

(19)



(11)

EP 2 607 673 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
26.06.2013 Patentblatt 2013/26

(51) Int Cl.:
F02D 41/18 (2006.01) **F02D 11/02** (2006.01)
F02B 63/02 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **12008365.4**

(22) Anmeldetag: **15.12.2012**

(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

(72) Erfinder:
• **Naegele, Claus**
D-70563 Stuttgart (DE)
• **Paa, Andreas**
D-71364 Winnenden (DE)
• **Klatt, Clemens**
D-71364 Winnenden (DE)
• **Widmann, Christoph**
D-72574 Bad Urach-Sirchingen (DE)

(30) Priorität: **22.12.2011 DE 102011122125**

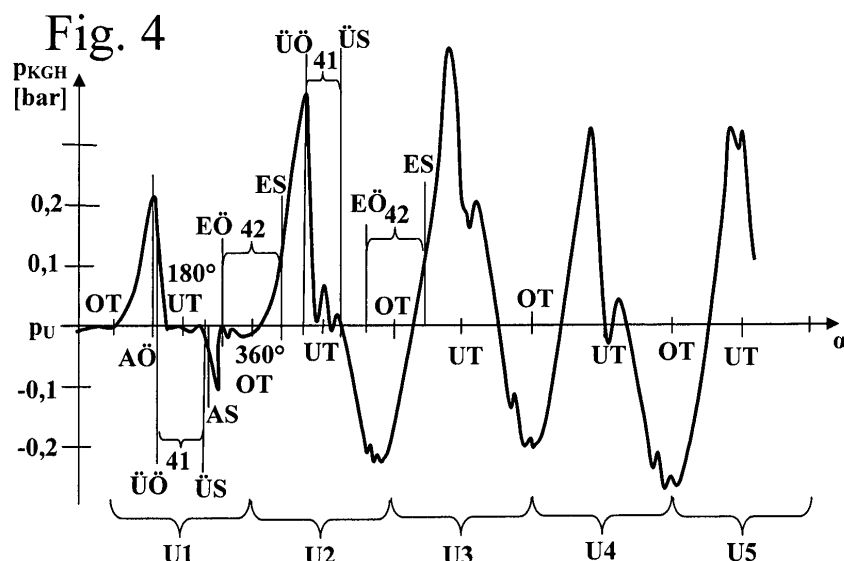
(71) Anmelder: **Andreas Stihl AG & Co. KG**
71336 Waiblingen (DE)

(74) Vertreter: **Reinhardt, Annette et al**
Menzelstrasse 40
70192 Stuttgart (DE)

(54) Verfahren zum Betrieb eines Verbrennungsmotor

(57) Ein Verbrennungsmotors (1) in einem handgeführten Arbeitsgerät besitzt einen Zylinder (2), in dem ein Brennraum (3) ausgebildet ist, der von einem hin- und hergehenden Kolben (5) begrenzt ist. Der Kolben (5) treibt eine in einem Kurbelgehäuse (8) drehbar gelagerte Kurbelwelle (7) an. Der Verbrennungsmotor (1) besitzt eine Einlassöffnung (9) für Verbrennungsluft ins Kurbelgehäuse (8) und eine Auslassöffnung (10) aus dem Brennraum (3). Der Verbrennungsmotor (1) besitzt mindestens einen Überströmkanal (11), der den Kurbelgehäuseinnenraum

(4) im Bereich des unteren Totpunkts (UT) des Kolbens (5) mit dem Brennraum (3) verbindet. Der Verbrennungsmotor (1) besitzt einen Kurbelgehäusedrucksensor (21) zur Messung des Kurbelgehäusedrucks (p_{KGH}), Mittel zur Erfassung der Drehlage der Kurbelwelle (7) sowie eine Auswerteeinrichtung (23), die die Messwerte des Kurbelgehäusedrucksensors (21) auswertet. Für ein Verfahren zum Betrieb des Verbrennungsmotors (1) ist vorgesehen, dass mit dem Kurbelgehäusedrucksensor (21) ein Kurbelgehäusedruck (p_{KGH}) gemessen wird, aus dem der Umgebungsdruck (p_U) ermittelt wird.

**EP 2 607 673 A1**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb eines Verbrennungsmotors in einem handgeführten Arbeitsgerät der im Oberbegriff des Anspruchs 1 angegebenen Gattung.

[0002] Es ist bekannt, bei Verbrennungsmotoren, insbesondere bei Zweitaktmotoren, einen Drucksensor im Kurbelgehäuse vorzusehen, der im Betrieb Daten liefert, die zur Steuerung des Verbrennungsmotors, beispielsweise zur Steuerung der zugeführten Kraftstoffmenge, zur Steuerung des Einspritzzeitpunkts und zur Steuerung des Zündzeitpunkts herangezogen werden. Die DE 10 2008 019 088 A1 zeigt einen derartigen Verbrennungsmotor. Hier wird der Drucksensor im Kurbelgehäuse genutzt, um festzulegen, zu welchen Zeitpunkten das Dosierventil, das den Kraftstoff ins Kurbelgehäuse zuführt, geöffnet und geschlossen wird.

[0003] Aus der US 7,536,983 B2 ist ebenfalls ein Zweitaktmotor mit einem Drucksensor bekannt, der den Kurbelgehäusedruck erfasst. Der Kurbelgehäusedruck wird im Betrieb genutzt, um den Luftmassenstrom durch den Brennraum und daraus die zuzuführende Menge an Kraftstoff zu ermitteln.

[0004] Verbrennungsmotoren, beispielsweise Verbrennungsmotoren in handgeführten Arbeitsgeräten können in unterschiedlichen Höhenlagen eingesetzt werden. Aufgrund der Höhenunterschiede ändert sich der Umgebungsdruck. Das unterschiedliche Druckniveau des Umgebungsdrucks muss bei der Ansteuerung des Verbrennungsmotors, insbesondere bei der Bestimmung der zuzuführenden Kraftstoffmenge, berücksichtigt werden. Bei bekannten Geräten erfolgt dies durch entsprechende Stellschrauben an einem Vergaser des Verbrennungsmotors, die vom Benutzer einzustellen sind.

[0005] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Betrieb eines Verbrennungsmotors in einem handgeführten Arbeitsgerät zu schaffen, das eine Ermittlung des Umgebungsdrucks ohne zusätzliche Sensoren ermöglicht.

[0006] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

[0007] Es ist vorgesehen, zur Ermittlung des Umgebungsdrucks den ohnehin vorhandenen Kurbelgehäusedrucksensor zu nutzen. Dadurch kann ein zusätzlicher Sensor zur Ermittlung des Umgebungsdrucks entfallen. Aus mindestens einem über den Kurbelgehäusedrucksensor gemessenen Druckwert kann der Umgebungsdruck ermittelt werden.

[0008] Vorteilhaft wird der Kurbelgehäusedruck zu einem Zeitpunkt gemessen, zu dem im Kurbelgehäuse etwa Umgebungsdruck herrscht. Dadurch wird als Druckwert direkt der Umgebungsdruck gemessen. Zusätzliche Schritte zur Ermittlung des Umgebungsdrucks aus dem gemessenen Druckwert können dadurch entfallen.

[0009] Vorteilhaft wird der Kurbelgehäusedruck beim Startvorgang des Verbrennungsmotors bei drehender

Kurbelwelle vor der ersten Verbrennung gemessen. Dabei ist insbesondere vorgesehen, dass der Kurbelgehäusedrucksensor während der Messung ausschließlich über die Kurbelwelle mit Energie versorgt wird. Dadurch ist kein separater Energiespeicher, der vor dem Starten des Verbrennungsmotors Energie für den Kurbelgehäusedrucksensor zur Verfügung stellt, wie beispielsweise eine Batterie oder ein Akku, notwendig. Insbesondere werden der Kurbelgehäusedrucksensor und die Auswerteinrichtung ausschließlich über die Bewegung der Kurbelwelle mit Energie versorgt. Dadurch ist eine Druckmessung vor Beginn des Startvorgangs, also bevor die Kurbelwelle beginnt sich zu drehen, nicht möglich, da dann noch keine Energie für die Druckmessung zur Verfügung steht. Sobald eine Verbrennung im Brennraum stattgefunden hat, ändert sich das Druckniveau im Brennraum und über die Überströmkanäle auch das Druckniveau im Kurbelgehäuse. Dadurch, dass der Druckwert beim Startvorgang vor der ersten Verbrennung gemessen wird, ist sichergestellt, dass das Druckniveau sich noch nicht aufgrund einer bereits stattgefundenen Verbrennung verändert hat. Die Druckmessung erfolgt dabei vorteilhaft, sobald der Kurbelgehäusedrucksensor mit ausreichend Energie für die Messung versorgt ist.

