



REPUBLIK
ÖSTERREICH
Patentamt

(10) Nummer: **AT 007 136 U2**

(12) **GEBRAUCHSMUSTERSCHRIFT**

(21) Anmeldenummer: GM 413/04
(22) Anmeldetag: 14.06.2004
(42) Beginn der Schutzdauer: 15.08.2004
(45) Ausgabetag: 25.10.2004

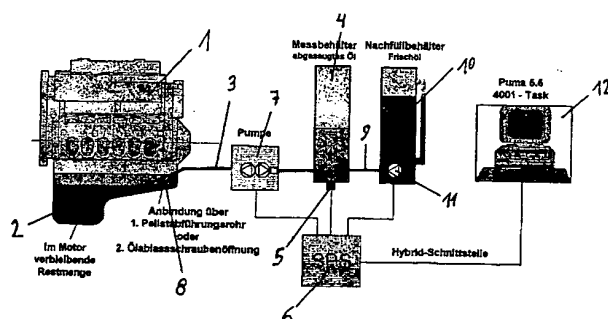
(51) Int. Cl.⁷: **G01M 15/00**

(73) Gebrauchsmusterinhaber:
AVL LIST GMBH
A-8020 GRAZ, STEIERMARK (AT).

(54) **MESS- UND PRÜFSYSTEM FÜR EINEN PRÜFLING MIT ZUMINDEST EINEM BETRIEBSFLUID SOWIE MESS- UND PRÜFVERFAHREN**

(57) Ein Mess- und Prüfsystem für einen Prüfling (1) mit zumindest einem Betriebsfluid, insbesondere zur Prüfung einer Verbrennungskraftmaschine, weist zumindest eine Messanordnung auf, die mit einem das Betriebsfluid enthaltenden Raum (2) des Prüflings (1) verbunden ist, und umfasst eine Teilmessanordnung (4, 5, 6) für einen Mengenparameter des Betriebsfluids und zumindest eine weitere Teilmessanordnung (6, 7) für zumindest einen Beschaffenheitsparameter zur Charakterisierung der physikalischen und/oder chemischen Beschaffenheit des Betriebsfluids, sowie eine mit der Messanordnung verbundene Steuer- und Auswerteeinheit (6).

Um im Zusammenhang mit der messtechnischen Bestimmung von Parametern von Betriebsfluiden auf systematische und einfache Art auch Aussagen über die Zulässigkeit oder mögliche Gültigkeit der Parameter der Betriebsfluide und gegebenenfalls der sonstigen Mess- und Prüfergebnisse zu machen, ist in der Auswerteeinheit (6) eine Auswertelogik implementiert, die Mengenparameter und zumindest einen Beschaffenheitsparameter nach einem vordefinierbaren Zusammenhang verknüpft und ein Verwendungspotential des Betriebsfluids bestimmt.



AT 007 136 U2

Die Erfindung betrifft ein Mess- und Prüfsystem für einen Prüfling mit zumindest einem Betriebsfluid, insbesondere zur Prüfung einer Verbrennungskraftmaschine, mit zumindest einer Messanordnung, die mit einem das Betriebsfluid enthaltenden Raum des Prüflings verbunden ist, umfassend eine Teilmessanordnung für einen Mengenparameter des Betriebsfluids und zumindest
 5 eine weitere Teilmessanordnung für zumindest einen Beschaffenheitsparameter zur Charakterisierung der physikalischen und/oder chemischen Beschaffenheit des Betriebsfluids, sowie eine mit der Messanordnung verbundene Steuer- und Auswerteeinheit, sowie ein Mess- und Prüfverfahren für einen Prüfling mit zumindest einem Betriebsfluid, insbesondere zur Prüfung einer Verbrennungskraftmaschine, wobei ein Mengenparameter des Betriebsfluids sowie zumindest ein Beschaffenheitsparameter zur Charakterisierung der physikalischen und/oder chemischen Beschaffenheit
 10 des Betriebsfluids bestimmt werden.

Für Forschung und Entwicklung oder auch zum Beispiel für die Qualitätsprüfung und Diagnose an komplexen Maschinen, beispielsweise an Verbrennungskraftmaschinen, aber auch z.B. Kolbenkompressoren, Turbinen, Fahrzeuggetriebe und -antriebsstränge, usw., werden komplexe Mess- und Prüfsysteme benötigt, die eine signifikante Erprobung und Optimierung der Maschine ermöglichen sollen. Die dabei zum Einsatz kommenden Betriebsfluide - das sind beispielsweise Schmieröl, Kühlmittel und gegebenenfalls auch flüssige, gasförmige oder zum Beispiel auch staubförmige Kraftstoffe und Verbrennungsluft - haben in diesem Zusammenhang eine besondere Bedeutung. Sie müssen der Maschine in ausreichender Menge und in geeigneter Beschaffenheit bereitgestellt werden und sie werden im Betrieb der Maschine verbraucht. Der Verbrauch kann mengenmäßig und/oder beschaffenheitsmäßig erfolgen, wobei beispielsweise das Kühlmittel normalerweise nicht durch einen eigentlichen Mengenverbrauch, sondern durch eine Durchströmungsmenge charakterisiert sein wird, und der Verbrauch zum Beispiel bei der Verbrennung von Kraftstoff mit Verbrennungsluft der Verbrauch wird sowohl mengenmäßig als auch beschaffenheitsmäßig quasi vollständig sein, während zum Beispiel der Schmierölverbrauch als Menge und als Verschlechterung stetig, im Sinn einer schleichenden Veränderung, erfolgt.
 15
 20
 25

