



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
09.08.2023 Patentblatt 2023/32

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F02P 5/15^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **22155636.8**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F02P 5/1504; F02D 2200/1012; F02P 5/1508

(22) Anmeldetag: **08.02.2022**

(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
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(72) Erfinder: **Schumann, Florian**
70736 Fellback (DE)

(74) Vertreter: **Karzel, Philipp et al**
Patentanwälte
Dipl.-Ing. W. Jackisch & Partner mbB
Menzelstraße 40
70192 Stuttgart (DE)

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

(54) **ZÜNDSCHALTUNG FÜR EINEN VERBRENNUNGSMOTOR**

(57) Die Erfindung betrifft eine Zündschaltung für einen Verbrennungsmotor (2), wobei der Kolben (6) zwischen einem oberen Totpunkt (OT) und einem unteren Totpunkt (UT) hin und her bewegt ist und über einen Pleuel (8) eine Kurbelwelle (9) antreibt. Über einen Ansaugkanal (7) wird Verbrennungsluft zugemessen. Eine Steuerschaltung (19) stellt einen Zündzeitpunkt (ZZPL) für den Leerlauf und einen Zündzeitpunkt (ZZPB) für den Beschleunigungsfall bereit. Um eine frühzeitige Umschaltung auf einen Zündzeitpunkt für den Beschleuni-

gungsfall umzustellen ist vorgesehen, die Drehzahl (N) der Kurbelwelle (9) über einen Kurbelwellenwinkelbereich (30) zu überwachen und den Wert eines Drehzahlabfalls (Δn) zu erfassen. Der Wert des erfassten Drehzahlabfalls (Δn) wird mit einem vorgegebenen Wert eines Drehzahlabfalls (Δn_G) verglichen, und bei Überschreiten des vorgegebenen Wertes (Δn_G) des Drehzahlabfalls (Δn) auf den Zündzeitpunkt (ZZPB) für den Beschleunigungsfall umgeschaltet.

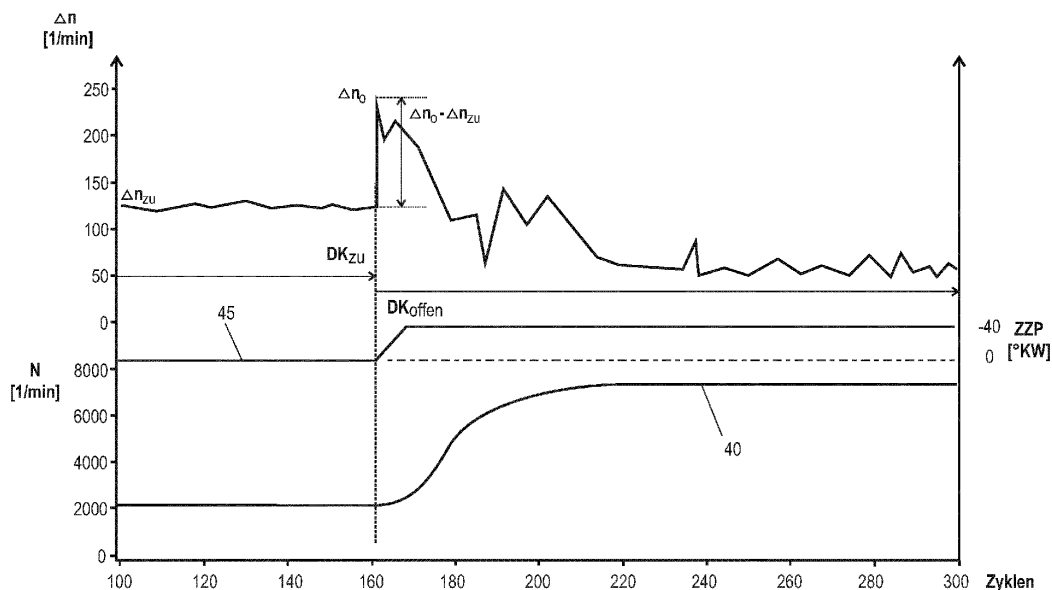


Fig. 4

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Zündschaltung für einen Verbrennungsmotor mit einer in einem Brennraum des Verbrennungsmotors angeordneten Zündkerze. Der Brennraum ist von einem Kolben begrenzt, der zwischen einem oberen Totpunkt und einem unteren Totpunkt hin und her bewegt ist und über einen Pleuel eine Kurbelwelle drehend antreibt. Der Verbrennungsmotor weist einen Ansaugkanal auf, in dem ein Steuerelement zur Zumessung von Verbrennungsluft einerseits für den Leerlauf des Verbrennungsmotors und andererseits für einen Beschleunigungsfall des Verbrennungsmotors vorgesehen ist. Im Leerlauf wird eine erste Menge an Verbrennungsluft zugeführt. Im Beschleunigungsfall wird eine zweite Menge an Verbrennungsluft zugeführt. Die zweite Menge der zugeführten Verbrennungsluft ist größer als die erste Menge der zugeführten Verbrennungsluft.