[0010] Das Kurbelgehäuse ist in einem ersten Kurbelwellenwinkelbereich mit der Umgebung verbunden, wenn die Einlassöffnung geschlossen und das Kurbelgehäuse über mindestens einen Überströmkanal mit dem Brennraum verbunden ist, und wenn die Auslassöffnung offen ist. Über die Überströmkanäle, den Brennraum und die Auslassöffnung besteht eine Verbindung des Kurbelgehäuses zur Umgebung. Dadurch stellt sich im Kurbelgehäuse ein Druck ein, aus dem der Umgebungsdruck ermittelt werden kann. Der Kurbelgehäusedruck, aus dem der Umgebungsdruck ermittelt wird, wird insbesondere im ersten Kurbelwellenwinkelbereich gemessen. Vorteilhaft stellt sich im Kurbelgehäuse mindestens in einem Teil des ersten Kurbelwellenwinkelbereichs der Umgebungsdruck ein. Aufgrund von Drosselstellen im Strömungsweg kann sich im Kurbelgehäuse jedoch auch ein Druckwert ergeben, der vom Umgebungsdruck abweicht. Aus dem gemessenen Druckwert kann der Umgebungsdruck ermittelt werden, beispielsweise durch Berechnung.

[0011] In einem zweiten Kurbelwellenwinkelbereich ist das Kurbelgehäuse über die Einlassöffnung ins Kurbelgehäuse zur Umgebung offen. Es kann auch vorgesehen sein, dass die Messung des Kurbelgehäusedrucks, aus dem der Umgebungsdruck ermittelt wird, im zweiten Kurbelwellenwinkelbereich erfolgt. Auch in diesem Kurbelwellenwinkelbereich stellt sich im Kurbelgehäuse ein Druck ein, aus dem der Umgebungsdruck ermittelt werden kann.

[0012] Vorteilhaft besitzt der Verbrennungsmotor einen Luftfilter, über den die Verbrennungsluft angesaugt wird. Insbesondere wird aus mindestens einem ermittelten Wert für den Umgebungsdruck der Verschmutzungs-

grad des Luftfilters ermittelt. Es kann auch ermittelt werden, ob ein Luftfilter vorhanden ist oder beispielsweise vom Bediener vergessen wurde. Zur Ermittlung des Verschmutzungsgrads des Luftfilters ist vorteilhaft vorgesehen, dass der Kurbelgehäusedruck auch bei Volllast des Verbrennungsmotors ermittelt wird. Der Verschmutzungsgrad des Luftfilters wird vorteilhaft aus dem insbesondere beim Startvorgang ermittelten Umgebungsdruck und dem Kurbelgehäusedruck bei Volllast ermittelt. Der Verschmutzungsgrad des Luftfilters kann beispielsweise aus dem Verhältnis des Umgebungsdrucks zum Kurbelgehäusedruck bei Volllast oder aus der Differenz von Umgebungsdruck und Kurbelgehäusedruck bei Volllast ermittelt werden. Auch eine andere Art der Ermittlung des Verschmutzungsgrads des Luftfilters aus den beiden genannten Druckwerten kann vorteilhaft sein. Es kann auch vorgesehen sein, den Verschmutzungsgrad des Luftfilters über eine einzelne Druckmessung zu ermitteln. Beim Startvorgang und auch im Leerlauf sind die Strömungsgeschwindigkeiten im Ansaugtrakt noch vergleichsweise klein. Der Verschmutzungsgrad des Luftfilters wirkt sich bei diesen Betriebszuständen nicht wesentlich auf den Kurbelgehäusedruck aus. Bei Volllast stellt die Verschmutzung des Luftfilters eine zusätzliche Drosselung des Luftpfads dar, die sich deutlich auf den sich einstellenden Kurbelgehäusedruck auswirkt. Das Verhältnis des Umgebungsdrucks zum Kurbelgehäusedruck bei Volllast lässt deshalb Rückschlüsse auf den Verschmutzungsgrad des Luftfilters zu. Es kann auch vorgesehen sein, einen anderen beim Startvorgang oder beim Leerlauf im Kurbelgehäusedruck gemessenen Druckwert zur Bestimmung des Verschmutzungsgrads des Luftfilters zu nutzen. Die Druckmessungen im Kurbelgehäuse erfolgen dabei bei bestimmten Kurbelwellenwinkeln. Bei der Auswertung des Druckverhältnisses wird der Kurbelwellenwinkel, zu dem die Druckmessung im Kurbelgehäuse erfolgt, berücksichtigt. Die Druckmessung beim Startvorgang bzw. bei Leerlauf und die Druckmessung bei Volllast erfolgen vorteilhaft beim gleichen Kurbelwellenwinkel. Es kann jedoch auch vorteilhaft sein, dass die Druckmessungen zu unterschiedlichen Kurbelwellenwinkeln erfolgen.

[0013] Vorteilhaft erfolgt die Ermittlung des Verschmutzungsgrads des Luftfilters anhand eines Vergleichs eines Soll-Luftaufwands mit einem Ist-Luftaufwand des Verbrennungsmotors bei Volllast. Der Luftaufwand des Verbrennungsmotors ist dabei die dem Verbrennungsmotor zugeführte Verbrennungsluftmasse pro Zeit. Der Ist-Luftaufwand kann beispielsweise wie in der US 7,536,983 B2 beschrieben aus dem Druck im Kurbelgehäuse des Verbrennungsmotors ermittelt werden. Der Soll-Luftaufwand kann beispielsweise über eine hinterlegte Kennlinie ermittelt werden. Ist der Luftfilter stark verschmutzt, so ist der Ist-Luftaufwand des Verbrennungsmotors deutlich kleiner als der Soll-Luftaufwand. Der Soll-Luftaufwand ist abhängig von der Höhenlage, in der der Verbrennungsmotor betrieben wird. Der Soll-Luftaufwand ist auch abhängig von der Umgebungstemperatur.

Vorteilhaft werden bei der Ermittlung des Soll-Luftaufwands die Höhenlage und/oder die Umgebungstemperatur berücksichtigt. Der Einfluss von Höhenlage und Umgebungstemperatur wird dabei vorteilhaft mindestens teilweise, insbesondere vollständig kompensiert.

[0014] Der Verschmutzungsgrad kann dem Bediener beispielsweise über eine optische Anzeige angezeigt werden. Der Bediener bzw. Servicemitarbeiter kann über den Verschmutzungsgrad auch durch einen entsprechenden Eintrag in einem Diagnosespeicher bzw. beim Auslesen des Diagnosespeichers des Arbeitsgeräts informiert werden. Es kann auch vorgesehen sein, dem Bediener über das Verhalten des Verbrennungsmotors eine Rückmeldung zum Verschmutzungsgrad des Luftfilters zu geben, beispielsweise über eine Leistungsreduzierung des Verbrennungsmotors oder durch Abschalten des Verbrennungsmotors. Es kann auch vorgesehen sein, den ermittelten Zustand des Luftfilters in einem Diagnosegerät bei der Wartung des Arbeitsgeräts auszugeben und den Servicemitarbeiter zur Kontrolle des Luftfilters aufzufordern.

[0015] Vorteilhaft besitzt der Verbrennungsmotor einen Generator zur Energieerzeugung. Der Kurbelgehäusedrucksensor misst den Kurbelgehäusedruck vorteilhaft bei jedem Nulldurchgang des Generatorsignals. Die gemessenen Druckwerte werden vorteilhaft zwischengespeichert, insbesondere in der Auswerteeinrichtung des Verbrennungsmotors. Vorteilhaft wird die ungefähre Drehlage der Kurbelwelle ermittelt und anhand der ermittelten Drehlage der Kurbelwelle aus den zwischengespeicherten Druckwerten ein Messwert ausgewählt, der in dem gewünschten Kurbelwellenwinkelbereich gemessen wurde. Dadurch kann die erste Messung unmittelbar dann erfolgen, wenn ausreichend Energie zur Druckmessung zur Verfügung steht. Mit der Druckmessung muss nicht gewartet werden, bis die Drehlage der Kurbelwelle ermittelt wurde, sondern anhand der ermittelten Drehlage der Kurbelwelle wird rückwirkend ermittelt, welcher der Druckwerte in dem gewünschten Kurbelwellenwinkelbereich liegt. Da für die Druckmessung üblicherweise nur eine oder einige wenige Umdrehungen der Kurbelwelle zur Verfügung stehen, bis die erste Verbrennung erfolgt, muss mit der Druckmessung möglichst frühzeitig begonnen werden. Vorteilhaft wird die ungefähre Stellung der Kurbelwelle über einen Kurbelwellensensor oder aus dem Signal des Generators ermittelt. Die Ermittlung einer ungefähren Drehlage der Kurbelwelle ist für die Ermittlung des Umgebungsdrucks aus dem Kurbelgehäusedruck ausreichend. Es kann jedoch auch vorgesehen sein, die Drehlage der Kurbelwelle möglichst genau zu bestimmen. Dies ist insbesondere vorteilhaft, wenn eine Kenntnis der genauen Drehlage der Kurbelwelle für die Steuerung des Verbrennungsmotors benötigt wird.