Mess- und Prüfsysteme werden daher häufig mit einer Vielzahl von entsprechenden Messgeräten ausgestattet. Sie dienen einerseits zur Bestimmung von Mengenparametern eines Betriebsfluids. Je nach Ausführung und Anwendung können der aktuelle Zustrom oder Verbrauchsstrom, oder auch die Durchströmung, bestimmt werden, beispielsweise als Volumen oder Masse pro Zeiteinheit, oder pro Betriebszyklus, oder als akkumulierter Wert; oder es kann die aktuell noch in einem Speicherbehälter vorhandene Menge, oder die Mengen- oder Pegeldifferenz gegenüber einem zuletzt gemessenen Wert, usw., bestimmt werden. Andererseits werden Mess- und Prüfsysteme häufig auch mit Messgeräten zur Bestimmung von Beschaffenheitsparametern der Betriebsfluide ausgestattet, die eine Charakterisierung der physikalischen und/oder chemischen Beschaffenheit des Betriebsfluids ermöglichen. Solche Messgeräte und Sensoren zur Bestimmung von Beschaffenheitsparametern können auch beispielsweise in Konditioniergeräte eingebaut werden, die zum Beispiel zur Konditionierung von Temperatur und Druck des zugeführten Kraftstoffes, oder zur Konditionierung von Temperatur, Feuchte und Druck der zugeführten Verbrennungsluft dienen.
 30
 35

Es ist grundsätzlich auch bekannt, einen Mengenparameter und einen Beschaffenheitsparameter des Betriebsfluids miteinander mathematisch zu verknüpfen und auf diese Art eine weitere, abgeleitete physikalische oder chemische Größe des Betriebsfluids, bzw. einen weiteren Mengen- oder Beschaffenheitsparameter, zu bestimmen. Zum Beispiel erhält man durch Multiplikation des Mengenparameters „Volumsdurchfluss“ mit dem Beschaffenheitsparameter „Dichte“ den neuen
 40 Mengenparameter „Massendurchfluss“. Oder man erhält aus den gemessenen Laufzeiten eines Ultraschall-Durchflußmesssystems den Volumsdurchfluß und die Schallgeschwindigkeit des strömenden Gases; und aus der Schallgeschwindigkeit und dem gemessenen Druck als weiterem Beschaffenheitsparameter des Fluids erhält man die aktuelle Gasdichte, sodaß man durch Multiplikation von Volumsdurchfluss und Dichte den gesuchten Massenstrom erhält.
 45

Aber auch in diesen Fällen gilt wie in allen bekannten Systemen und Einrichtungen, daß der Mengenparameter und der zumindest eine Beschaffenheitsparameter des Betriebsfluids jeweils für sich und isoliert bestimmt und ausgewertet werden und keine Aussage über die Sinnhaftigkeit einer Messung unter den momentanen Gegebenheiten, über die Gültigkeit der bestimmten Werte von Mengenparameter, Beschaffenheitsparameter und gegebenenfalls der sonstigen Mess- und Prüfergebnisse gemacht wird.
 50
 55

Eine solche Aussage hätte aber im zunehmend automatisierten Mess- und Prüfbetrieb eine hohe Bedeutung, und es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung Systeme und Verfahren der eingangs angegebenen Art anzugeben, die es im Zusammenhang mit der messtechnischen Bestimmung von Parametern von Betriebsfluiden einer zu prüfenden Maschine ermöglichen sollen, auf systematische und einfache Art auch Aussagen über die Zulässigkeit oder mögliche Gültigkeit der bestimmten Parameter der Betriebsfluide und gegebenenfalls der sonstigen Mess- und Prüfergebnisse zu machen.

Zur Lösung dieser Aufgabe ist beim erfindungsgemäßen System in der Auswerteeinheit eine Auswertelogik implementiert, die Mengenparameter und zumindest einen Beschaffenheitsparameter nach einem vordefinierbaren Zusammenhang, in jedem Fall aber vektoriell, verknüpft und das Verwendungspotential des Betriebsfluids bestimmt. Das Verwendungspotential kann mathematisch als ein vom Ursprung ausgehender n-dimensionaler Symptomvektor des Betriebsfluids betrachtet werden, wobei die n Koordinaten (mit n größer als 1) durch den Mengenparameter und zumindest einen Beschaffenheitsparameter gebildet werden. Als Parameter zur Charakterisierung der Vorratsmenge kommen die vorhandene bzw. verbrauchte Masse, das Volumen, der Füllstand oder Pegel, etc. in Betracht, während Parameter zur Beschaffenheitsbeurteilung physikalische Parameter wie zum Beispiel Temperatur, Dichte, Viskosität, Schallgeschwindigkeit, Kompressibilität, spezifische elektrische Leitfähigkeit, Dielektrizitätskonstante, magnetische Permeabilität bzw. Suszeptibilität (ferro-, para- oder auch diamagnetisch), Lichttrübung (Opacität), optisches Spektrum, usw., oder auch physikochemische oder chemische Parameter wie zum Beispiel Säuregrad (pH-Wert), Oxydationsgrad, Nitrations-, Alkalinität, Dispersionsvermögen, Verschäumungs-Beständigkeit, Gehalt (Menge oder Konzentration) an Luft, leichtflüchtigen Kohlenwasserstoffen, Wasserdampf (Feuchte), Wasser, Frostschutzmittel (häufig Glykol), Paraffine, Teer, Russ, Asche, Metalabrieb, Silikat (Sand, Staub), usw., sein können.