[0002] Mittels einer elektronischen Steuerschaltung wird in Abhängigkeit eines Kurbelwellenwinkels der Kurbelwelle zu einem Zündzeitpunkt an der Zündkerze ein Zündfunken ausgelöst, um ein im Brennraum verdichtetes Gemisch abzubrennen. Der Zündzeitpunkt ist in Abhängigkeit vom Betriebszustand (Leerlauf, Beschleunigungsfall) des Verbrennungsmotors durch die Zündschaltung veränderbar, wobei der Steuerschaltung zumindest ein Zündzeitpunkt für den Leerlauf und zumindest ein Zündzeitpunkt für den Beschleunigungsfall bereitgestellt sind.

[0003] Im Leerlauf des Verbrennungsmotors ist oft ein "später" Zündzeitpunkt eingestellt. Darüber hinaus ist im Leerlauf die Verbrennung des Gemischs im Brennraum von Zyklus zu Zyklus unregelmäßig und oft ineffizient. Der Leerlauf ist so gesteuert, dass möglichst geringe Drehzahlschwankungen auftreten.

[0004] Im Beschleunigungsfall wird der Zündzeitpunkt insbesondere auf "früh" verstellt, um eine effiziente Verbrennung des verdichteten Gemisches und damit eine gute Beschleunigung und rasche Erhöhung der Drehzahl zu erreichen.

[0005] Die Drehzahl des Verbrennungsmotors wird durch Änderung der zugeführten Menge an Verbrennungsluft und eine erhöhte Kraftstoffzufuhr erhöht, wozu zumindest das im Ansaugkanal vorgesehene Steuerelement zur Zumessung von Verbrennungsluft verstellt wird. Für eine Beschleunigung wird zweckmäßig die Steuerschaltung die Umschaltung des Zündzeitpunktes von z. B. "spät" auf zweckmäßig "früh" ausführen. Hierzu ist bekannt, den Drehzahlanstieg des Verbrennungsmotors zu überwachen, damit die Steuerschaltung einen "frühen" Zündzeitpunkt dann einstellt, sobald aufgrund der Öffnung der Drosselklappe ein Drehzahlanstieg über einen vorgegebenen Drehzahlwert hinaus auftritt und von der Zündschaltung festgestellt werden kann.

[0006] Der im Leerlauf eingestellte "späte" Zündzeitpunkt und die damit verbundene ineffiziente Verbrennung haben allerdings den Nachteil, dass bei einem

Wechsel des Betriebszustandes aus dem Leerlauf in den Beschleunigungsfall die Drehzahl des Verbrennungsmotors nur langsam anwächst. Erst wenn die Drehzahl des Verbrennungsmotors den vorgegebenen Grenzwert einer Drehzahl überschreitet, schaltet die Steuerschaltung auf einen "frühen" Zündzeitpunkt für die Beschleunigung um. Der Verbrennungsmotor beschleunigt langsam und mit Verzögerung.

[0007] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde eine Zündschaltung für einen Verbrennungsmotor derart auszubilden, dass der Verbrennungsmotor kraftvoll und schnell aus dem Leerlauf heraus beschleunigt. Ferner soll ein Verfahren zur frühzeitigen Umschaltung des Zündzeitpunktes auf den Beschleunigungsfall angegeben werden.

[0008] Eine erfindungsgemäße Zündschaltung für einen Verbrennungsmotor ist nach den Merkmalen des Anspruchs 1 ausgebildet und löst die gestellte Aufgabe.

[0009] Ein Verfahren zur frühzeitigen Umschaltung des Zündzeitpunktes auf den Beschleunigungsfall ist im Anspruch 8 angegeben.

[0010] Im Leerlauf des Verbrennungsmotors wird die aktuelle Drehzahl über einen vorgegebenen Kurbelwellenwinkelbereich überwacht. Innerhalb des vorgegebenen Kurbelwellenwinkelbereichs wird ein auftretender Drehzahlabfall der Kurbelwelle als Wert erfasst. Dies kann z. B. dadurch erfolgen, dass die aktuelle Drehzahl der Kurbelwelle am Anfang des Kurbelwellenwinkelbereichs und die aktuelle Drehzahl der Kurbelwelle am Ende des Kurbelwellenwinkelbereichs erfasst werden und die Steuerschaltung ausgebildet ist, insbesondere den Betrag der Differenz der beiden erfassten Werte als Drehzahlabfall zu bestimmen.

[0011] Der Wert des bestimmten Drehzahlabfalls wird mit einem vorgegebenen Wert eines Drehzahlabfalls verglichen, wobei bei Überschreiten des vorgegebenen Wertes des Drehzahlabfalls die Steuerschaltung vorzugsweise unmittelbar auf einen Zündzeitpunkt für den Beschleunigungsfall umschaltet.

[0012] Die in Abhängigkeit des Drehzahlabfalls der Drehzahl der Kurbelwelle im Verdichtungsstakt des Verbrennungsmotors durch die Steuerschaltung bewirkte rasche Umschaltung auf einen Zündzeitpunkt für den Beschleunigungsfall, insbesondere auf einen Zündzeitpunkt "früh", bewirkt eine signifikant bessere Beschleunigung des Verbrennungsmotors auf eine höhere Drehzahl. Gegenüber dem Stand der Technik, bei dem die Umschaltung auf den Zündzeitpunkt für den Beschleunigungsfall erst nach einem sich aufgrund der Öffnung der Drosselklappe eingestellten Drehzahlanstieg erfolgt, wird nach dem Gegenstand der Erfindung eine Umschaltung des Zündzeitpunktes auf den Beschleunigungsfall, vorteilhaft auf einen Zündzeitpunkt "früh", bereits vor einem Drehzahlanstieg der Kurbelwelle des Verbrennungsmotors ausgeführt.