[0016] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird im Folgenden anhand der Zeichnung erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine Seitenansicht eines Trennschleifers,

- Fig. 2 eine perspektivische, teilgeschnittene Darstellung des Verbrennungsmotors aus Fig. 1
- Fig. 3 einen Schnitt durch den Verbrennungsmotor aus Fig. 2,
- Fig. 4 den Verlauf des Kurbelgehäusedrucks während der ersten sechs Umdrehungen der Kurbelwelle beim Starten des Verbrennungsmotors,
- Fig. 5 den Verlauf des Generatorsignals über dem Kurbelwellenwinkel,
- Fig. 6 eine vergrößerte Darstellung des Verlaufs des Kurbelgehäusedrucks bei der ersten Umdrehung der Kurbelwelle,
- Fig. 7 eine schematische Darstellung des Verlaufs des Kurbelgehäusedrucks im Betrieb des Verbrennungsmotors,
- Fig. 8 ein Diagramm, das den Ablauf des Verfahrens zeigt.

[0017] In Fig. 1 ist als Ausführungsbeispiel für ein handgeführtes Arbeitsgerät ein Trennschleifer 30 gezeigt. Anstatt bei einem Trennschleifer 30 kann der im Folgenden noch näher beschriebene Verbrennungsmotor 1 auch bei anderen handgeführten Arbeitsgeräten wie beispielsweise Motorsägen, Freischneidern oder dgl. eingesetzt werden.

[0018] Der Trennschleifer 30 besitzt ein Gehäuse 31, an dem ein hinterer Handgriff 32 und ein Griffrohr 33 zum Führen des Trennschleifers 30 im Betrieb festgelegt sind. Am Gehäuse 31 ist ein Ausleger 35 festgelegt, der nach vorne ragt und an dessen freiem Ende eine Trennscheibe 34 rotierend gelagert ist. Die Trennscheibe 34 ist von dem im Gehäuse 31 angeordneten Verbrennungsmotor 1 rotierend angetrieben. Der Verbrennungsmotor 1 ist als Zweitaktmotor ausgebildet. Der Verbrennungsmotor 1 kann jedoch auch ein gemischgeschmierter Viertaktmotor sein. Zum Starten des Verbrennungsmotors 1 dient eine im Ausführungsbeispiel handbetätigte Anwerfvorrichtung, die über einen Anwerfgriff 36 zu bedienen ist. Die Anwerfvorrichtung ist als Seilstarteinrichtung ausgebildet. Am Gehäuse 31 ist eine Anzeige 40 vorgesehen, die dazu dient, den Verschmutzungsgrad eines Luftfilters des Verbrennungsmotors 1 anzuzeigen. Die Anzeige 40 kann beispielsweise ein Display oder ein Leuchtmittel, insbesondere eine LED sein. Die Anzeige 40 kann den Filterzustand zusätzlich oder alternativ zur optischen Anzeige auch akustisch anzeigen. Vorteilhaft besitzt der Trennschleifer 30 einen Diagnosespeicher, beispielsweise in einer Steuereinrichtung des Trennschleifers 30. In dem Diagnosespeicher kann der Verschmutzungsgrad des Luftfilters abgespeichert und bei späterer Wartung von einem Servicemitarbeiter ausge-

lesen werden. Es kann auch vorgesehen sein, den Bediener über den Eintrag im Diagnosespeicher über den Verschmutzungsgrad des Luftfilters zu informieren.

[0019] In Fig. 2 ist der Verbrennungsmotor 1 im Einzelnen gezeigt. Der Verbrennungsmotor 1 besitzt einen Zylinder 2, in dem ein Brennraum 3 ausgebildet ist. Der Brennraum 3 ist von einem im Zylinder 2 hin- und hergehenden Kolben 5 begrenzt, der in Fig. 2 in seinem unteren Totpunkt gezeigt ist. Der Kolben 5 treibt über einen Pleuel 6 eine in einem Kurbelgehäuse 8 drehbar gelagerte Kurbelwelle 7 an. An der Kurbelwelle 7 ist ein Generator 24 festgelegt, der in Abhängigkeit der Drehbewegung der Kurbelwelle 7 Energie erzeugt. An der Kurbelwelle 7 ist außerdem ein Lüfterrad 25 festgelegt, das zur Förderung von Kühlluft dient. Das Lüfterrad 25 besitzt an seinem Außenumfang Magnete 27, die in einem am Außenumfang des Lüfterrads 25 angeordneten Zündmodul 26 die Zündspannung für eine in den Brennraum 3 ragende Zündkerze 48 generieren. Am Kurbelgehäuse 8 sind ein Kurbelgehäusedrucksensor 21 und ein Temperatursensor 22 angeordnet, die Druck und Temperatur im Kurbelgehäuse 8 messen. Der Kurbelgehäusedrucksensor 21 und der Temperatursensor 22 sind vorteilhaft in einem gemeinsamen Gehäuse angeordnet. Der Kurbelgehäusedrucksensor 21 und der Temperatursensor 22 können auch in einem einzigen Sensor integriert sein. Am Kurbelgehäuse 8 ist außerdem ein Kraftstoffventil 20 angeordnet, das Kraftstoff in den Kurbelgehäuseinnenraum 4 (Fig. 3) zuführt. Das Zündmodul 26, der Generator 24, der Kurbelgehäusedrucksensor 21, der Temperatursensor 22 und das Kraftstoffventil 20 sind mit einer Auswerteeinrichtung 23 verbunden. Die Auswerteeinrichtung 23 ist gleichzeitig die Steuereinrichtung des Verbrennungsmotors 1.

[0020] Zur Zufuhr von Verbrennungsluft besitzt der Zweitaktmotor 1 einen Ansaugkanal 19, der mit einer Einlassöffnung 9 in den Kurbelgehäuseinnenraum 4 mündet. Die Einlassöffnung 9 ist vom Kolben 5 schlitzzesteuert. Im Ansaugkanal 19 ist eine Drosselklappe 13 mit einer Drosselwelle 14 schwenkbar gelagert. Die Stellung der Drosselklappe 13 wird über einen Drosselhebel 16 von einem vom Bediener zu betätigenden Gashebel 49 (Fig. 1) des Trennschleifers 30 eingestellt. Die Stellung der Drosselwelle 14 wird von einem Drosselsensor 15 überwacht, der ebenfalls mit der Auswerteeinrichtung 23 verbunden ist. Im unteren Totpunkt des Kolbens 5 ist der Kurbelgehäuseinnenraum 4 mit dem Brennraum 3 über Überströmkanäle 11 verbunden.

[0021] Fig. 3 zeigt den Aufbau des Verbrennungsmotors 1 im Einzelnen. Es ist ein Überströmkanal 11 vorhanden, der sich in mehrere Äste aufteilt und mit mehreren Überströmfenstern 12 in den Brennraum 3 mündet. Über den Überströmkanal 11 strömt aus dem Kurbelgehäuseinnenraum 4 vorkomprimiertes Kraftstoff/Luft-Gemisch in den Brennraum 3 ein. Die Kurbelwelle 7 ist um eine Drehachse 28 drehbar. Die Drehstellung der Kurbelwelle 7 um die Drehachse 28 wird mit einem Kurbelwellenwinkel α gemessen. Im oberen Totpunkt des Kol-

bens 5 entspricht der Kurbelwellenwinkel α einem Winkel von 0° . Im unteren Totpunkt des Kolbens 5 ist der Kurbelgehäuseinnenraum 4 über den Überströmkanal 11 mit dem Brennraum 3 verbunden. Aus dem Brennraum 3 führt eine Auslassöffnung 10, die vom Kolben 5 schlitzzesteuert ist. Im unteren Totpunkt ist die Auslassöffnung 20 vom Kolben 5 geöffnet. Der Kurbelwellenwinkel α beträgt 180° . Der obere Totpunkt des Kolbens ist in Fig. 3 durch einen Kolben 5' angedeutet. In dieser Kolbenstellung ist die Auslassöffnung 10 verschlossen, und die Überströmfenster 12 sind vom Kolben 5' ebenfalls verschlossen. Die Einlassöffnung 9 in den Kurbelgehäuseinnenraum 4 ist geöffnet, so dass der Kurbelgehäuseinnenraum 4 über die Einlassöffnung 9 mit der Umgebung verbunden ist. Wie Fig. 3 zeigt, wird die Verbrennungsluft über einen Luftfilter 17 in den Ansaugkanal 19 angesaugt. Das Filtermaterial des Luftfilters 17 trennt den Kurbelgehäuseinnenraum 4 von der Umgebung. Ebenso kann die Drosselklappe 13 eine Drosselstelle darstellen. Die Drosselklappe 13 ist in einem Drosselgehäuse 18 gelagert, das am Einlassstutzen des Zylinders 2 fixiert ist.

