen. Die Ermittlung einer Viskositäts-Kenngröße aus den Parametern einer Lambda-Regelung kann insbesondere einer zeitgleich zu diesem Schutzrecht von derselben Anmelderin eingereichten deutschen Patentanmeldung mit dem Titel "Verfahren sowie Steuereinrichtung zur Ermittlung einer Viskositäts-Kenngröße eines Motoröls" entnommen werden.

[0043] Der Korrekturwert oder die Sauerstoffkonzentration wird bevorzugt wiederum bezüglich seiner möglichen Parameterwerte mit Ölviskositäten oder mit Viskositätsklassen getrennt in einem Niedertemperatur- und in einem Hochtemperaturbereich korreliert. In einem Hochtemperaturbereich wird beispielsweise der niedrigst verfügbare Korrekturwert mit einem für den Motorbetrieb zu niederviskosen Motoröl, und der höchste verfügbare Korrekturwert mit einem dickflüssigen Hochtemperatur-Öl, beispielsweise der SAE-Klasse W50 oder W60 korreliert. In einem Niedertemperaturbereich wird der höchste verfügbare Korrekturwert dann entsprechend mit einem möglichst dickflüssigen Niedertemperatur-Öl korreliert, welches beispielsweise durch SAE 20W bezeichnet ist.

[0044] Entsprechend den bereits angegebenen Parametern zur Angabe einer Motorreibung oder zur Angabe der Einstellzeit des gewünschten Öldrucks während einer Startphase des Verbrennungsmotors kann auch ein Parameter zur Charakterisierung der Einstellgeschwindigkeit einer Nockenwellenverstellung zur Charakterisierung der Ölviskosität herangezogen werden. Eine raschere Einstellgeschwindigkeit spricht hierbei für eine niedrige und eine eher langsame Einstellgeschwindigkeit für eine eher hohe Viskosität des Motoröls. Entsprechend kann wiederum die Korrelation des niedrigst verfügbaren Parameterwerts zu einem für den Betrieb des Verbrennungsmotors zu niederviskosem Öl und des höchst verfügbaren Parameterbereichs (getrennt jeweils in einem Nieder- und in einen Hochtemperaturbereich) mit einem dickflüssigen Motoröl entsprechend der Sommer- oder der Winterklassifikation korreliert werden.

[0045] Ergänzend kann zur Charakterisierung der Ölviskosität natürlich ein ohnehin in der Motorsteuerung verwendetes Modell herangezogen werden, welches die Änderung der Viskosität des eingesetzten Motoröls durch Alterung beschreibt. Ein solches Modell basiert auf der Annahme des zeitlichen Verfalls der den heutigen Mehrbereichsölen zugesetzten Polymere.

[0046] Zusätzlich zu den oben genannten eigentlichen Betriebsparametern kann für das angegebene Verfahren ein Parameter zur Angabe eines Ölwechsels herangezogen werden. Ein solcher Parameter ist heutigen modernen Motorsteuerungen unmittelbar zu entnehmen. Über diesen Parameter kann das System unmittelbar auf einen Zustand neuen Motoröls schließen und damit zukünftige Änderungen auf diesen Zustand beziehen.

[0047] In einer weiter bevorzugten Ausgestaltung wird auf die Viskositäts-Kenngröße unter Hinzuziehung einer Rangfolge oder Wichtung der zur Einzelprognose herangezogenen Parameter geschlossen. Im Falle der bereits angegebenen, besonders bevorzugten Parameter wird eine Wichtung in der angegebenen Reihenfolge bevorzugt. Damit wird Bezug auf die Aussagekräftigkeit der jeweiligen Parameter hinsichtlich der Ölviskosität genommen.

[0048] Die genannte Aufgabe wird erfindungsgemäß weiter gelöst durch eine Steuereinrichtung zur elektronischen Motorsteuerung eines Verbrennungsmotors, die ausgebildet ist, eine Vielzahl von einem Betriebszustand des Verbrennungsmotors charakterisierende Betriebsparameter zu erfassen und/oder zu ermitteln, zu verschiedenen Zeitpunkten aus diesen Betriebsparametern mehrere, zumindest eine Grobausage über die Viskosität des Motoröls zulassende Parameter jeweils zu einer Einzelprognose über die Viskosität des Motoröls auszuwerten, Änderungen der Einzelprognosen bei vergleichbaren Arbeitspunkten des Verbrennungsmotors gegenüber einem Zustand neuen Motoröls zu erfassen, und aus den Änderungen der mehreren Einzelprognosen auf eine Viskositäts-Kenngröße eines Motoröls zu schließen.