[0013] Nach der Erfindung wird ein schnelleres Ansprechen des Verbrennungsmotors auf eine Änderung des Betriebszustandes erreicht, nämlich aus dem Be-

triebszustand Leerlauf in den Betriebszustand Beschleunigung. Bereits bei einer Zunahme der zugeführten Menge an Verbrennungsluft durch Verstellen des Steuerelementes im Ansaugkanal (beispielsweise einer Drosselklappe) erkennt die Steuerschaltung im ersten Verdichtungstakt die Änderung des Betriebszustandes des Verbrennungsmotors aufgrund eines signifikanten Abfalls der Drehzahl. Der signifikante Abfall der Drehzahl der Kurbelwelle ist bedingt durch die erhöhte Verdichtungsarbeit des Kolbens aufgrund der größeren Menge an zugeführter Verbrennungsluft. Der signifikante Abfall der Drehzahl ist ein Indiz für den geänderten Betriebszustand des Verbrennungsmotors, so dass die Steuerschaltung im Idealfall bereits für den nächsten Verdichtungstakt den Zündzeitpunkt für den Beschleunigungsfall einstellen kann, also zweckmäßig den Zündzeitpunkt nach "früh" verschieben kann.

[0014] Es gibt mehrere Möglichkeiten zur Feststellung des Beschleunigungsfalls durch die Auswertung des Drehzahlabfalls in einem überwachten Kurbelwellenwinkelbereich.

[0015] So kann ein aktuell festgestellter Drehzahlabfall direkt mit einem vorgegebenen Grenzwert eines Drehzahlabfalls verglichen werden. Übersteigt der festgestellte Drehzahlabfall eines Arbeitszyklus den vorgegebenen Grenzwert eines Drehzahlabfalls, wird auf den Zündzeitpunkt für den Beschleunigungsfall umgeschaltet. Es kann zweckmäßig sein, einen Mittelwert des aktuellen Drehzahlabfalls aus mehreren Arbeitszyklen, z. B. 2 bis 5 Arbeitszyklen, zu bilden und mit dem vorgegebenen Grenzwert zu vergleichen.

[0016] Auch kann eine Differenz eines aktuellen Drehzahlabfalls im überwachten Kurbelwellenwinkelbereich mit dem Drehzahlabfall eines vorhergehenden Arbeitszyklus des überwachten Kurbelwellenwinkelbereichs gebildet werden. Die gebildete Differenz wird mit einem vorgegebenen Grenzwert Δn_G verglichen. Ist die gebildete Differenz größer als der vorgegebene Grenzwert Δn_G , wird auf den Zündzeitpunkt für den Beschleunigungsfall umgeschaltet. Es kann zweckmäßig sein, den Drehzahlabfall eines vorhergehenden Arbeitsspiels als gleitenden Mittelwert vorzusehen und den Drehzahlabfall aus mehreren vorhergehenden Arbeitszyklen zu bilden, z. B. aus 2 bis 5, insbesondere 3 Arbeitszyklen.

[0017] Anstelle eines vorgegebenen konstanten Grenzwertes als Vergleichsgröße kann es zweckmäßig sein, einen sich ändernden Grenzwert anzuwenden. So kann der sich ändernde Grenzwert aus einem gleitenden Mittelwert des Drehzahlabfalls aus mehr als zwei Arbeitszyklen plus einem Drehzahlsprung von z. B. 100 1/min gebildet werden. Dadurch wird der Vergleich unabhängiger von der Drehzahl bei geschlossener Drosselklappe, die von Motor zu Motor oder je nach Leerlaufeinstellung variieren kann.

[0018] Die Erfassung des Drehzahlabfalls und der Vergleich zur Feststellung eines signifikanten Drehzahlabfalls erfolgt vorzugsweise in einem für den Leerlauf relevanten erweiterten Drehzahlbereich von etwa 1.500

1/min bis 3.500 1/min.

[0019] Der vorgegebene Kurbelwellenwinkelbereich ist so gewählt, dass der Verdichtungstakt des Verbrennungsmotors zumindest teilweise in dem vorgegebenen Kurbelwellenwinkelbereich liegt. Der Kurbelwellenwinkelbereich kann sich vorteilhaft über einen Kurbelwellenwinkel von bis zu 300° erstrecken. Zweckmäßig erstreckt sich der vorgegebene Kurbelwellenwinkelbereich über einen Kurbelwellenwinkel von nicht mehr als 180°KW. In besonderer Ausgestaltung der Erfindung erstreckt sich der vorgegebene Kurbelwellenwinkelbereich in Drehrichtung der Kurbelwelle zumindest zwischen dem unteren Totpunkt des Kolbens und zumindest dem oberen Totpunkt des Kolbens. In diesem Kurbelwellenwinkelbereich ist der durch die Verdichtungsarbeit des Kolbens bedingte Drehzahlabfall am stärksten ausgeprägt. In einer alternativen Ausführungsform kann sich der Kurbelwellenwinkelbereich bis zum Zündzeitpunkt des verdichteten Gemisches erstrecken.