[0022] Wie Fig. 3 auch zeigt, besitzt das Kurbelgehäuse 8 eine Montageöffnung 39, in der der Kurbelgehäusedrucksensor 21 und der Temperatursensor 22 angeordnet werden. Außerdem ist ein Halter 29 am Kurbelgehäuse 8 angeordnet, der eine Aufnahme 37 für das Kraftstoffventil 20 besitzt. Kraftstoff aus dem Kraftstoffventil 37 strömt über einen im Halter 29 ausgebildeten Verbindungskanal 38 in den Kurbelgehäuseinnenraum 4 ein.

[0023] Im Betrieb wird im Bereich des oberen Totpunkts des Kolbens 5 Verbrennungsluft über die Einlassöffnung 9 in den Kurbelgehäuseinnenraum 4 angesaugt. Über das Kraftstoffventil 20 (Fig. 2) wird Kraftstoff in die Verbrennungsluft zudosiert. Beim Abwärtshub des Kolbens 5 wird das Kraftstoff/Luft-Gemisch im Kurbelgehäuseinnenraum 4 komprimiert. Sobald die Überströmfenster 12 beim Abwärtshub des Kolbens 5 vom Kolben 5 geöffnet werden, strömt das vorkomprimierte Gemisch aus dem Kurbelgehäuseinnenraum 4 über den Überströmkanal 11 in den Brennraum 3 ein. Dort wird das Gemisch bei der folgenden Aufwärtsbewegung des Kolbens 5 komprimiert und im Bereich des oberen Totpunkts des Kolbens 5 von der Zündkerze 48 (Fig. 2) gezündet. Wenn eine Verbrennung im Brennraum 3 erfolgt, wird der Kolben 5 in Richtung auf seinen unteren Totpunkt beschleunigt. Sobald der Kolben 5 die Auslassöffnung 10 öffnet, entweichen die Abgase aus dem Brennraum 3, insbesondere in einen an der Auslassöffnung 10 angeordneten Abgasschalldämpfer.

[0024] Fig. 4 zeigt den Verlauf des Kurbelgehäusedrucks p_{KGH} beim Startvorgang. Der Kurbelgehäusedruck p_{KGH} ist dabei ab dem Beginn der Bewegung der Kurbelwelle 7 aufgrund des Ziehens des Bedieners am Anwerfgriff 36 gezeichnet. Der Kurbelgehäusedruck p_{KGH} ist dabei relativ zum Umgebungsdruck p_U eingezeichnet. Zu Beginn des Anwerfhubs steht der Kolben 5 kurz vor

dem oberen Totpunkt. Der Kurbelgehäusedruck p_{KGH} steigt an, wenn sich der Kolben in Richtung auf den unteren Totpunkt bewegt. Vor Erreichen des unteren Totpunkts öffnet zunächst die Auslassöffnung 10 zum Zeitpunkt AÖ. Sobald die Auslassöffnung 10 öffnet, strömt Abgas aus dem Brennraum 3 aus. Sobald sich die Überströmfenster 12 zum Zeitpunkt ÜÖ öffnen - das ist kurz vor Erreichen des unteren Totpunkts -, sinkt der Kurbelgehäusedruck p_{KGH} bei der ersten Umdrehung U1 der Kurbelwelle 7 stark bis etwa auf Umgebungsdruck p_U ab, da die Verbrennungsluft aus dem Kurbelgehäuseinnenraum 4 in den Brennraum 3 einströmen kann. Nach dem unteren Totpunkt UT werden beim Aufwärtshub des Kolbens 5 zunächst die Überströmöffnungen 12 zum Zeitpunkt ÜS geschlossen, und kurz darauf wird die Auslassöffnung 10 zum Zeitpunkt AS geschlossen. Kurz darauf öffnet die Einlassöffnung 9 zum Zeitpunkt EÖ. Da der Kolben 5 sich sehr langsam bewegt, entsteht bei der Aufwärtsbewegung des Kolbens 5 bis zum Erreichen des oberen Totpunkts OT nur ein geringer Unterdruck im Kurbelgehäuseinnenraum 4. Während der zweiten Umdrehung U2 wird beim Abwärtshub des Kolbens 5 zunächst ein Überdruck im Kurbelgehäuseinnenraum 4 erzeugt, der stark abfällt, sobald die Überströmfenster 12 zum Zeitpunkt ÜÖ öffnen. Der Kurbelgehäusedruck p_{KGH} fällt bei geöffneten Überströmfenstern etwa auf Umgebungsdruck p_U ab. Zwischen dem Öffnen und Schließen der Überströmfenster 12 liegt ein Kurbelwellenwinkelbereich 41, während dem der Kurbelgehäuseinnenraum 4 über den Überströmkanal 11, den Brennraum 3 und die Auslassöffnung 10 mit der Umgebung verbunden ist. Die Verbindung kann dabei über einen an der Auslassöffnung 10 angeordneten Abgasschalldämpfer hergestellt werden. Da die Auslassöffnung 12 vor den Überströmfenstern 12 schließt, ist die Auslassöffnung 10 immer geöffnet, wenn die Überströmfenster 12 geöffnet sind. Im Kurbelwellenwinkelbereich 41 herrscht im Kurbelgehäuse im Bereich des unteren Totpunkts näherungsweise Umgebungsdruck p_U . In diesem Kurbelwellenwinkelbereich 41 kann der Umgebungsdruck p_U im Kurbelgehäuseinnenraum 4 direkt gemessen werden.

[0025] Nach Erreichen des unteren Totpunkts erzeugt der Kolben 5 einen Unterdruck im Kurbelgehäuseinnenraum 4, sobald die Überströmfenster 12 geschlossen sind und bis die Einlassöffnung 9 zum Zeitpunkt EÖ öffnet, da der Kolben 5 sich nun ausreichend schnell bewegt. Jede Umdrehung beginnt und endet dabei im oberen Totpunkt OT.

[0026] Zwischen dem unteren Totpunkt UT und dem oberen Totpunkt OT öffnet die Einlassöffnung 9 zum Zeitpunkt EÖ, wie in Fig. 4 für die erste Umdrehung U1 gezeigt ist. Nach dem oberen Totpunkt schließt die Einlassöffnung 9 zum Zeitpunkt ES. In dem Kurbelwellenwinkelbereich 42, der zwischen dem Zeitpunkt EÖ und dem Zeitpunkt ES liegt, ist der Kurbelgehäuseinnenraum 4 über die Einlassöffnung 9 und den Luftfilter 17 mit der Umgebung verbunden. Während dieser Zeitspanne

herrscht im Kurbelgehäuseinnenraum 4 annähernd Umgebungsdruck, insbesondere bei einem Kurbelwellenwinkel zwischen dem oberen Totpunkt OT und dem Schließen der Einlassöffnung 9 zum Zeitpunkt ES. In dieser Zeitspanne entspricht der über den Kurbelgehäusedrucksensor 21 gemessene Kurbelgehäusedruck p_{KGH} näherungsweise dem Umgebungsdruck p_U . Auch im zweiten Kurbelwellenwinkelbereich kann ein Druckwert gemessen werden, aus dem der Umgebungsdruck p_U ermittelt wird. Insbesondere wird der Kurbelgehäusedruck p_{KGH} zu einem Zeitpunkt gemessen, zu dem im Kurbelgehäuseinnenraum 4 Umgebungsdruck p_U herrscht, so dass der Umgebungsdruck p_U direkt gemessen werden kann.

[0027] In Fig. 4 sind außerdem eine dritte Umdrehung U3, eine vierte Umdrehung U4 und eine fünfte Umdrehung U5 der Kurbelwelle 7 gezeigt. Während der vierten Umdrehung U4 findet zum ersten Mal eine Verbrennung im Brennraum 3 statt. Wie Fig. 4 zeigt, verschiebt sich aufgrund der Verbrennung das Druckniveau im Kurbelgehäuseinnenraum 4 sehr stark. Im unteren Totpunkt herrscht bei der darauf folgenden fünften Umdrehung U5 kein Umgebungsdruck p_U mehr, sondern ein deutlich höherer Druck. Die Messung des Umgebungsdrucks p_U ist bei den Umdrehungen der Kurbelwelle 7, bei denen noch keine Verbrennung erfolgt, zweckmäßig.