[0049] Die Steuereinrichtung kann hierbei zur Gewinnung einer Aussage über die Ölviskosität auf die bereits bei einer modernen Motorsteuerung vorhandene Sensorik zurückgreifen. Die entsprechenden Auswertungen und Berechnungen können durch Software realisiert werden.

[0050] Die Steuereinrichtung ist insbesondere zur Durchführung des vorbeschriebenen Verfahrens ausgestaltet. Die hierfür genannten Vorteile können sinngemäß auf die Steuereinrichtung übertragen werden.

Kurze Beschreibung der Zeichnung

[0051] Ausführungsbeispiele der Erfindung werden anhand einer Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigen:

Fig. 1 schematisch für einen Verbrennungsmotor mit hydraulischer Betätigung der Gaswechselventile eine Steuereinrichtung unter Gewinnung einer Viskositäts-Kenngröße aus mehreren Einzelprognosen,

Fig. 2 schematisch für einen Verbrennungsmotor mit Nockenwellenverstellung eine Steuereinrichtung zur Gewinnung einer Viskositäts-Kenngröße aus mehreren Einzelprognosen,

Fig. 3 schematisch den Verlauf des Erregerstroms für ein hydraulisch betätigtes Magnetventil und

Fig. 4 schematisch den Bewegungsablauf eines hydraulisch betätigten Gaswechselventils.

Ausführliche Beschreibung der Zeichnung

[0052] In Fig. 1 ist schematisch eine Steuereinrichtung 10 zur elektronischen Motorsteuerung eines Verbrennungsmotors mit einer hydraulischen Betätigung der Gaswechselventile gezeigt. Der Motor verfügt in diesem Fall sowohl über eine Nockenwellenverstellung als auch über eine unmittelbar hydraulische Betätigung der Gaswechselventile.

[0053] Die Steuereinrichtung 10 umfasst einen Grundcomputer 11, der das Herzstück der elektronischen Motorsteuerung ist. Als Software oder als zusätzliche Hardware ist weiter eine zentrale Analyseeinheit 13 implementiert, die über eine Vielzahl von ausgewählten, der Motorsteuerung zur Verfügung stehenden Betriebsparametern eine Aussage über den aktuellen Status der Ölviskosität ermittelt.

[0054] Vorliegend bezieht die zentrale Analyseeinheit 13 dazu die Parameter aus der Magnetventilsteuerung zur hydraulischen Betätigung der Gaswechselventile ein. Dafür ist ein entsprechender Magnetventilanalysator 15 durch Software gebildet, der aus den Erregerströmen der Magnetventile Schaltdauern ermittelt und hierdurch Prognosewerte für eine vorhandene Ölviskosität ausgibt. Weiter bezieht die zentrale Analyseeinheit 13 Betriebsparameter aus einer vorhandenen Lambda-Regelung 17 ein. Insbesondere wird hierbei auf den Korrekturwert der Lambda-Regelung zurückgegriffen, der einen veränderten Sauerstoffgehalt im Abgas gegenüber einem neuen Motoröl bzw. gegenüber dem eingestellten ursprünglichen Zustand angibt.

[0055] Des Weiteren wird von der zentralen Analyseeinheit die Ausgabe einer Vorhersageeinheit 18 als Parameter zur Auswertung für eine Einzelprognose herangezogen. Die Vorhersageeinheit 18 ist dabei Teil der Motorsteuerung 10 und beinhaltet ein Alterungsmodell zur Vorhersage der Ölviskosität mit zunehmender Betriebsdauer.

[0056] Zusätzlich wird aus der vorhandenen Öldrucksensorik der Motorsteuerung ein Betriebsparameter abgegriffen bzw. ermittelt, der während einer Startphase die Einstellzeit bis zum Erreichen des gewünschten Öldrucks angibt. Dazu ist per Software ein entsprechender Öldruckanalysator 20 ausgebildet.

[0057] Weiter wird zur Ermittlung von Einzelprognosen hinsichtlich der Ölviskosität als geeigneter Parameter ein Reibungswert des Motors herangezogen. Dieser Reibungswert kann der Motorsteuerung entnommen werden, die diese beispielsweise im Leerlauf aus der Differenz zwischen Soll- und Ist Drehzahl ermittelt. Zur Ermittlung der Einzelprognose für die Ölviskosität hieraus ist ein Reibungsanalysator 22 implementiert bzw. durch Software realisiert.

[0058] Weiter wird als geeigneter Betriebsparameter die Einstellgeschwindigkeit des Nockenwellenverstellers herangezogen. Die entsprechenden Response-Zeiten können der vorhandenen Sensorik entnommen bzw. aus den entsprechend vorhandenen Parametern abgeleitet werden. Zur Ermittlung einer Aussage über die Ölviskosität hieraus ist ein

Phasenanalysator 21 realisiert.