[0020] Der Verbrennungsmotor kann ein Zweitaktmotor sein. In besonderer Ausgestaltung der Erfindung ist der Verbrennungsmotor als Viertaktmotor ausgebildet. Der Zweitaktmotor hat pro Kurbelwellenumdrehung einen Verdichtungstakt. Der Arbeitszyklus eines Zweitaktmotors entspricht einer Drehung der Kurbelwelle über einen Kurbelwellenwinkel von 360°. Der Viertaktmotor hat jede zweite Kurbelwellenumdrehung einen Verdichtungstakt. Der Arbeitszyklus eines Viertaktmotors entspricht einer Drehung der Kurbelwelle über einen Kurbelwellenwinkel von 720°.

[0021] In Weiterbildung der Erfindung ist die Steuerschaltung ausgebildet, in mehreren Arbeitszyklen des Verbrennungsmotors einen auftretenden Drehzahlabfall zu erfassen. Die Steuerschaltung ist ferner ausgebildet, den Wert des vorgegebenen Drehzahlabfalls aus einem Mittelwert der erfassten Werte der Drehzahlabfälle abzuleiten. Der vorgegebene Wert des Drehzahlabfalls, bei dessen Überschreiten die Umschaltung auf den Beschleunigungsfall erfolgt, kann somit ein gleitender Wert oder auch ein fest gewählter Wert sein.

[0022] Der Gegenstand der Erfindung betrifft auch ein Verfahren zur Umschaltung eines Zündzeitpunktes bei einem fremdgezündeten Verbrennungsmotor mit einer in einem Brennraum des Verbrennungsmotors angeordneten Zündkerze und einem Kolben, der ein dem Brennraum zugeführtes Kraftstoff/Luftgemisch auf seinem Weg vom unteren Totpunkt zum oberen Totpunkt verdichtet, wobei die zugeführte Verbrennungsluft abhängig vom Betriebszustand des Verbrennungsmotors über einen Ansaugkanal mit einem Steuerelement zugemessen ist. Nach der Erfindung wird im Leerlauffall des Verbrennungsmotors während eines Verdichtungstaktes ein auftretender Drehzahlabfall erfasst und der erfasste Drehzahlabfall mit einem vorgegebenen Drehzahlabfall verglichen. Überschreitet der erfasste Drehzahlabfall den Grenzwert des vorgegebenen Drehzahlabfalls, wird auf einen Zündzeitpunkt für den Beschleunigungsfall, z. B. auf einen "frühen" Zündzeitpunkt für den Beschleuni-

gungsfall umgeschaltet.

[0023] Nach einer Erhöhung der zugeführten Menge an Verbrennungsluft zwecks Beschleunigung der Drehzahl des Verbrennungsmotors kann bereits im ersten Verdichtungsstakt des Kolbens der Beschleunigungswunsch des Benutzers anhand des auftretenden Drehzahlabfalls erkannt und entsprechend der Zündzeitpunkt auf Beschleunigung verstellt werden. Bevor die erhöhte Menge der zugeführten Verbrennungsluft - und insbesondere mit einer erhöhten Menge an zugeführtem Kraftstoff - zu einem Anstieg der Drehzahl des Verbrennungsmotors führt, ist der Beschleunigungswunsch bereits erkannt und der Zündzeitpunkt auf den Beschleunigungsfall umgeschaltet.

[0024] Zweckmäßig wird der Drehzahlabfall in einem Kurbelwellenwinkelbereich von bis zu 300° erfasst. Der Kurbelwellenwinkelbereich ist so gewählt, dass er sich zumindest den unteren Totpunkt des Kolbens und zumindest den oberen Totpunkt des Kolbens erfasst.

[0025] Es kann zweckmäßig sein, den als Schwellwert der Umschaltung vorgegebenen Wert des vorgegebenen Drehzahlabfalls aus einem Mittelwert der Summe vorangegangener Drehzahlabfälle zu bilden. Der vorgegebene Wert des Drehzahlabfalls kann somit ein gleitender Wert oder auch ein fest gewählter Wert sein.

[0026] Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den weiteren Ansprüchen, der Beschreibung und der Zeichnung, in der ein Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt ist. Die in den Ansprüchen, der Beschreibung und den Zeichnungen offenbarten Merkmale sind untereinander beliebig kombinierbar. Das in der Zeichnung dargestellte Ausführungsbeispiel ist nachstehend beschrieben. Es zeigten:

- Fig. 1 einen schematischen Schnitt durch ein Arbeitsgerät mit einem Verbrennungsmotor und einer erfindungsgemäßen Zündschaltung,
- Fig. 2 eine vereinfachte Darstellung des Drehzahlverlaufs der Kurbelwelle über den Kurbelwellenwinkel bei geschlossener Drosselklappe,
- Fig. 3 eine vereinfachte Darstellung des Drehzahlverlaufs der Kurbelwelle über dem Kurbelwellenwinkel bei offener Drosselklappe,
- Fig. 4 in vereinfachter Darstellung der Drehzahlverlauf der Kurbelwelle über aufeinanderfolgende Zyklen des Verbrennungsmotors mit einem Übergang von einer geschlossenen Drosselklappe (Leerlauf) zu einer offenen Drosselklappe (Beschleunigung).