Es hat sich nämlich gezeigt, daß eine isolierte Überwachung der einzelnen messtechnisch bestimmbaren Parameter eines Betriebsfluids ohne Bezugnahme auf andere Parameter keine zufriedenstellende Aussagekraft für die Zulässigkeit oder mögliche Gültigkeit dieser Parameter und gegebenenfalls der sonstigen Mess- und Prüfergebnisse besitzt. Hingegen können deutlich signifikantere Aussagen gemacht werden, wenn die messtechnisch bestimmten Parameter, das sind ein Mengenparameter und zumindest ein Beschaffenheitsparameter, zu einer von messtechnisch bestimmbaren Parametern qualitativ völlig unterschiedlichen Aussage, nämlich dem Verwendungspotential, verknüpft und in dieser Form als Koordinaten eines Symptom-Vektors gekoppelt gemeinsam ausgewertet und überwacht werden.

Bei mangelnder Bereitstellung und/oder bei mangelnder Beschaffenheit des Betriebsfluids ist nämlich ein ordnungsgemäßer und auf das aktuelle Prüfziel bezogener Betrieb der Maschine nicht möglich. In einem solchen Fall sind daher auch die an der Maschine gewonnenen Mess- und Prüfergebnisse ungültig oder von nur beschränkter Gültigkeit. Um nun einen solchen fehlerhaften Zustand oder sein schleichendes oder plötzliches Eintreten erkennen zu können, braucht es eine Überwachung. Bezogen auf die Betriebsfluide der zu prüfenden Maschine gibt es nun aber eine Vielzahl von Möglichkeiten, wie verschiedene Effekte einander überlagern und sogar teilweise kompensieren können, die eine einfache und isolierte Überwachung der messtechnisch bestimmbaren Parameter allein wenig aussagekräftig machen.

Nun gibt es, beispielsweise an Bord von neueren Kraftfahrzeugen, Einrichtungen, die anzeigen, ob mit dem Fahrzeug weiter gefahren werden darf, bzw. wie lange das aktuell vorhandene Schmieröl des Motors noch verwendet werden darf und wann der nächste Ölwechsel fällig wird. Diese Einrichtungen sind ein Beispiel dafür, was mit der gegenständlichen Erfindung nicht gemeint ist, nämlich die voneinander isolierte Überwachung der vorhandenen Ölmenge einerseits - ob genug, also mehr als eine Mindestmenge Schmieröl vorhanden ist - und einer näherungsweise, häufig aus einer akkumulierten Hochtemperatur-Betriebsdauer, ermittelten vermutlichen Degradation des Öls andererseits, mit dem Ziel, die Maschine vor einem schädigenden Betrieb zu bewahren. Bei der erfindungsgemäßen Mess- und Prüfeinrichtung für Forschung und Entwicklung, oder auch zum Beispielsweise für die Qualitätsprüfung und Diagnose, geht es um das Verwendungspotential des Betriebsfluids in Bezug auf die Gültigkeit und Verwendbarkeit der erzielten oder erzielbaren Messresultate im häufig bereits automatisierten Mess- und Prüfbetrieb. Um beim Beispiel zu bleiben, sowohl ein zu geringer als auch ein zu grosser Schmierölverbrauch, im Zusammenhang

mit beispielsweise der Schmieröl-Viskosität und eventuell weiteren Parametern, können die Prüflaufergebnisse wertlos machen, sodass ein solcher Fall erkannt und angezeigt werden muß.

Der Verbrauch von Schmieröl kann nämlich zu Null oder sogar negativ werden, wenn es zum Eintrag von Kraftstoff, z.B. von Benzin, kommt. Diese sogenannte Kraftstoffverdünnung des Schmieröls könnte nun beispielsweise aus einer Viskositätsmessung erkannt werden, wenn nicht auch eine Schmierölverdickung infolge Rußeintrag möglich wäre und die Verdünnung gerade kompensieren könnte. Dieser Rußeintrag könnte durch einen weiteren Beschaffenheitsparameter, der über die Opacität des Schmieröls ermittelt wird, berücksichtigt werden. Zu beachten wäre in diesem Fall weiters, daß die Kraftstoffverdünnung nur bei mäßigen Schmieröltemperaturen wirksam ist, da der Kraftstoff bei höheren Temperaturen wieder aus dem Schmieröl verdunstet. Allerdings bewirken höhere Temperaturen möglicherweise eine teilweise Verkokung des Öls, sodaß unter Umständen, wenn man sich nicht auf einen Frischöl-Ausgangszustand verlassen kann, auch der Temperatur-Belastungsverlauf berücksichtigt werden muß.