[0028] Fig. 5 zeigt den Verlauf des Generatorsignals 47 als Spannung U über dem Kurbelwellenwinkel α . Der Generator 24 besitzt sechs Polpaare. Das Generatorsignal 47 weist während einer Umdrehung der Kurbelwelle 7 sechs sinusförmige Wellen auf. Das Generatorsignal 47 besitzt während einer Umdrehung der Kurbelwelle 7 insgesamt zwölf Nulldurchgänge. Je nach Montage des Generators 24 an der Kurbelwelle 7 können die Nulldurchgänge des Generatorsignals 47 dabei gegenüber der tatsächlichen Position der Kurbelwelle 7 verdreht sein. Im Ausführungsbeispiel ist das Generatorsignal 47 um einen Kurbelwellenwinkel α von 15° zur Drehlage der Kurbelwelle 7 verschoben, so dass Nulldurchgänge nicht bei einem Kurbelwellenwinkel α von 30° und Vielfachem hiervon auftreten, sondern jeweils 15° Kurbelwellenwinkel α später.

[0029] Fig. 6 zeigt den Druckverlauf während der zweiten Umdrehung U2 der Kurbelwelle 7 nach dem Starten. Zum Zeitpunkt t_1 , der beispielsweise einem Kurbelwellenwinkel α von 30° entsprechen kann, beginnt das Energiemanagement der Auswerteeinrichtung 23. Die Energie wird zunächst der Auswerteeinrichtung 23 zur Verfügung gestellt. Zum Zeitpunkt t_2 steht im Ausführungsbeispiel ausreichend Energie zur Verfügung, um einen Mikroprozessor der Auswerteeinrichtung 23 in Betrieb zu nehmen. Beim folgenden Nulldurchgang des Generatorsignals 47 wird erstmals der Kurbelgehäusedruck p_{KGH} gemessen. Der gemessene Druckwert p_1 wird in der Auswerteeinrichtung 23 abgespeichert. Auch bei jedem folgenden Nulldurchgang des Generatorsignals 47 wird der Kurbelgehäusedruck p_{KGH} gemessen. Die gemessenen Druckwerte p_2 bis p_9 werden ebenfalls in der

Auswerteeinrichtung 23 abgespeichert. Die gemessenen Druckwerte p_1 bis p_9 werden von der Auswerteeinrichtung ausgewertet.

[0030] Fig. 8 zeigt den Ablauf des Verfahrens. Im Verfahrensschritt 43 wird, sobald ausreichend Energie für die Druckmessung zur Verfügung steht, also ab dem Zeitpunkt t_2 , bei jedem Nulldurchgang des Generatorsignals 47 ein Druckwert p_1 bis p_9 gemessen und in der Auswerteeinrichtung 23 zwischengespeichert. Im Verfahrensschritt 44 wird die ungefähre Drehlage der Kurbelwelle 7, beispielsweise mit einem Kurbelwellenwinkelsensor oder aufgrund des Verlaufs des Generatorsignals 47, ermittelt. Die Ermittlung der Drehlage der Kurbelwelle 7 erfolgt nicht exakt. Eine Genauigkeit von beispielsweise etwa 30° Kurbelwellenwinkel kann für die Ermittlung des Umgebungsdrucks p_U ausreichend sein.

[0031] Im Verfahrensschritt 45 wird aus den zwischengespeicherten Druckwerten p_1 bis p_9 ein Druckwert im ersten Kurbelwellenwinkelbereich 41 oder im zweiten Kurbelwellenwinkelbereich 42 gewählt, der dem Umgebungsdruck p_U entspricht. Im Ausführungsbeispiel liegen die Druckwerte p_3 , p_4 und p_5 im ersten Kurbelwellenwinkelbereich 41. Vorteilhaft wird der Druckwert p_3 , also der etwa bei Erreichen des unteren Totpunkts UT gemessene Druckwert, ausgewählt. Alternativ kann ein Druckwert im zweiten Kurbelwellenwinkelbereich 42 gewählt werden, um den Umgebungsdruck p_U zu ermitteln. Dabei wird vorteilhaft ein Druckwert gewählt, der nach dem oberen Totpunkt OT des Kolbens 5 ermittelt wurde, also während der vierten Umdrehung U4 der Kurbelwelle 7 (Fig. 4). Im Kurbelwellenwinkelbereich 42 ist die Einlassöffnung 9 geöffnet, und die Überströmfenster 12 sind geschlossen, so dass der Kurbelgehäuseinnenraum 4 nur über die Einlassöffnung 9 und den Luftfilter 17 mit der Umgebung in Verbindung steht. Insbesondere die gegen Ende des zweiten Kurbelwellenwinkelbereichs 42 gemessenen Druckwerte entsprechen etwa dem Umgebungsdruck p_U . Vorteilhaft wird anhand einer Kennlinie ein Soll-Luftaufwand des Verbrennungsmotors 1 bei Volllast ermittelt. Der ermittelte Umgebungsdruck p_U wird dabei vorteilhaft bei der Auswahl einer Kennlinie für den Soll-Luftaufwand genutzt. Durch Berücksichtigung des Umgebungsdrucks p_U kann der Einfluss der Höhenlage, in der der Verbrennungsmotor 10 betrieben wird, teilweise oder vollständig kompensiert werden. Der Luftaufwand ist dabei die Verbrennungsluftmasse, die der Verbrennungsmotor 1 pro Zeiteinheit benötigt, also die durch den Brennraum 3 strömende Verbrennungsluftmasse bezogen auf die Zeit. Bei der Ermittlung des Soll-Luftaufwands wird vorteilhaft zusätzlich oder alternativ zur Berücksichtigung der Höhenlage die Umgebungstemperatur berücksichtigt und mindestens teilweise, insbesondere weitgehend kompensiert.

[0032] Im Verfahrensschritt 46 wird der Verbrennungsmotor 1 entsprechend dem ermittelten Umgebungsdruck p_U gesteuert.

[0033] Im Verfahrensschritt 51 wird ermittelt, ob ein Volllastzustand vorliegt, beispielsweise anhand des Si-

gnals des Drosselsensors 15. Wenn ein Volllastzustand vorliegt, wird der Kurbelgehäusedruck p_{KGH} gemessen, und aus dem Kurbelgehäusedruck p_{KGH} wird der tatsächliche Luftaufwand, also der Ist-Luftaufwand des Verbrennungsmotors 1 ermittelt, beispielsweise über ein Kennfeld oder eine Berechnung.

[0034] Im Verfahrensschritt 51 werden Soll-Luftaufwand und Ist-Luftaufwand verglichen, und aus der Differenz wird auf den Verschmutzungsgrad des Luftfilters 17 geschlossen. Ist der Ist-Luftaufwand größer als der Soll-Luftaufwand, so ist kein Luftfilter vorhanden. Der Verschmutzungsgrad des Luftfilters 17 kann dem Bediener angezeigt oder für die Ausgabe bei einer späteren Wartung des Trennschleifers 30 abgespeichert werden. Auch ein fehlender Luftfilter 17 kann dem Bediener angezeigt werden. Es kann auch vorgesehen sein, dem Bediener eine Rückmeldung über den Zustand des Luftfilters 17 über das Verhalten des Verbrennungsmotors 1 zu geben, beispielsweise durch Reduzieren der Leistung des Verbrennungsmotors 1 oder durch Abschalten des Verbrennungsmotors 1.

[0035] Fig. 7 zeigt den Verlauf des Kurbelgehäusedrucks p_{KGH} im Leerlauf. Im Leerlauf herrscht im Bereich des unteren Totpunkts UT im Kurbelgehäuseinnenraum 4 Umgebungsdruck p_U . Der Umgebungsdruck p_U herrscht im ersten Kurbelwellenwinkelbereich 41 in einem Bereich von etwa 150° Kurbelwellenwinkel α bis zum Schließen der Überströmfenster 12 zum Zeitpunkt ÜS. Dadurch kann auch im Leerlauf über den Kurbelgehäusedrucksensor 21 der Umgebungsdruck p_U ermittelt werden. Der Umgebungsdruck p_U kann dabei umso genauer bestimmt werden, je mehr Umdrehungen der Kurbelwelle 7 bei der Messung des Kurbelgehäusedrucks p_{KGH} seit der letzten Verbrennung im Brennraum 3 vergangen sind. Unmittelbar nachdem eine Verbrennung im Brennraum 3 stattgefunden hat, wird das Druckniveau im Kurbelgehäuseinnenraum 4 von der Verbrennung stark beeinflusst. Um diesen Einfluss zu verringern, ist es zweckmäßig, die Druckmessung im Kurbelgehäuse 8 durchzuführen, nachdem zwei oder mehr Umdrehungen der Kurbelwelle 7 stattgefunden haben, ohne dass eine Verbrennung im Brennraum 3 erfolgt ist. Um den Umgebungsdruck p_U möglichst genau zu bestimmen, kann vorgesehen sein, den ermittelten Druckwert über mehrere Motorzyklen, also bei einem Zweitaktmotor über mehrere Umdrehungen der Kurbelwelle 7, zu mitteln.