[0027] In Fig. 1 ist ein Arbeitsgerät 1 mit einem Verbrennungsmotor 2 gezeigt. Im Ausführungsbeispiel ist das Arbeitsgerät 1 eine Motorkettensäge mit einer auf Führungsschiene 3 umlaufenden Sägekette 3'. Die Motorkettensäge ist als Beispiel aus einer Vielzahl von mög-

lichen Arbeitsgeräten wie Blasgerät, Freischneider, Heckenschere oder dergleichen handgeführten, insbesondere tragbaren Arbeitsgeräten gewählt.

[0028] Der dargestellte Verbrennungsmotor 2 ist ein Zweitaktmotor; alternativ kann auch ein Viertaktmotor, insbesondere ein gemischgeschmierter Viertaktmotor als Antrieb für das Arbeitsgerät 1 eingesetzt werden. Die nachstehende Erfindung ist sowohl bei Zweitaktmotoren als auch bei Viertaktmotoren einsetzbar.

[0029] Der Verbrennungsmotor 2 weist einen Zylinder 5 mit einem Brennraum 4 auf, der von einem Kolben 6 begrenzt ist. Der Kolben 6 bewegt sich zwischen einem oberen Totpunkt OT und einem unteren Totpunkt UT hin und her. Das über einen Ansaugkanal 7 angesaugte Kraftstoff/Luft-Gemisch strömt in den Brennraum 4 ein und wird in einem Verdichtungsstakt von dem in Richtung 50 zum oberen Totpunkt OT fahrenden Kolben 6 verdichtet. Das verdichtete Gemisch wird durch den Funken einer Zündkerze 21 im Brennraum 4 gezündet, wodurch sich der Kolben 4 beschleunigt abwärts in Richtung auf den unteren Totpunkt UT bewegt. Der zwischen dem oberen Totpunkt OT und dem unteren Totpunkt UT hin und her fahrende Kolben 4 treibt über ein Pleuel 8 eine Kurbelwelle 9 des Verbrennungsmotors 2 in Drehrichtung 31 drehend an. Die Kurbelwelle 9 treibt ein Werkzeug des Arbeitsgerätes 1 an, im vorliegenden Ausführungsbeispiel die auf der Führungsschiene 3 umlaufende Sägekette 3'.

[0030] In einem Arbeitstakt (Zyklus) fährt der Kolben 6 von dem unteren Totpunkt UT zum oberen Totpunkt OT und wieder zum unteren Totpunkt UT. Dabei dreht sich die Kurbelwelle um 360°KW.

[0031] Die Drehzahl des Verbrennungsmotors 2 ist bestimmt durch die zugeführte Menge und Fettigkeit des Kraftstoff/Luft-Gemisches, das im Ausführungsbeispiel über einen Vergaser 10 zugemessen wird. Alternativ kann der zugeführte Kraftstoff auch über ein Kraftstoffventil oder ein Einspritzventil zugeführt werden. Zur Zumessung der notwendigen Verbrennungsluft kann eine Klappensteuerung vorgesehen sein. Im gezeigten Ausführungsbeispiel ist im Vergaser 10 zumindest eine Drosselklappe 11 vorgesehen, die in Fig. 1 in einer geschlossenen Stellung strichliert dargestellt ist.

[0032] In der Leerlaufstellung der Drosselklappe 11 ist der Ansaugkanal 7 durch die Drosselklappe 11 verschlossen. Durch eine kleine Öffnung in der Drosselklappe 11 oder einen Bypass strömt die für einen stabilen Leerlauf notwendige Verbrennungsluft in den Ansaugkanal 7 ein und wird zusammen mit Kraftstoff als Kraftstoff/Luft-Gemisch in den Brennraum 4 angesaugt. In der strichpunktierten Lage der Drosselklappe 11' ist der Ansaugkanal 7 vollständig geöffnet, sodass eine große Menge an Verbrennungsluft für das Kraftstoff/Luft-Gemisch in den Brennraum 4 angesaugt werden kann.

[0033] Die Lage der Drosselklappe 11, 11' ist über eine Hebelanordnung 12 von einem Stellelement 13 veränderbar. Das Stellelement 13 ist im Ausführungsbeispiel im Handgriff 14 des Arbeitsgerätes 1 verschwenkbar ge-

halten. Das Stellelement 13 kann als Gashebel des Verbrennungsmotors 2 ausgebildet sein.

[0034] Die Zündkerze 21 ist von einer Zündschaltung 20 gesteuert, um in Abhängigkeit des Kurbelwellenwinkels °KW der Kurbelwelle 9 einen Zündfunken abzugeben. Der Zündzeitpunkt ZZP kann grundsätzlich abhängig sein vom Betriebszustand des Verbrennungsmotors 2 und des Kurbelwellenwinkels °KW der Kurbelwelle 9, d. h. der Ist-Winkellage der Kurbelwelle 9 und damit der Hubstellung des Kolbens 6.