[0059] Die zentrale Analyseeinheit 13 beobachtet zeitliche Änderungen der jeweils ermittelten Einzelprognosen zueinander, wobei Einzelprognosen jeweils bei vergleichbaren Arbeitspunkten des Verbrennungsmotors miteinander verglichen werden. Aus den entsprechenden Änderungen leitet die zentrale Analyseeinheit 13 eine Viskositäts-Kenngröße ab, die qualitativ und gegebenenfalls auch quantitativ den jeweils aktuellen Viskositätszustand des Motoröls beschreibt. Die Viskositäts-Kenngröße ist insbesondere ein Viskositätsklasse, insbesondere der SAE Spezifikation, und gibt insofern auch den aktuellen Temperaturgang der Viskosität des Motoröls an.

[0060] In Fig. 2 ist eine entsprechende Steuereinrichtung 10 für einen Verbrennungsmotor mit Nockenwellenverstellung ohne unmittelbare hydraulische Betätigung der Gaswechselventile vorgesehen. Folglich entfällt zur Bestimmung der Viskositäts-Kenngröße die Lambda-Regelung 17 sowie der Magnetventilanalysator 15, der die Schaltdauer eines Magnetventils im hydraulischen Gestänge zwischen dem Nocken und dem entsprechenden Gaswechselventil analysiert. Die übrigen Komponenten sind entsprechend vorhanden und gleich bezeichnet.

[0061] In beiden Ausgestaltungen erfasst die Steuereinrichtung 10 über den Grundrechner 11 auch einen Parameter, der einen vollzogenen Ölwechsel angibt. Bei einem den Ölwechsel anzeigenden Parameterwert wird die zentrale Analyseeinheit gewissermaßen zurückversetzt. Die im Folgenden ermittelten Einzelprognosen werden einem Zustand zugeschrieben, der einem neuen Motoröl entspricht. Darauf folgende Einzelprognose werden hierzu kalibriert bzw. korreliert.

[0062] In Fig. 3 ist ein typischer Verlauf des Erregerstroms I dargestellt, wie er zur Ansteuerung eines Magnetventils im hydraulischen Gestänge zwischen einem Nocken und dem jeweils zugeordneten Gaswechselventil angeordnet ist. Üblicherweise wird die Spule zunächst mit einem Einschaltstrom I_1 zu einer Zeit t_1 beaufschlagt. Dieser Einschaltstrom I_1 führt lediglich zu einer Vormagnetisierung, nicht jedoch zu einer Bewegung des Verschlusselements. Zum Aktivieren, also Schließen des Ventils, welches einen Ölfluss in eine Ausgleichskammer ermöglicht, wird zum Zeitpunkt t_2 dieses mit einem Schließstrom I_2 beaufschlagt. Zu diesem Zeitpunkt bewegt sich das Verschlusselement in seine Schließstellung. Aufgrund einer induktiven Antwort fällt der Schließstrom etwas ab. Nach dem Schließen wird üblicherweise zu einem Zeitpunkt t_3 der Strom auf einen Haltestrom I_3 reduziert.

[0063] Zum Öffnen des Ventils wird zu einem Zeitpunkt t_4 die Stromzufuhr abgeschaltet. Aufgrund einer rückstellenden Feder verschiebt sich das Verschlusselement in Richtung zur Offenstellung. Hierbei wird wiederum eine induktive Antwort erzeugt, die sich im Nachgang zum Zeitpunkt t_4 in einem Stromimpuls äußert. Der Verlauf dieses Stromimpulses korreliert zu der Bewegung des Verschlusselements des angesteuerten Magnetventils. Aus dem Verlauf des Stromimpulses ist eine definierte Position des Verschlusselements, insbesondere seine Offenstellung, eindeutig ableitbar. Diese wird im Ausführungsbeispiel zum Zeitpunkt t_5 erreicht.

[0064] Die Zeitpunkte t_4 sowie t_5 entsprechen daher einer ersten und einer zweiten Position des angesteuerten Magnetventils. Die Zeitdauer Δt zwischen t_4 und t_5 repräsentiert die Ausschaltzeit für den Schaltvorgang und damit den Verstellvorgang des Magnetventils. Die Zeitdauer Δt ist unmittelbar mit der Viskosität des verwendeten Motoröls verknüpft. Untersuchungen haben gezeigt, dass hierbei ein linearer Zusammenhang zwischen der Zeitdauer Δt und der kinematischen Viskosität besteht.