[0036] Zur Bestimmung des Verschmutzungsgrads des Luftfilters 17 wird der Kurbelgehäusedruck p_{KGH} im Verfahrensschritt 51 bei Volllast gemessen. Vorteilhaft erfolgt die Druckmessung immer beim gleichen Kurbelwellenwinkel α , beispielsweise etwa im unteren Totpunkt UT, also bei einem Kurbelwellenwinkel α von etwa 180° . Aus dem Verhältnis des beim Starten beispielsweise im unteren Totpunkt UT gemessenen Werts für den Kurbelgehäusedruck p_{KGH} , der etwa dem Umgebungsdruck p_U entspricht, und dem bei Volllast bei einem vorgegebenen Kurbelwellenwinkel α , beispielsweise ebenfalls im unteren Totpunkt UT gemessenen Wert für den Kurbelge-

häusedruck p_{KGH} kann der Verschmutzungsgrad des Luftfilters 17 ermittelt werden. Das ermittelte Druckverhältnis wird vorteilhaft mit einem zulässigen Wert verglichen. Alternativ kann die Druckdifferenz zwischen Umgebungsdruck p_U und dem Kurbelgehäusedruck p_{KGH} bei Volllast ermittelt werden. Auch eine andere Auswertung der Druckwerte, insbesondere eine Berechnung oder die zu Fig. 8 beschriebene Auswertung von Ist-Luftaufwand und Soll-Luftaufwand, kann zur Ermittlung des Verschmutzungsgrads des Luftfilters 17 vorteilhaft sein. Wird eine übermäßige Verschmutzung des Luftfilters 17 festgestellt, wird dem Bediener vorteilhaft über die Anzeige 40 angezeigt, dass der Luftfilter 17 zu reinigen ist.

[0037] Es kann vorteilhaft sein, dass der Verbrennungsmotor 1 eine Energiequelle wie beispielsweise eine Batterie, einen Akku oder dgl. besitzt, die bereits vor dem Starten des Verbrennungsmotors 1 Energie bereitstellt. Bei einem Arbeitsgerät, bei dem bereits Energie bereitsteht, bevor die Kurbelwelle 7 des Verbrennungsmotors 1 sich zu drehen beginnt, kann die Messung eines Druckwerts im Kurbelgehäuse bereits vor dem Starten des Verbrennungsmotors 1, also bevor die Kurbelwelle 7 sich dreht, erfolgen. Vor dem Starten herrscht im Kurbelgehäuseinnenraum 4 vorteilhaft Umgebungsdruck, so dass der Umgebungsdruck p_U vor dem Starten des Verbrennungsmotors 1 im Kurbelgehäuseinnenraum 4 unmittelbar gemessen werden kann.

30 Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb eines Verbrennungsmotors (1) in einem handgeführten Arbeitsgerät, wobei der Verbrennungsmotor (1) einen Zylinder (2) besitzt, in dem ein Brennraum (3) ausgebildet ist, der von einem hin- und hergehenden Kolben (5) begrenzt ist, wobei der Kolben (5) eine in einem Kurbelgehäuse (8) drehbar gelagerte Kurbelwelle (7) antreibt, mit einer Einlassöffnung (9) für Verbrennungsluft ins Kurbelgehäuse (8), mit einer Auslassöffnung (10) aus dem Brennraum (3), und mit mindestens einem Überströmkanal (11), der das Kurbelgehäuse (8) im Bereich des unteren Totpunkts (UT) des Kolbens (5) mit dem Brennraum (3) verbindet, wobei der Verbrennungsmotor (1) einen Kurbelgehäusedrucksensor (21) zur Messung des Kurbelgehäusedrucks (p_{KGH}), Mittel zur Erfassung der Drehlage der Kurbelwelle (7) und eine Auswerteinrichtung (23), die die Messwerte des Kurbelgehäusedrucksensors (21) auswertet, besitzt,
dadurch gekennzeichnet, dass mit dem Kurbelgehäusedrucksensor (21) ein Kurbelgehäusedruck (p_{KGH}) gemessen wird, aus dem der Umgebungsdruck (p_U) ermittelt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass der Kurbelgehäusedruck (p_{KGH}) zu einem Zeitpunkt gemessen wird,

zu dem im Kurbelgehäuse (8) etwa Umgebungsdruck (p_U) herrscht.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass der Kurbelgehäusedruck (p_{KGH}), aus dem der Umgebungsdruck (p_U) ermittelt wird, beim Startvorgang des Verbrennungsmotors (1) bei drehender Kurbelwelle (7) vor der ersten Verbrennung gemessen wird. 5
4. Verfahren nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet, dass der Kurbelgehäusedrucksensor (21) während der Messung ausschließlich über die Bewegung der Kurbelwelle (7) mit Energie versorgt wird. 10
5. Verfahren nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet, dass die Messung des Kurbelgehäusedrucks (p_{KGH}) erfolgt, sobald der Kurbelgehäusedrucksensor (21) mit ausreichend Energie für die Messung versorgt ist. 20
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet, dass die Messung des Kurbelgehäusedrucks (p_{KGH}) in einem ersten Kurbelwellenwinkelbereich (41) erfolgt, in dem die Einlassöffnung (9) geschlossen und das Kurbelgehäuse (8) über mindestens einen Überströmkanal (11) mit dem Brennraum (3) verbunden ist und in dem die Auslassöffnung (10) offen ist. 25 30
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet, dass die Messung des Kurbelgehäusedrucks (p_{KGH}) in einem zweiten Kurbelwellenwinkelbereich (42) erfolgt, in dem die Einlassöffnung (9) offen ist. 35
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet, dass der Verbrennungsmotor (1) einen Luftfilter (17) besitzt, über den die Verbrennungsluft angesaugt wird, und dass aus mindestens einem ermittelten Wert für den Umgebungsdruck (p_U) der Verschmutzungsgrad des Luftfilters (17) ermittelt wird. 40 45
9. Verfahren nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet, dass der Kurbelgehäusedruck (p_{KGH}) bei Volllast des Verbrennungsmotors (1) gemessen wird und dass der Verschmutzungsgrad des Luftfilters (17) aus dem Umgebungsdruck (p_U) und dem Kurbelgehäusedruck (p_{KGH}) bei Volllast ermittelt wird. 50
10. Verfahren nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet, dass ein Soll-Luftaufwand des Verbrennungsmotors (1) bei Volllast ermittelt wird, dass aus dem Kurbelgehäusedruck (p_{KGH}) bei Volllast ein Ist-Luftaufwand des Verbren-

nungsmotors (1) bei Volllast ermittelt wird, und dass aus der Differenz von Ist-Luftaufwand und Soll-Luftaufwand der Verschmutzungsgrad des Luftfilters (17) ermittelt wird.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10,
dadurch gekennzeichnet, dass der Verbrennungsmotor (1) einen Generator (24) zur Energieerzeugung besitzt, dass der Kurbelgehäusedrucksensor (21) den Kurbelgehäusedruck (p_{KGH}) bei jedem Nulldurchgang des Generatorsignals (47) misst und dass die gemessenen Werte des Kurbelgehäusedrucks (p_{KGH}) zwischengespeichert werden.
12. Verfahren nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet, dass die ungefähre Drehlage der Kurbelwelle (7) ermittelt wird und dass anhand der ermittelten Drehlage der Kurbelwelle (7) aus den zwischengespeicherten Druckwerten ein Messwert ausgewählt wird, der in dem gewünschten Kurbelwellenwinkelbereich (41, 42) gemessen wurde.