[0035] Zur Erfassung des Kurbelwellenwinkels °KW der Kurbelwelle 9 kann beispielhaft ein Sensor 15 vorgesehen sein, der als Drehzahlsensor ausgebildet ist. Der Sensor 15 ist an der Kurbelwelle 9 angeordnet und tastet deren Winkellage ab. Die Kombination des Sensors 15 mit der Kurbelwelle 9 kann so ausgebildet sein, dass der Sensor 15 bei Drehung der Kurbelwelle um 1°KW jeweils ein Ausgangssignal abgibt. Über eine Kurbelwellenumdrehung von 360°KW gibt der Sensor 15 dann genau 360 Ausgangssignale ab. Die Ausgangssignale des Sensors 15 sind über eine Signalleitung 16 in einem Eingangskreis 17 der Zündschaltung 20 zugeführt. Im Eingangskreis 17 wird anhand der empfangenen Ausgangssignale des Sensors 15 einerseits die Drehzahl der Kurbelwelle 9 und andererseits die Drehlage der Kurbelwelle 9, nämlich der Kurbelwellenwinkel °KW der Kurbelwelle 9 bestimmt. Diese Information wird über einen Ausgang 18 einer Steuerschaltung 19 der Zündschaltung 20 zugeführt. Anhand des Drehzahlsignals und des Winkelsignals wird der Zündzeitpunkt ZZP der Zündkerze 8 von der Steuerschaltung 19 gesteuert.

[0036] Vorteilhaft ist im gezeigten Ausführungsbeispiel der Steuerschaltung 19 ein erster Zündzeitpunkt ZZP_L für den Leerlauffall des Verbrennungsmotors 2 und ein zweiter Zündzeitpunkt ZZP_B für einen Beschleunigungsfall oder Volllastfall des Verbrennungsmotors 2 bereitgestellt. Die Zündzeitpunkte ZZP_L und ZZP_B sind der Steuerschaltung 19 vorteilhaft aus einem Speicher 22 bereitgestellt. Ein Zündzeitpunkt ZZP_L für den Leerlauf kann bei 15 °KW vor OT bis 0 °KW vor OT liegen. Ein Zündzeitpunkt ZZP_B für einen Beschleunigungsfall oder Volllastfall kann bei 20 °KW vor OT bis 40 °KW vor OT liegen. Es kann zweckmäßig sein, mehrere Zündzeitpunkte für den Leerlauffall und mehrere Zündzeitpunkte für den Beschleunigungsfall zur Verfügung zu stellen. In vorteilhafter Ausgestaltung sind im Speicher 22 Zündkennlinien abgespeichert, die in Abhängigkeit von der Drehzahl der Kurbelwelle 9 angepasste Zündzeitpunkte ZZP bereitstellen.

[0037] Der Drehzahlverlauf 40 im Leerlauffall des Verbrennungsmotors 2 ist in Fig. 2 dargestellt. Die Leerlaufdrehzahl liegt beispielhaft zwischen 2.000 bis 3.000 1/min. Im Verdichtungsstakt des Verbrennungsmotors 2, d. h., wenn sich der Kolben 6 aus dem unteren Totpunkt UT in Richtung 50 zum oberen Totpunkt OT bewegt und dabei die Füllung des in dem Brennraum 4 befindlichen Kraftstoff/Luftgemisches verdichtet, führt dies aufgrund der ausgeführten Verdichtungsarbeit allgemein zu einem

Drehzahlabfall Δn , der in Fig. 2 als Δn_{zu} dargestellt ist. Ein derartiger Drehzahlabfall Δn_{zu} kann zum Beispiel den Wert von 125 1/min erreichen. In der unterhalb des Drehzahlverlaufs 40 eingezeichneten strichlierten Kurve 45 ist schematisch die Zündung wiedergegeben. Im Leerlauffall ist ein später Zündzeitpunkt vorgesehen. Um den Bereich des oberen Totpunkts OT löst die Steuerschaltung 19 an der Zündkerze 21 einen Zündfunken aus, was zur Zündung des verdichteten Kraftstoff/Luft-Gemisches führt. Wie dem Drehzahlverlauf 40 zu entnehmen ist, steigt daraufhin die Drehzahl N des Verbrennungsmotors 2 wieder an, um bei einem darauf folgenden Verdichtungsstakt aufgrund der geleisteten Verdichtungsarbeit erneut abzufallen.