[0065] In Fig. 4 ist zunächst ein typischer Erregerstrom I dargestellt, wie er zur Betätigung eines Magnetventils zur Steuerung der Gaswechselventile eingesetzt ist. Dieser Erregerstrom I entspricht in seinem Verlauf im Wesentlichen dem bereits in Fig. 3 gezeigten. Zu einem Zeitpunkt t_3 wird der Strom üblicherweise auf einen Haltestrom I_3 reduziert, der größer als der Einschaltstrom I_1 ist. Zu einem Zeitpunkt t_4 wird die Stromzufuhr abgeschaltet und der Erregerstrom I fällt ab. Der Zeitpunkt t_4 wird von der entsprechenden Motorsteuerung in Abhängigkeit der aktuellen Anforderungen vorgegeben.

[0066] Ergänzend ist in Fig. 4 der diesem zugeordnete Verlauf des Hubs H des entsprechend angesteuerten Gaswechselventils im Zeitverlauf aufgetragen. Die gestrichelte Linie gibt eine Hüllkurve h wieder, die die Hubbewegung des Gaswechselventils bei dauerhaft geschlossenem Magnetventil wiedergibt. Die Hüllkurve h entspricht daher der Bewegung des Gaswechselventils, wenn dieses zwangsweise der Bewegung des Nockens unmittelbar folgt.

[0067] Durch das Abschalten des Erregerstroms I zum Zeitpunkt t_4 weicht die Hubbewegung des Gaswechselventils von der Hüllkurve h ab. Das Gaswechselventil schließt zu einem früheren Zeitpunkt. Der tatsächliche Verlauf der Hubbewegung des Gaswechselventils bei dem dargestellten Verlauf des Erregerstroms I ist durch die durchgezogene Linie dargestellt. Wie zu erkennen ist, weicht nach einer mit der Hüllkurve h identischen Anfangsphase der Verlauf der Hubbewegung von der Hüllkurve h ab. Die abfallende Bewegung, also das Schließen des Gaswechselventils, wird vorliegend als ballistische Phase bezeichnet, da in diesem Zustand das Gaswechselventil allein aufgrund der Federkraft in die Schließstellung zurückgeführt wird. Die Federkraft arbeitet hierbei entgegen der systembedingten Reibungskräfte. Diese sind maßgeblich durch die Viskosität des verwendeten Motoröls bedingt. Die ballistische Phase kann hierbei in zwei Teilbereiche $b1$ und $b2$ unterteilt werden. Die erste Teilphase $b1$ ist bedingt durch eine Schließbewegung des Magnetventils, für das die gleichen Überlegungen wie für das Gaswechselventil gelten. Auch hier erfolgt die Verstellung des Ventils federkraftbetätigt gegen die maßgeblich durch die Viskosität bedingte Reibungskraft. Die zweite ballistische Teilphase $b2$ ist dann allein durch das Gaswechselventil bedingt. Das Magnetventil befindet sich zum Zeitpunkt t_5 in

seiner geschlossenen Position.

[0068] Das hier betrachtete Gaswechselventil ist ein Einlassventil. Die Fläche unter der Kurve für die Hubbewegung des Gaswechselventils korreliert somit zu der Menge der für einen Verbrennungstakt angesaugten Luft und bestimmt somit - bei definierter Einspritzmenge des eingespritzten Brennstoffs — das Mischungsverhältnis zwischen Brennstoff und Luft. Damit wird zugleich auch der Sauerstoffgehalt im Abgas beeinflusst. Dieser bzw. ein hieraus abgeleiteter Betriebsparameter kann aus einer Lambda-Regelung entnommen werden, und lässt Aussagen über die Ölviskosität zu.

[0069] Bei einer höheren Viskosität des Motoröls verschiebt sich beispielsweise die ballistische Phase b1,b2 nach rechts, d.h. das Gaswechselventil schließt langsamer. Der Grund hierfür ist in der durch die höhere Viskosität bedingten höheren Reibungskraft zu sehen. Entsprechend nimmt die Sauerstoffkonzentration im Abgas zu. Die Lambda-Regelung muss zur Einstellung desselben gewünschten Betriebszustands einen höheren Korrekturwert ausgeben.