Fig. 1

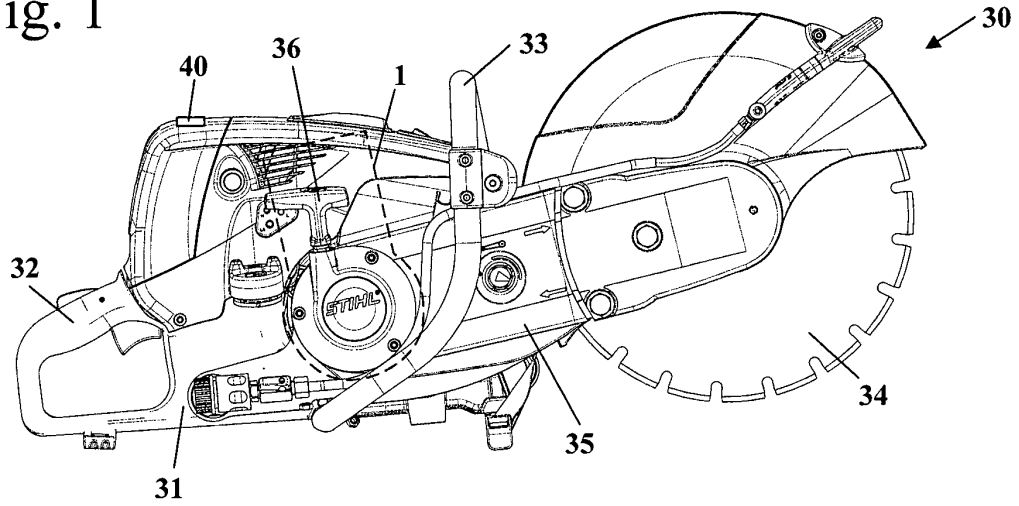


Fig. 2

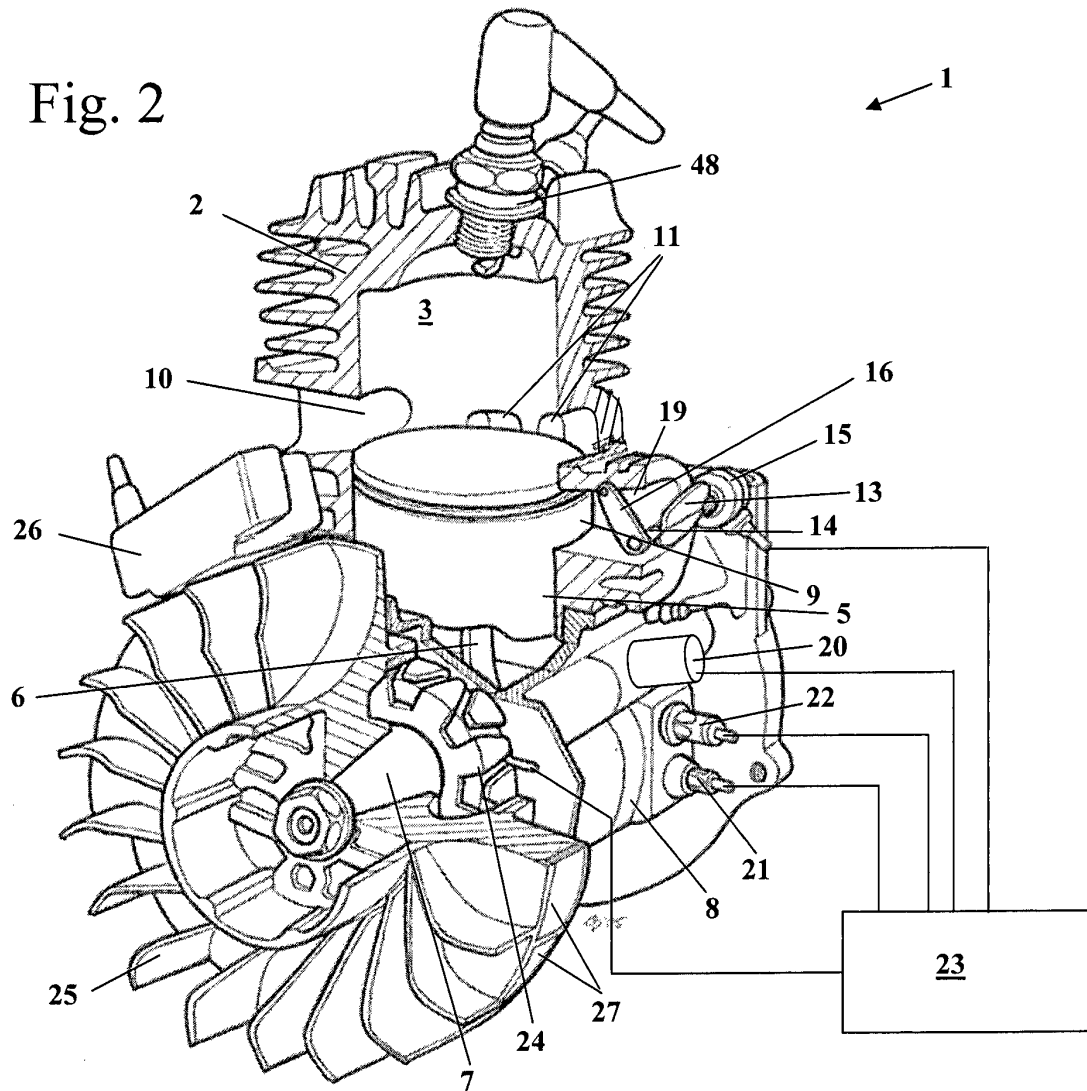


Fig. 3

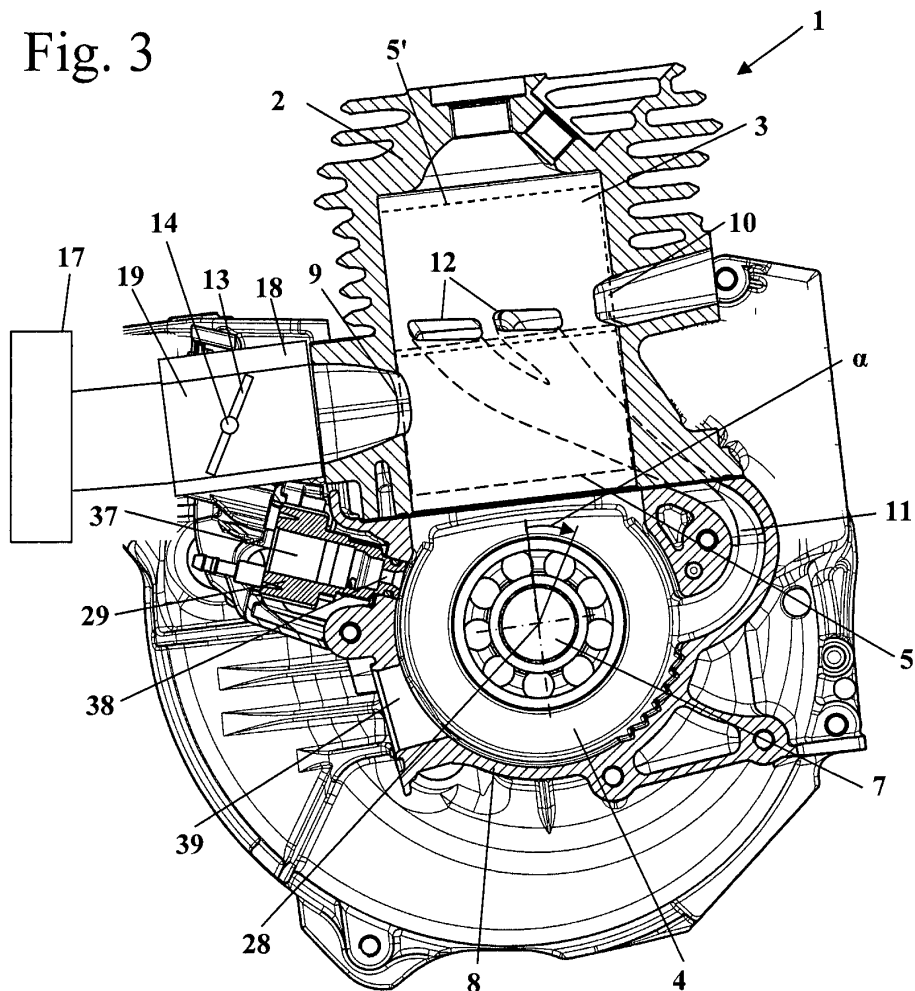


Fig. 4

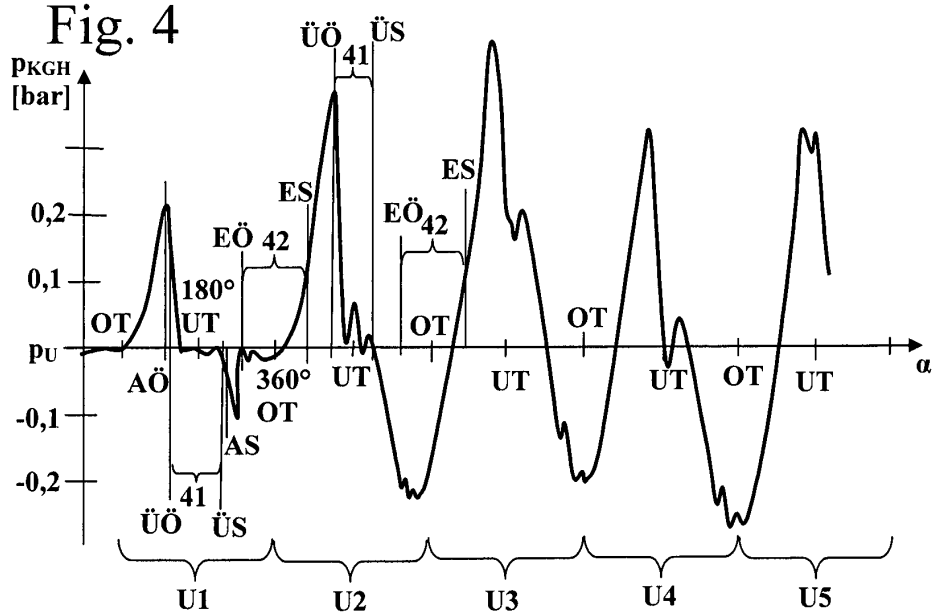


Fig. 5

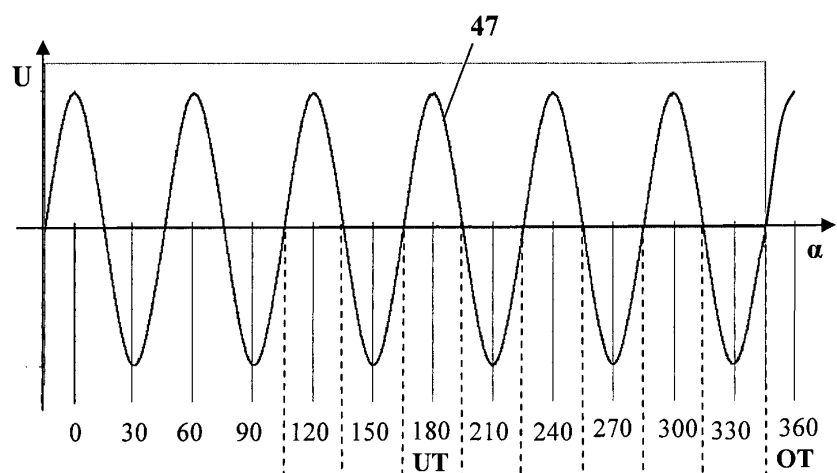


Fig. 6

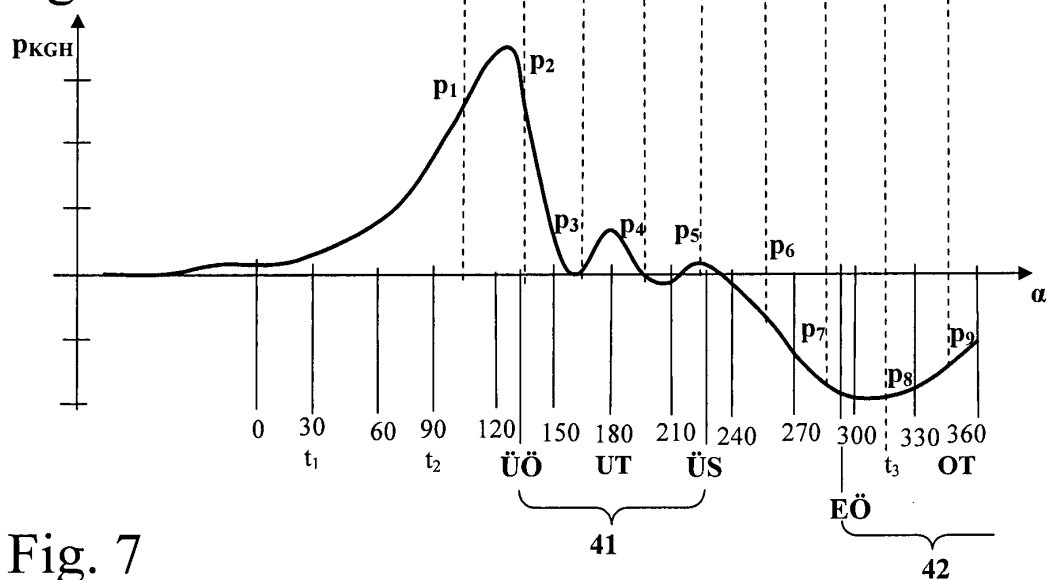


Fig. 7

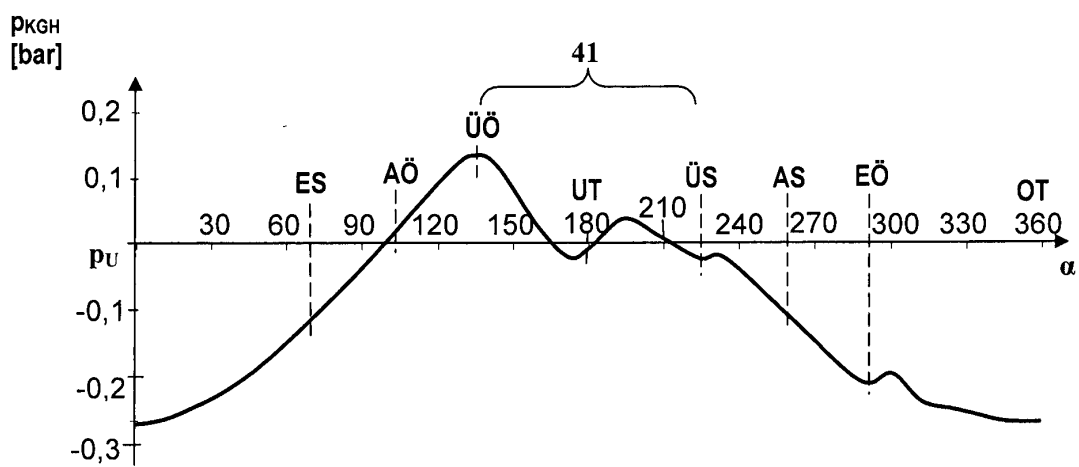
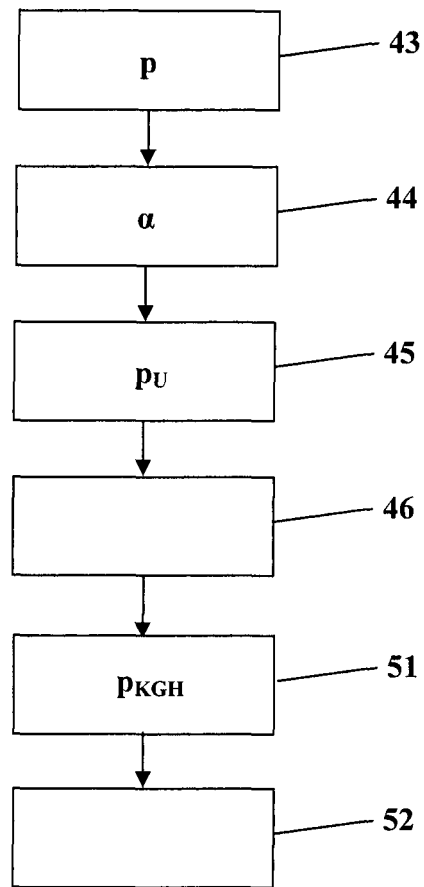


Fig. 8





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 12 00 8365

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	DE 10 2006 060617 A1 (STIHL AG & CO KG ANDREAS [DE]) 26. Juli 2007 (2007-07-26) * das ganze Dokument *	1-12	INV. F02D41/18 F02D11/02 F02B63/02
A	US 2008/264388 A1 (ROSSKAMP HEIKO [DE] ET AL RO[BETA]KAMP HEIKO [DE] ET AL) 30. Oktober 2008 (2008-10-30) * das ganze Dokument *	1-12	
A	US 5 404 843 A (KATO MASAHIKO [JP]) 11. April 1995 (1995-04-11) * das ganze Dokument *	1-12	
A	US 2007/163557 A1 (BACHLE D; BAECHLE D; FAEHTER T F; FLAEMIG-VETTER T; FLAMIGER-VITOR T;) 19. Juli 2007 (2007-07-19) * das ganze Dokument *	1-12	
A	US 5 586 524 A (NONAKA KIMIHIRO [JP] ET AL) 24. Dezember 1996 (1996-12-24) * das ganze Dokument *	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F02D F02B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 18. April 2013	Prüfer Calabrese, Nunziante
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 : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, 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	

 1
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 12 00 8365

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

18-04-2013

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102006060617 A1	26-07-2007	KEINE	

US 2008264388 A1	30-10-2008	CN 101298851 A	05-11-2008
		DE 102008019088 A1	06-11-2008
		JP 2008274949 A	13-11-2008
		US 2008264388 A1	30-10-2008

US 5404843 A	11-04-1995	JP H06137181 A	17-05-1994
		US 5404843 A	11-04-1995

US 2007163557 A1	19-07-2007	CN 101004146 A	25-07-2007
		JP 4972415 B2	11-07-2012
		JP 2007192226 A	02-08-2007
		US 2007163557 A1	19-07-2007

US 5586524 A	24-12-1996	KEINE	

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

- DE 102008019088 A1 [0002]
- US 7536983 B2 [0003] [0013]