[0038] In Fig. 3 ist der Drehzahlverlauf 40 im Beschleunigungsfall des Verbrennungsmotors 2 dargestellt. In Volllast des Verbrennungsmotors liegt die Drehzahl bei 7.000 1/min bis 11.000 1/min. Die Maximaldrehzahl liegt bei 8.000 1/min bis 15.000 1/min. Wird im Leerlauffall die Drosselklappe 11 in die geöffnete Stellung der Drosselklappe 11' verschwenkt, zum Beispiel durch Niederdrücken des Stellelementes 13 im Handgriff 14 des Arbeitsgerätes 1, ist der Ansaugkanal 7 vollständig geöffnet. Bei vollständig geöffnetem Ansaugkanal 7 kann eine große Menge an Verbrennungsluft in den Brennraum 4 einströmen, der eine entsprechend große Menge an Kraftstoff zur Bildung eines zündfähigen Kraftstoff/Luft-Gemisches zugeführt ist. Die bei geöffneter Stellung der Drosselklappe 11' in den Brennraum 4 einströmende Menge an Verbrennungsluft ist größer als die Menge der Verbrennungsluft, die im Leerlauffall des Verbrennungsmotors 2 in den Brennraum 4 einströmt. Die bei geöffneter Stellung der Drosselklappe 11' zuströmende Menge an Verbrennungsluft beträgt insbesondere ein Mehrfaches der Menge an Verbrennungsluft, die im Leerlauffall dem Verbrennungsmotor 2 zuströmt.

[0039] Die im Beschleunigungsfall dem Brennraum 4 zugeführte größere Menge an Verbrennungsluft führt zu einer größeren Zylinderfüllung, d. h., im Brennraum befindet sich eine größere Menge eines Kraftstoff/Luft-Gemisches, wodurch die Verdichtungsarbeit des Kolbens 6 anwächst. Diese größere Verdichtungsarbeit des Kolbens 6 führt - wie der Drehzahlverlauf 40 in Fig. 3 zeigt - zu einem signifikanten Abfall der Drehzahl N der Kurbelwelle 9. Auf seinem Weg vom unteren Totpunkt UT in Richtung 50 zum oberen Totpunkt OT tritt ein Drehzahlabfall Δn auf, der in Fig. 3 als Δn_o dargestellt ist. Der bei offener Drosselklappe 11 auftretende Drehzahlabfall Δn_o ist signifikant größer als der im Leerlauffall bei geschlossener Drosselklappe 11 auftretende Drehzahlabfall Δn_{zu} . Der aufgrund der geleisteten größeren Verdichtungsarbeit auftretende stärkere Drehzahlabfall Δn_{zu} kann einen Wert von zum Beispiel 260 1/min haben. Wird die im Beschleunigungsfall die im Brennraum 4 befindliche große Menge des Kraftstoff/Luftgemisches im Bereich des oberen Totpunktes OT gezündet, erfolgt ein starker Drehzahlanstieg über die Leerlaufdrehzahl hinaus. Die Steuerschaltung 19 steuert den Zündzeitpunkt

ZZP der Zündkerze 21 nach dem vorteilhaft vorgegebenen Zündzeitpunkt ZZP_B für den Beschleunigungsfall.

[0040] Nach der Erfindung ist vorgesehen, im Leerlauf des Verbrennungsmotors 2 den Verlauf der Drehzahl N der Kurbelwelle 9 im Verdichtungsstakt über einen vorgegebenen Kurbelwellenwinkelbereich 30 zu überwachen. Vorteilhaft ist die Überwachung der Drehzahl zur Umschaltung des Zündzeitpunktes in einem für den Leerlauf relevanten Drehzahlbereich von etwa 1500 1/min bis 3500 1/min vorgesehen.

[0041] Bei geschlossener Drosselklappe 11 wird der im Verdichtungsstakt im vorgegebenen Kurbelwellenwinkelbereich 30 auftretende Drehzahlabfall Δn_{zu} als Wert erfasst. Der Drehzahlabfall Δn_{zu} wird in der Zündschaltung 20 als Drehzahlabfall Δn einer Überwachungsschaltung 23 gemeldet und der Wert des erfassten Drehzahlabfalls Δn einem Komparator 24 zugeführt. Der Komparator 24 vergleicht den im vorgegebenen Kurbelwellenwinkelbereich 30 erfassten Wert des Drehzahlabfalls Δn unmittelbar mit einem vorgegebenen Grenzwert Δn_G , der vorteilhaft im Komparator 24 hinterlegt ist. Der Wert eines derartigen Grenzwertes Δn_G kann zum Beispiel eine Konstante von 200 1/min sein.

[0042] Ist die Drosselklappe 11 geöffnet, muss der Kolben 5 aufgrund der größeren Füllung des Brennraums 4 eine größere Verdichtungsarbeit verrichten, weshalb es zu einem stärkeren Drehzahlabfall Δn_o im überwachten Kurbelwellenwinkelbereich 30 kommt (Fig. 3).

[0043] Ist der erfasste Wert des Drehzahlabfalls Δn , im Falle der geöffneten Drosselklappe 11 also der Drehzahlabfall Δn_o (Fig. 3), gleich oder größer als der vorgegebene Grenzwert Δn_G , gibt der Komparator 24 auf der Steuerleitung 25 ein Signal aus. Empfängt die Steuerschaltung 19 das Signal des Komparators 24, schaltet die Steuerschaltung sofort auf einen Zündzeitpunkt ZZP_B für den Beschleunigungsfall um. Dies ist schematisch in Fig. 4 wiedergegeben.

[0044] Der als Grenzwert vorgesehene vorgegebene Drehzahlabfall Δn_G wird vorteilhaft direkt mit dem aktuellen Drehzahlabfall Δn bzw. Δn_o oder Δn_{zu} verglichen.