[0070] Die Boxen der Fig. 1 und 2 beinhalten folgenden Text:

11	Grundrechner	
13	zentrale Analyseeinheit	
15	15	Magnetventilanalysator: Erfassen des Ölzustands basierend auf Einschaltzeit und Ausschaltzeit
17	17	Lambda-Regelung: Funktion zum Erfassen einer typischen Lambda-Regelungs-Abweichung als Folge der Öl-Viskosität
18	18	Vorhersageeinheit: Öl-Degradierungs-Modell
20	20	Öldruckanalysator: Analyse des Öldruck-Signals
21	21	Phasenanalysator: Funktion zur Analyse der Nockenwellen-Verstell (-Ansprech)-Zeit
22	22	Reibungsanalysator: Abschätzung des Reibungswertes des Motors

Liste der Bezugszahlen

[0071]

- 10 Steuereinrichtung
- 11 Grundrechner
- 13 zentrale Analyseeinheit
- 15 Magnetventilanalysator
- 17 Lambda-Regelung
- 18 Vorhersageeinheit
- 20 Öldruckanalysator
- 21 Phasenanalysator
- 22 Reibungsanalysator

Patentansprüche

1. Verfahren zur Ermittlung einer Viskositäts-Kenngröße eines Motoröls in einem Verbrennungsmotor, wobei zu einer elektronischen Motorsteuerung eine Vielzahl von einem Betriebszustand des Verbrennungsmotors charakterisierender Betriebsparameter erfasst und/oder ermittelt wird, wobei zu verschiedenen Zeitpunkten aus diesen Betriebsparametern mehrere zumindest eine Grobausage über die Viskosität des Motoröls zulassende Parameter jeweils zu einer Einzelprognose über die Viskosität des Motoröls ausgewertet werden, wobei Änderungen der Einzelprognosen bei vergleichbaren Arbeitspunkten des Verbrennungsmotors gegenüber einem Zustand neuen Motoröls erfasst werden, und wobei aus den Änderungen der mehreren Einzelprognosen auf die Viskositäts-Kenngröße geschlossen wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Temperatur des Motoröls erfasst wird, und wobei der jeweils verfügbare Parameterbereich für Temperaturen oberhalb eines vorgegebenen Grenzwerts auf einen ersten Bereich von Prognosewerten zur Ölklassifizierung und für Temperaturen unterhalb des Grenzwerts auf einen zweiten Bereich von Prognosewerten zur Ölklassifizierung kalibriert wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei aus den Änderungen der Einzelprognosen auf eine im Vergleich zum neuen Motoröl geänderte Ölklasse geschlossen wird.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei aus den Änderungen der Einzelprognosen auf eine für den Verbrennungsmotor zu niedrige oder zu hohe Viskosität geschlossen wird, und wobei der weitere Betrieb oder eine Inbetriebnahme des Verbrennungsmotors blockiert oder zumindest davor gewarnt wird.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei aus den Änderungen der Einzelprognosen auf einen durchgeführten Ölwechsel geschlossen wird.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei nach einem Ölwechsel die Änderungen der Einzelprognosen gegenüber dem hierdurch gegebenen Ausgangszustand erfasst werden.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die zur Auswertung für eine Einzelprognose herangezogenen Parameter ausgewählt werden aus einer Gruppe, die Parameter zur Charakterisierung der Verstellgeschwindigkeit einer hydraulischen Komponente, insbesondere eines elektrisch steuerbaren Schaltventils, Parameter zur Charakterisierung der Abgaszusammensetzung, insbesondere der Sauerstoffkonzentration, Parameter zur Charakterisierung einer auf einem Modell basierten Ölveränderung durch Alterung und/oder Verschleiß, Parameter zur Charakterisierung des Öldruckes, Parameter zur Charakterisierung der Einstellgeschwindigkeit einer Nockenwellenverstellung sowie Parameter zur Charakterisierung eines Reibungswertes des Verbrennungsmotors enthält.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Verbrennungsmotor mit einer hydraulischen Verstellung der Gaswechselventile betrieben wird.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei auf die Viskositäts-Kenngröße unter Hinzuziehung einer Rangfolge oder Wichtung der zur Einzelprognose herangezogenen Parameter geschlossen wird.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 9, wobei als Parameter zur Charakterisierung der Verstellgeschwindigkeit einer hydraulischen Komponente die Einschaltdauer und/oder Ausschaltdauer eines Magnetventils in einem hydraulischen Gestänge zur Betätigung der Gaswechselventile herangezogen wird.
11. Verfahren nach Anspruch 10, wobei die Einschaltdauer und/oder Ausschaltdauer aus einer induktiven Antwort des Erregerstroms ermittelt wird.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 11, wobei als Parameter zur Charakterisierung der Abgaszusammensetzung ein von einer Lambda-Regelung aus einer gemessenen Sauerstoffkonzentration im Abgas ermitteltes Steuersignal herangezogen wird.
13. Verfahren nach Anspruch 12, wobei eine von der Lambda-Regelung vorgenommene Korrektur der Sauerstoffkonzentration als Parameter herangezogen wird.
14. Steuereinrichtung zur elektronischen Motorsteuerung eines Verbrennungsmotors, die ausgebildet ist, eine Vielzahl von einem Betriebszustand des Verbrennungsmotors charakterisierende Betriebsparameter zu erfassen und/oder zu ermitteln, zu verschiedenen Zeitpunkten aus diesen Betriebsparametern mehrere zumindest eine Grobausage über die Viskosität des Motoröls zulassende Parameter jeweils zu einer Einzelprognose über die Viskosität des Motoröls auszuwerten, Änderungen der Einzelprognosen bei vergleichbaren Arbeitspunkten des Verbrennungsmotors gegenüber einem Zustand neuen Motoröls zu erfassen, und aus den Änderungen der mehreren Einzelprognosen auf eine Viskositäts-Kenngröße eines Motoröls zu schließen.
15. Steuereinrichtung nach Anspruch 14, die weiter zur Durchführung eines Verfahrens gemäß den Ansprüchen 2 bis 13 ausgebildet ist.