Alle das Verwendungspotential des Betriebsfluids bestimmenden Parameter, nämlich die Menge als auch die Beschaffenheit, sind - allgemein betrachtet - unabhängig voneinander und so kann je nach Prüfaufgabe jeweils ein Parameter konstant gehalten und der andere beobachtet werden, oder es wird die Veränderung beider Parameter während des Prüflaufs überwacht. Beispielsweise kann der Mengenverbrauch bei annähernd konstanter Beschaffenheit, oder die Degradation der Betriebsmittelbeschaffenheit bei annähernd konstantem Mengenvorrat geprüft werden. Es können auch Koordinatentransformationen mit Bezug auf weitere am Prüfling erhaltene Messwerte vorgenommen werden, sodaß eine verbesserte Trennschärfe für zulässige und unzulässige Zustände und eine günstigere Darstellung der Überwachung ermöglicht wird. Beispielsweise kann im Fall der Kühlflüssigkeit mithilfe eines Modells der vom Gehalt an Frostschutzmittel abhängigen Wärmekapazität der Kühlflüssigkeit und der Kühlmittel-Durchflussmenge das Wärmetransportpotential ermittelt und im Verwendungspotential berücksichtigt werden. Kennt man darüberhinaus die in der Maschine aktuell auftretenden Temperaturen und Wärmeübergänge, so kann die transportierte Wärmemenge bestimmt und weiter ausgewertet werden. Aus dem Vorstehenden wird deutlich, daß das Verwendungspotential keine umkehrbar-eindeutige Größe ist: Zu einem Betriebsfluid einer in Betrieb befindlichen Maschine kann es daher mehrere mögliche Verwendungspotentiale geben, je nachdem, welche Messparameter darin Eingang finden und welche Koordinatentransformation angewandt wurde.

Ähnliche Effekte wie oben erläutert können auch für andere Betriebsfluide auftreten. Immer zeigt sich, daß eine einfache Überwachung von jeweils einem Parameter, isoliert von den anderen, nicht die erforderliche Aussagekraft haben kann; etwa beim Kühlmittel, wo es neben der verfügbaren Menge auch zum Beispiel auf den Gehalt an Frostschutzmittel ankommt, dessen verringerte Kühlfähigkeit durch einen erhöhten oder ausreichend hohen Durchfluss kompensiert werden muß; oder beim Benzinverbrauch, der, auch wenn er als Massenstrom und nicht nur als Volumsstrom bestimmt wird, kritisch ist in Bezug auf beispielsweise den Gehalt an leichtflüchtigen Kohlenwasserstoffen, die einen starken Einfluss auf die Zündwilligkeit besitzen, und an mittransportierten Mikro-Dampfbläschen, die sich unter anderem in einer veränderten Kompressibilität bemerkbar machen, die wiederum einen beträchtlichen Einfluss auf das Einspritzsystem hat.

Eine vorteilhafte Ausführungsform des Systems ist dadurch gekennzeichnet, daß in der Auswertelogik ein Modul implementiert ist, welches die Werte des Verwendungspotentials mit vordefinierten Sollwerten bzw. Zulässigkeitsbereichen vergleicht und Abweichungen anzeigt. Damit ist es möglich, dem Symptomvektor Verwendungspotential und seinem Wertebereich diskret verteilte Sollwerte und/oder Zulässigkeitsbereiche in Form von zwei- oder mehrdimensionalen Flächen (je nachdem, wie viele Beschaffenheitsparameter mit dem Mengenparameter verknüpft werden) zuzuordnen und unzulässige Abweichungen in der Überwachung deutlich erkennbar zu machen.

Ein besonders günstiger apparativer Aufbau des Systems ist möglich, wenn zumindest ein Teil der Messanordnung für den Mengenparameter auch einen Teil der Messanordnung für den Beschaffenheitsparameter darstellt. Diese gerätetechnische Kombination der beiden Teilmesseinrichtungen ist besonders vorteilhaft, da diese ohnehin in Verbindung mit dem Betriebsfluid stehen müssen, und so die möglichen räumlichen und apparativen Synergien konstruktiv nutzbar sind.

Weiters ergeben sich vorteilhaft zu nutzende Synergien, wenn zumindest ein Teil der Messanordnung für den Mengenparameter sowie ein Teil der Messanordnung für den Beschaffenheitspa-

parameter messtechnisch gekoppelt sind. Das kann beispielsweise durch eine aufeinander bezogene gemeinsame Ablaufsteuerung der beiden Teilmesseinrichtungen geschehen, sodaß die verschiedenen Messungen zu aufeinander bezogenen Zeitpunkten, vorteilhafterweise gleichzeitig oder in unmittelbarer zeitlicher Nähe durchgeführt werden. Oder die messtechnische Kopplung kann durch
 5 eine beiden Teilmessanordnungen gegebene Zugriffsmöglichkeit auf gespeicherte Parameter und/oder Messwerte realisiert werden. Oder es können aus den primär bestimmten Parametern, den Basis-Parametern, weitere Parameter bestimmt werden, beispielsweise, wie oben ausgeführt wurde, aus Volumsdurchfluss und Dichte ein Massendurchfluss.

Die obigen Vorteile können beim erfindungsgemäßen Verfahren dadurch bewirkt werden, daß
 10 in der Auswerteeinheit aus dem Mengenparameter und zumindest einem Beschaffenheitsparameter ein Verwendungspotential des Betriebsfluids bestimmt wird.

Um die Sinnhaftigkeit von Mengen- bzw. Verbrauchsmessungen bzw. die Verlässlichkeit der dabei ermittelten Werte bewerten zu können, oder auch überhaupt den Prüflauf insgesamt und/oder die ordnungsgemäße Funktion des Prüflings während des Prüflaufes bewerten zu können, werden gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung in der Auswertelogik die Werte des
 15 Verwendungspotentials mit vordefinierbaren Sollwerten bzw. Zulässigkeitsbereichen verglichen und Abweichungen angezeigt.

Vorteilhafterweise ist dabei vorgesehen, daß der Mengenparameter des Betriebsfluids sowie der oder jeder zum Verwendungspotential verknüpfte Beschaffenheitsparameter zur Charakterisierung der physikalischen und/oder chemischen Beschaffenheit des Betriebsfluids gleichzeitig oder
 20 zumindest in unmittelbarer zeitlicher Nähe bestimmt werden.

Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsvariante des erfindungsgemäßen Mess- und Prüfverfahrens werden bestimmte Basis-Messergebnisse oder Basis-Parameter sowohl der Bestimmung des Mengenparameters des Betriebsfluids sowie der oder jeder zum Verwendungspotential verknüpfte Beschaffenheitsparameter zur Charakterisierung der physikalischen und/oder chemischen Beschaffenheit des Betriebsfluids zugrundegelegt.
 25

Die Erfindung wird im folgenden noch anhand des in der Zeichnung schematisch dargestellten Ausführungsbeispiels einer Schmieröl-Verbrauchsmessung bei Verbrennungskraftmaschinen näher erläutert, wobei in der Zeichnungsfigur schematisch eine spezielle Ausführungsform einer
 30 erfindungsgemäßen Messanordnung an einem Verbrennungsmotor dargestellt ist.

Zur Ölverbrauchsmessung sind Geräte und Verfahren bekannt, mittels welcher der Ölverbrauch über eine Pegelmessung direkt im Ölsumpf der Brennkraftmaschine bestimmt wird, beispielsweise mittels Absaugsystemen, die auf einer volumetrischen Messung basieren. Die Messwerte werden bei diesen Verfahren und Anordnungen allerdings nachteilig durch Öldichte-
 35 Änderungen beeinflusst, die durch Öltemperaturänderungen und Ölverschäumung im Ölsumpf hervorgerufen werden. Die geringe Messgenauigkeit und die Notwendigkeit, bei Motorstillstand zu messen, sowie die thermische Veränderung des Motorbetriebspunktes während der Messung und der gesamte zeitliche Aufwand für die Durchführung der Messung stehen einer sinnvollen Anwendung beispielsweise bei Produktionsprüfständen zur Überwachung der Qualität der produzierten
 40 Brennkraftmaschinen entgegen. Ein Teil dieser Problematik wird bei bekannten Anordnungen und Verfahren der eingangs genannten Art durch Verlagerung der Pegelmessung in ein kommunizierendes Gefäß außerhalb der Brennkraftmaschine umgangen. Mit Hilfe einer zuvor ermittelten Kalibrierfunktion kann aus dieser Pegelmessung die jeweils in der Brennkraftmaschine vorhandene Schmierölmenge bzw. aus zwei Messwerten die dazwischen verbrauchte Schmierölmenge be-
 45 stimmt werden.

Zur quantitativen Bestimmung des Verbrauchs an in der Brennkraftmaschine 1 bzw. in deren Ölsumpf 2 enthaltenem Schmieröl ist über eine Verbindungsleitung 3 ein relativ zur Brennkraftmaschine 1 in beliebiger Position anzuordnendes Messgefäß 4 mit dem Ölsumpf 2 der Brennkraftmaschine 1 verbunden. Dieses Messgefäß kann bedarfsweise auch beheizt sein und ist am Boden mit
 50 einem Drucksensor 5 versehen, dessen Ausgangssignale in der Auswerteeinheit 6 verarbeitet werden. In der Auswerteeinheit 6 wird aus dem hydrostatischen Druck im Messgefäß 4 die darin befindliche Menge an Schmieröl bzw. durch Vergleich von zwei aufeinanderfolgenden Messungen die zwischen diesen Messungen verbrauchte Schmierölmenge bestimmt. Vorzugsweise wird der Drucksensor 5 vor jeder Messung tariert, um allenfalls von der vorhergehenden Messung im
 55 Messgefäß 4 verbliebenes Schmieröl zu berücksichtigen.

In der Verbindungsleitung 3 ist eine vorzugsweise reversierbare Pumpenanordnung 7 eingesetzt, die eine durch die fix vorgebbare und dann für jede nachfolgende Messung konstant zu haltende Eintauchtiefe der Adaptervorrichtung 8 in den Ölsumpf definierte, vorbestimmte Menge Schmieröl aus dem Ölsumpf 2 absaugt und, vorteilhafterweise über einen in der Zeichnung nicht dargestellten Schmutzfänger, in das Messgefäß 4 verbringt. Allenfalls kann auch die gesamte Schmierölmenge aus der Brennkraftmaschine 1 abgesaugt und dem Messgefäß 4 zugeführt werden.