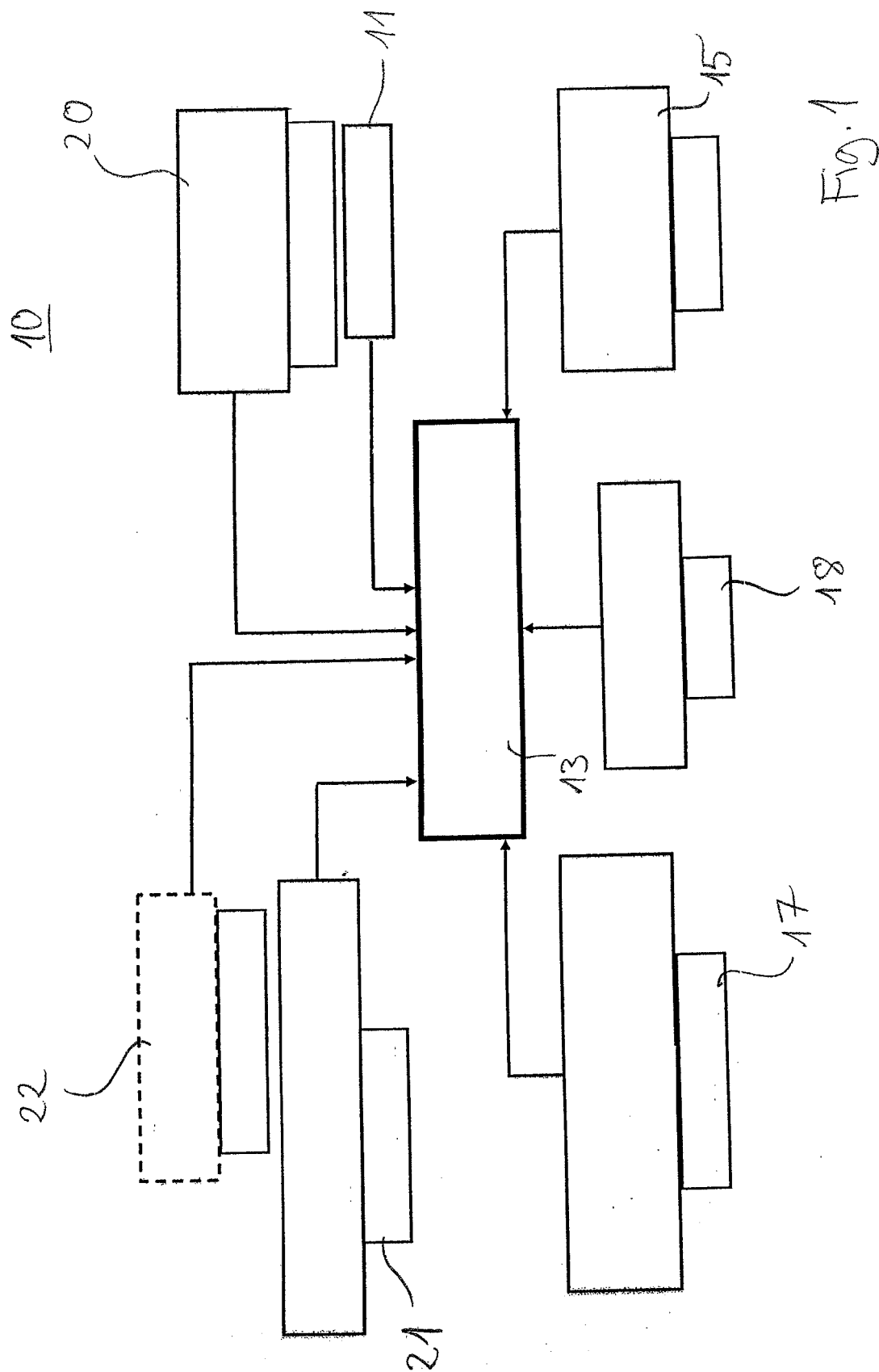


Fig. 1

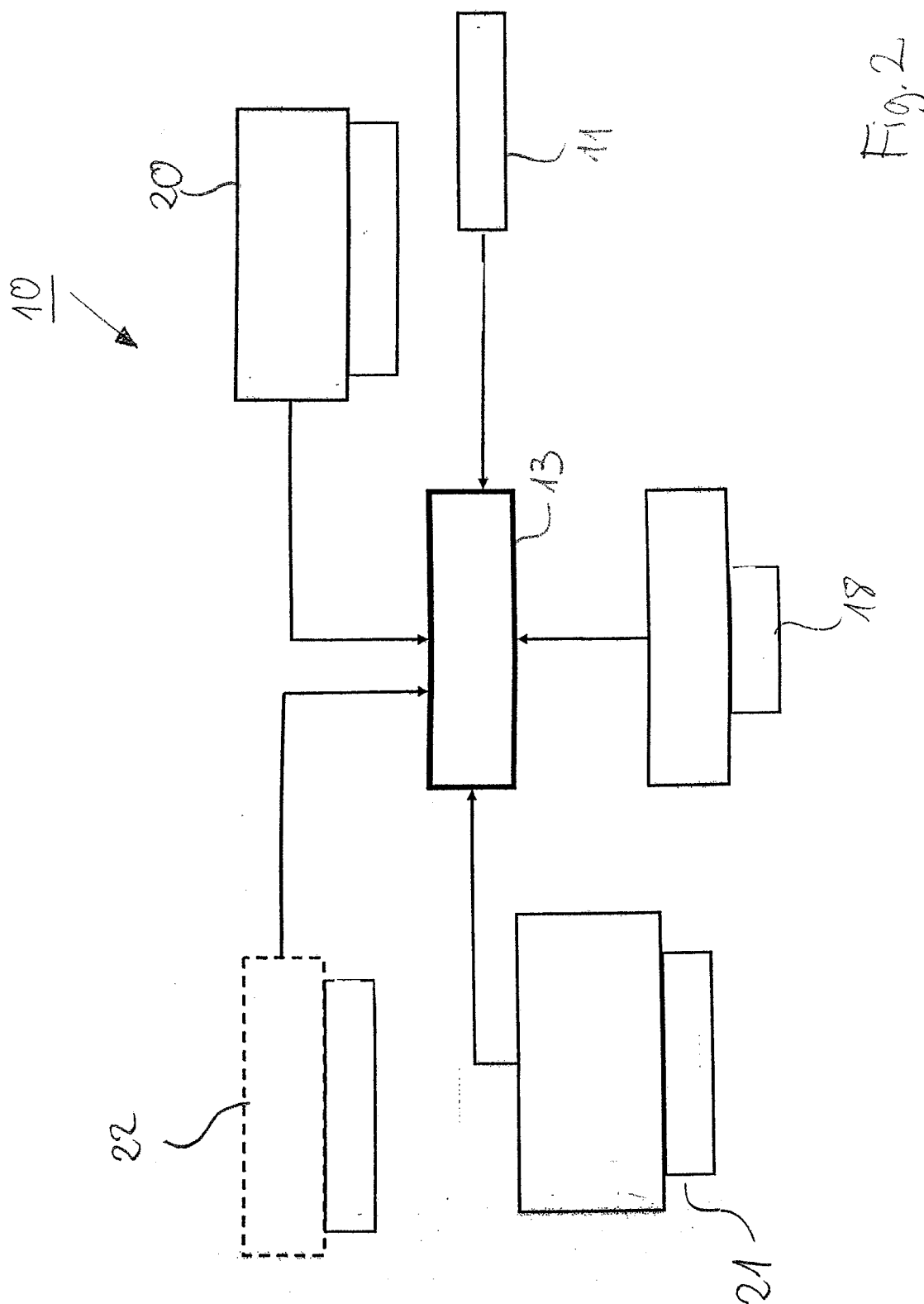


Fig. 2

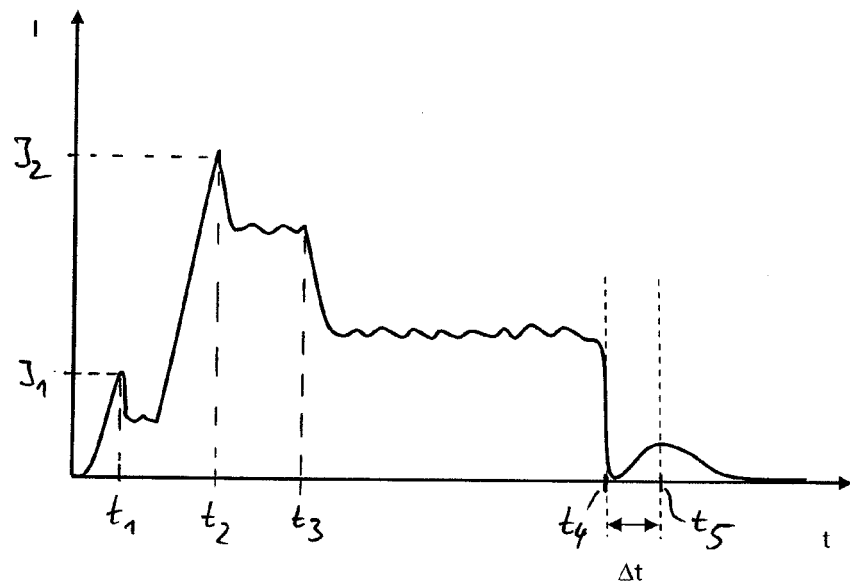


Fig. 3

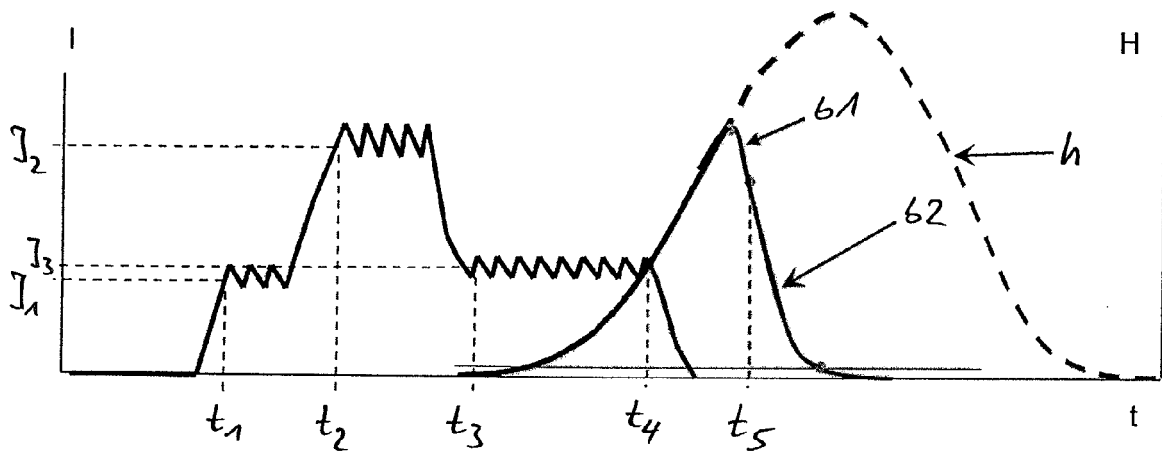


Fig. 4



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 11 16 3429

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	WO 2009/051021 A2 (TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]; YOSHIOKA MAMORU [JP]) 23. April 2009 (2009-04-23) * Seite 12, Zeile 13 - Seite 14, Zeile 5; Abbildungen 3,9, * * Seite 75, Zeile 9 - Seite 16, Zeile 22; Abbildungen 12,13 * * Seite 116, Zeile 15 - Seite 119, Zeile 2; Beispiele 28,29 * -----	1-6,14, 15	INV. F01M11/10
X	EP 1 471 216 A2 (DELPHI TECH INC [US]) 27. Oktober 2004 (2004-10-27) * Absatz [0025] - Absatz [0055]; Abbildungen 1-8 * -----	1-6,14, 15	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F01M
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	
Den Haag		8. August 2011	
		Prüfer	
		Flamme, Emmanuel	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
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		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 anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

 3
EPO FORM 1503 03.82 (P4C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 11 16 3429

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

08-08-2011

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2009051021 A2	23-04-2009	CN 101828007 A	08-09-2010
		EP 2209974 A2	28-07-2010
		JP 2009097472 A	07-05-2009
		US 2010236227 A1	23-09-2010

EP 1471216 A2	27-10-2004	US 2004211246 A1	28-10-2004
		US 2005039521 A1	24-02-2005

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

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

- EP 1544419 A1 [0005]