Diese Adaptervorrichtung 8 wird vorzugsweise über die ohnedies an der Brennkraftmaschine 1 vorhandenen Öffnungen zum Ölsumpf 2, beispielsweise die Ölstands-Kontrollöffnung, eingeführt. Allenfalls wäre auch eine Verbindung über die Ölablassöffnung der Brennkraftmaschine möglich. In jedem Fall ist eine sichere Fixierung der Adaptervorrichtung sehr wichtig, da jede Änderung der Entnahmeposition, sei es ein Heben oder Senken, aber auch Kippen oder Drehen, den ermittelten Verbrauchswert verfälschen kann.

Nach Beendigung der Messung wird die Förderrichtung der Pumpenanordnung 7 umgekehrt und das Schmieröl aus dem Messgefäß 4 wird wieder dem Ölsumpf 2 der Brennkraftmaschine 1 zugeführt.

Auch die Pumpeneinheit 7, welche aus weiter unten erläuterten Gründen kurzzeitig auch ein Flüssigkeits-Gas-Gemisch oder nur Gas fördern können muß, ist mit der Auswerteeinheit 6 verbunden, welche den Betrieb dieser Pumpeneinheit 7 steuert. Um nämlich zum Ersten auf weitere Druckschalter verzichten zu können, wird das Absaugende über eine Bestimmung des Füllstandsgradienten im Messgefäß 4 ermittelt. Dazu wird in der Auswerteeinheit 6 während des Absaugens des Schmieröls aus der Brennkraftmaschine 1 der zeitliche Gradient der über den Drucksensor 5 ermittelten Druckwerte im Messgefäß 4 bestimmt und bei Unterschreiten eines frei vorgebbaren Grenzwertes schaltet die Auswerteeinheit 6 die Pumpenanordnung 7 ab und stoppt so das Abpumpen. Vorteilhafterweise wird nach Unterschreiten des Grenzwertes das Abpumpen erst nach einer vordefinierbaren Zeitspanne beendet, so daß die höchstmögliche Präzision durch Erfassung möglichst der gesamten in der Adaptervorrichtung 8, der Verbindungsleitung 3 und der Pumpenanordnung 7 befindlichen Menge an Schmieröl, einschließlich des Wandfilms, allfälliger Tröpfchen, etc., gewährleistet ist. Voraussetzung dafür ist selbstverständlich, daß die durch das Messgefäß 4 perlende Luft keine unzulässige Verschäumung und jedenfalls keinen Verbrauchsmessfehler bewirkt, was für den Fall der Mengenbestimmung über den Druckwert im Messgefäß 4 sehr gut der Fall ist.

Über den Verlauf des Druckgradienten kann aber auch eine Aussage über einen Beschaffenheits-Parameter getroffen werden, nämlich über die Dichte und/oder die Viskosität des Schmieröls, welche sich durch Eintrag von beispielsweise Kraftstoff ändern und dadurch die Schmieröl-Verbrauchsmessung verfälschen bzw. unbrauchbar machen kann. Bei gleicher Systemauslegung bezüglich Rohrquerschnitten, Rohrlängen, etc., und bei konstantem Fördervolumen der Pumpenanordnung 7 ändert sich bei jeder Messung der Füllstand im Messgefäß 4 bis zur maximalen Pegelhöhe pro Zeiteinheit genau gleich, während der Druck proportional zur Dichte des Schmieröls ansteigt. Daher kann in diesem Fall aus dem Verlauf des Druckanstiegs auf die Dichte rückgeschlossen werden, und Schmieröl mit gleicher Beschaffenheit wird immer auch einen identischen Druckanstieg bewirken. In der Auswerteeinheit 6 ist dazu eine Auswertelogik implementiert, die den Verbrauch als relevanten Mengenparameter mit dem Beschaffenheitsparameter Dichte nach einem vordefinierbaren Zusammenhang verknüpft und das Verwendungspotential des Betriebsfluids Schmieröl bestimmt.

Zumindest kann aus der Veränderung des Verlaufes auf eine relative Änderung der Schmierölbeschaffenheit bei den betrachteten Messungen geschlossen werden. Dieses Beispiel lässt erkennen, daß die Messanordnung für die Vorrats- bzw. Verbrauchsmessung apparativ mit der Beschaffenheits-Meßanordnung zusammenfallen kann, während sie nur funktional davon unterschieden ist. Auch die messtechnische Kopplung geht aus diesem obigen Beispiel hervor, da sowohl Mengen- als auch Beschaffenheitsparameter gemeinsam den Wert des Drucksensors 5 im Messgefäß 4 heranziehen. Auch geht die Ermittlung des Verlaufes des Druckanstiegs der Bestimmung des Druckwertes im Messgefäß 4 unmittelbar voran, so daß auch durch diese unmittelbare zeitliche Nähe ein messtechnischer Zusammenhang gegeben ist.

In der Auswertelogik der Auswerteeinheit 6 ist vorteilhafterweise ein Modul implementiert, wel-

ches die gemäß obiger Methode ermittelten Werte des Verwendungspotentials mit in der Auswerteeinheit 6 gespeicherten, vordefinierbaren und allenfalls anpassbaren Sollwerten bzw. Zulässigkeitsbereichen vergleicht und Abweichungen anzeigt. Dies kann eine einfache Warnmeldung über die mangelnde Konsistenz oder Plausibilität der einzelnen Messwerte oder auch des gesamten Prüflaufes sein, oder auch eine genauere Anzeige über das eingetretene unzulässige Ereignis bzw. die Messung mit dem vom vorgegebenen Bereich abweichenden Messwert.

Ähnlich stellt sich die Situation bei Pegelmessungen mittels Ultraschall dar, wo die Laufzeiten in der Betriebsflüssigkeit einerseits bis zu einer Referenzmarke und andererseits bis zum zu messenden Flüssigkeitsspiegel entweder gleichzeitig oder zumindest unmittelbar aufeinanderfolgend und mittels der gleichen Messanordnung verglichen werden. Erstere Messung gibt die auch als Beschaffenheitsparameter heranzuziehende Schallgeschwindigkeit, eventuell bei Messung der Schall-Dämpfung auch zusätzlich die Viskosität der Flüssigkeit, die zweite Messung den Füllstand und damit die Vorratsmessung. Eine Kombination mit dem zeitgleich oder unmittelbar vor- oder nachher bestimmten Wert eines zusätzlichen Drucksensor liefert auch die Dichte und die Kompressibilität der Betriebsflüssigkeit.

Ein Beispiel mit Beschaffenheitsparametern auf elektrischer Basis ist die Pegelmessung mittels eines kapazitiven Pegelsensors. Über den Vergleich der Werte des Referenzkondensators und des Messkondensators wird der Flüssigkeitspegel ermittelt. Der Referenzkondensator mit seinen bekannten Parametern liefert aber gleichzeitig die Dielektrizitätskonstante der gemessenen Flüssigkeit, welche wieder als Beschaffenheitsparameter herangezogen werden kann. Auch hier ist also die Vorrats-Messanordnung die funktionell unterschiedliche Beschaffenheits-Meßanordnung, wenngleich sie rein apparativ zusammenfallen.

Eine teilweise Überlappung von Mengen- bzw. Vorrats-Messanordnung und Beschaffenheits-Meßanordnung ist beispielsweise dann gegeben, wenn Parameter der einerseits der Vorrats-Meßanordnung zugehörigen Pumpenanordnung 7 auch für die Bestimmung eines Beschaffenheits-Parameters, beispielsweise der Viskosität des Schmieröls, herangezogen werden. Wenn die Pumpenanordnung 7, wie bei den vorteilhafterweise zur Anwendung kommenden Zahnradpumpen, eine stark viskositätsabhängige Kennlinie aufweist, kann bei Konstanthalten eines Pumpenparameters, beispielsweise der Pumpen-Leistung, und Messung des über die Kennlinie zusammenhängenden zweiten Parameters, beispielsweise der Fördermenge, auf die Viskosität der geförderten Betriebsflüssigkeit rückgeschlossen werden.

Selbstverständlich sind aber auch komplett apparativ unterschiedene Messanordnungen für Vorrats- und Beschaffenheitsparameter möglich. So könnte eine separate Dichtemessung vorgesehen sein, oder auch die Bestimmung von elektrischen oder magnetischen Größen in zusätzlichen Messanordnungen, die apparativ mit der Messanordnung für die Vorrats- bzw. Verbrauchsmessung nicht überlappen.

Über eine Leitung 9 ist eine automatische Nachfülleinrichtung unmittelbar an das Messgefäß 4 angeschlossen, welche Nachfülleinrichtung aus einem Vorratsbehälter 10 für das in der Brennkraftmaschine 1 verwendete Schmieröl und einem Absperrorgan und/oder einer weiteren Pumpenanordnung 11 besteht, wobei die Pumpenanordnung 11 ebenfalls mit der Auswerteeinheit 6 verbunden ist. In der Auswerteeinheit 6 ist dabei ein Programm implementiert, welches bei Überschreiten eines vordefinierbaren Verbrauchswertes und/oder Unterschreiten eines vordefinierbaren Druckwertes des Drucksensors 5 im Messgefäß 4 das die weitere Pumpenanordnung 11 in Gang setzt, bis ein vordefinierbarer Druckwert erreicht ist, d.h. bis vorzugsweise der ursprüngliche Füllstand des Schmieröls im Ölsumpf 2 der Brennkraftmaschine 1 wieder hergestellt ist.

Auch beim Rückpumpen des Schmieröls aus dem Messgefäß 4 in den Ölsumpf 2 ist es von Vorteil, wenn das Rückpumpen erst nach einer vordefinierbaren Zeitspanne nach der durch den Drucksensor 5 festgestellten Entleerung des Meßgefäßes 4 beendet wird, so daß auch dabei eine Rückführung möglichst der gesamten im Messgefäß 4, in der Adaptervorrichtung 8, der Verbindungsleitung 3 und der Pumpenanordnung 7 befindlichen Menge an Schmieröl, einschließlich des Wandfilms, allfälliger Tröpfchen, etc., gewährleistet ist.

Um eventuell im Messgefäß 4 verbliebenes Schmieröl für die Ermittlung des Verbrauchswertes korrekt zu berücksichtigen, kann nach Beendigung des Rückpumpens nochmals eine Messung mit dem Drucksensor 5 vorgenommen werden. Überhaupt ist es zum Schutz des Drucksensors 5 vor Temperaturschock vorteilhaft, wenn immer eine gewisse Menge an Schmieröl im Messgefäß 4

verbleibt. Darüberhinaus kann durch diese Maßnahme die Messgenauigkeit erhöht werden, da die Temperaturabhängigkeit vermindert wird. Allenfalls kann vor jeder Messung eine genau definierte Menge an Schmieröl aus dem Vorratsbehälter 10 in das Messgefäß gebracht werden, um den Drucksensor gegen den Temperaturschock zu schützen.

Die Adaptervorrichtung 8 kann im Mündungsbereich im Ölsumpf 2 im wesentlichen siphonartig, im wesentlichen mit U-förmig nach oben zurückgebogenem Ende, ausgebildet sein.

Die Auswerteeinheit 6 selbst kann ihrerseits mit weiteren Mess-, Auswerte-, Speichergeräten 12 oder dergleichen verbunden sein, die vielfältigste Aufgaben erfüllen bzw. Weiterbehandlungen der Messergebnisse ermöglichen.

In gleicher oder ähnlicher Weise könnte auch der Ölverbrauch eines Kompressors, der Kraftstoff-Verbrauch einer Verbrennungskraftmaschine oder auch der Verbrauch eines Kühlmittels bestimmt werden, wobei in letzterem Fall als Beschaffenheits-Parameter die Frostschutz-Wirksamkeit in Form des Gehalts an Frostschutzmittel, das wiederum wie bekannt aus der Dichte des Kühlmittels hervorgeht, herangezogen werden kann. Die grundlegenden Prinzipien des nachfolgend vorgestellten Systems und Verfahrens könnten aber auch zur Bestimmung des Verbrauchs an vorzugsweise konditionierter Verbrennungsluft einer Verbrennungskraftmaschine angewendet werden, wo als Beschaffenheits-Parameter einer oder mehrere der konditionierten Größen der Verbrennungsluft, d.h. Druck, Temperatur, Feuchte, usw., herangezogen werden können.

ANSPRÜCHE:

1. Mess- und Prüfsystem für einen Prüfling (1) mit zumindest einem Betriebsfluid, insbesondere zur Prüfung einer Verbrennungskraftmaschine, mit zumindest einer Messanordnung, die mit einem das Betriebsfluid enthaltenden Raum (2) des Prüflings (1) verbunden ist, umfassend eine Teilmessanordnung für einen Mengenparameter des Betriebsfluids und zumindest eine weitere Teilmessanordnung für zumindest einen Beschaffenheitsparameter zur Charakterisierung der physikalischen und/oder chemischen Beschaffenheit des Betriebsfluids, sowie eine mit der Messanordnung verbundene Steuer- und Auswerteeinheit, **dadurch gekennzeichnet**, daß in der Auswerteeinheit eine Auswertelogik implementiert ist, die Mengenparameter und zumindest einen Beschaffenheitsparameter nach einem vordefinierbaren Zusammenhang, in jedem Fall aber vektoriell, verknüpft und ein Verwendungspotential des Betriebsfluids bestimmt.
2. Mess- und Prüfsystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß in der Auswertelogik ein Modul implementiert ist, welches die Werte des Verwendungspotentials mit vordefinierbaren Sollwerten bzw. Zulässigkeitsbereichen vergleicht und Abweichungen anzeigt.
3. Mess- und Prüfsystem nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß zumindest ein Teil der Messanordnung für den Mengenparameter auch einen Teil einer Messanordnung für einen Beschaffenheitsparameter darstellt.
4. Mess- und Prüfsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß zumindest ein Teil der Messanordnung für den Mengenparameter sowie ein Teil einer Messanordnung für einen Beschaffenheitsparameter messtechnisch gekoppelt sind.
5. Mess- und Prüfverfahren für einen Prüfling (1) mit zumindest einem Betriebsfluid, insbesondere zur Prüfung einer Verbrennungskraftmaschine, wobei ein Mengenparameter des Betriebsfluids sowie zumindest ein Beschaffenheitsparameter zur Charakterisierung der physikalischen und/oder chemischen Beschaffenheit des Betriebsfluids bestimmt werden, **dadurch gekennzeichnet**, daß in der Auswerteeinheit aus dem Mengenparameter und zumindest einem Beschaffenheitsparameter ein Verwendungspotential des Betriebsfluids bestimmt wird.
6. Mess- und Prüfverfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß in der Auswertelogik die Werte des Verwendungspotentials mit vordefinierbaren Sollwerten bzw. Zulässigkeitsbereichen verglichen und Abweichungen angezeigt werden.
7. Mess- und Prüfverfahren nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Mengenparameter des Betriebsfluids sowie der oder jeder zum Verwendungspotential verknüpfte Beschaffenheitsparameter zur Charakterisierung der physikalischen und/oder

chemischen Beschaffenheit des Betriebsfluids gleichzeitig oder zumindest in unmittelbarer zeitlicher Nähe bestimmt werden.

- 5 8. Mess- und Prüfverfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß bestimmte Basis-Messergebnisse oder Basis-Parameter sowohl der Bestimmung des Mengenparameters des Betriebsfluids sowie der oder jeder zum Verwendungspotential verknüpfte Beschaffenheitsparameter zur Charakterisierung der physikalischen und/oder chemischen Beschaffenheit des Betriebsfluids zugrundegelegt werden.

10

HIEZU 1 BLATT ZEICHNUNGEN

15

20

25

30

35

40

45

50

55