[0045] Es kann vorteilhaft sein, einen gleitenden Mittelwert des Drehzahlabfalls Δn über mehrere Arbeitszyklen zu bilden, z. B. über 2 bis 5, insbesondere 3 Arbeitszyklen. Der vorgegebene Grenzwert des Drehzahlabfalls Δn_G ist so gewählt, dass bei Drehzahlrauschen ein Umschalten auf den Zündzeitpunkt für Beschleunigung vermieden ist.

[0046] Es kann auch vorteilhaft sein, einen vorgegeben Grenzwert des Drehzahlabfalls Δn_G mit der Differenz eines festgestellten aktuellen Drehzahlabfalls Δn_n eines ersten Arbeitszyklus minus dem Drehzahlabfall Δn_{n-1} eines vorhergehenden Arbeitszyklus zu vergleichen. Insbesondere kann der Drehzahlabfall Δn_{n-1} eines vorhergehenden Arbeitsspiels auch als gleitender Mittelwert vorgesehen sein. So kann der Drehzahlabfall Δn_{n-1} eines vorhergehenden Arbeitszyklus aus dem Mittelwert von z. B. 2 bis 5 vorhergehender Arbeitszyklen, insbesondere drei Arbeitszyklen gemittelt werden. So können einzelne

Ausreißer oder Rauschen geglättet werden. Der Grenzwert des Drehzahlabfalls Δn_G kann vorteilhaft näher an Null gewählt werden,

[0047] Es kann auch vorteilhaft sein, den Grenzwert des Drehzahlabfalls Δn_G aus einem gleitenden Mittelwert des Drehzahlabfalls Δn_{n-1} aus vorangegangenen Arbeitszyklen zu bilden zuzüglich der Addition eines Drehzahlsprungs von z. B. 100 1/min. Dadurch wird die Funktion unabhängiger von der Drehzahl im Leerlauf, die von Motor zu Motor oder je nach Leerlaufeinstellung variieren kann.

[0048] Der Beschleunigungsfall des Verbrennungsmotors 2 kann signifikant früher erkannt werden, bevor an dem Drehzahlanstieg der Kurbelwelle 9 der Beschleunigungsfall zu erkennen ist. Die Reaktion des Verbrennungsmotors 2 auf ein Öffnen der Drosselklappe 11, 11' erfolgt deutlich schneller als bei einer Steuerung, die anhand eines Drehzahlanstiegs auf einen Zündzeitpunkt ZZP für den Beschleunigungsfall umschaltet.

Patentansprüche

1. Zündschaltung für einen Verbrennungsmotor (2), mit einer in einem Brennraum (4) des Verbrennungsmotors (2) angeordneten Zündkerze (21), wobei der Brennraum (4) von einem Kolben (6) begrenzt ist, der zwischen einem oberen Totpunkt (OT) und einem unteren Totpunkt (UT) hin und her bewegt ist und über ein Pleuel (8) eine Kurbelwelle (9) antreibt, und mit einem Ansaugkanal (7) mit einem Steuerelement (27) zur Zumessung von Verbrennungsluft für einen Leerlauf und einen Beschleunigungsfall des Verbrennungsmotors, und mit einer elektronischen Steuerschaltung (19), die ausgebildet ist, in Abhängigkeit eines Kurbelwellenwinkels ($^\circ KW$) der Kurbelwelle (9) zu einem Zündzeitpunkt (ZZP) an der Zündkerze (21) einen Zündfunken auszulösen, wobei der Steuerschaltung (19) zumindest ein Zündzeitpunkt (ZZP_L) für den Leerlauf und zumindest ein Zündzeitpunkt (ZZP_B) für den Beschleunigungsfall bereitgestellt sind, und die Steuerschaltung (19) ausgebildet ist, im Leerlauf den vorgegebenen Zündzeitpunkt (ZZP_L) für den Leerlauf einzustellen, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerschaltung (19) ausgebildet ist, im Leerlauf des Verbrennungsmotors (2) den Verlauf einer Drehzahl (N) der Kurbelwelle (9) über zumindest einen vorgegebenen Kurbelwellenwinkelbereich (30) zu überwachen, und im Leerlauf einen innerhalb des vorgegebenen Kurbelwellenwinkelbereichs (30) auftretenden Drehzahlabfall (Δn) der Drehzahl (N) der Kurbelwelle (9) als Wert zu erfassen, und ausgebildet ist, den Wert des erfassten Drehzahlabfalls (Δn) mit einem vorgegebenen Wert eines Drehzahlabfalls (Δn_G) zu vergleichen, und bei Überschreiten des vorgegebenen Wertes (Δn_G) des Drehzahlabfalls (Δn) auf den Zündzeitpunkt (ZZP_B) für den Beschleuni-

gungsfall umzuschalten.

2. Zündschaltung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerschaltung (19) zumindest in einem Drehzahlbereich von 1.500 1/min bis 3.500 1/min aktiv ist. 5
3. Zündschaltung nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass der Verdichtungs-
takt des Verbrennungsmotors (2) zumindest teilweise in dem vorgegebene Kurbelwellenwinkelbereich (30) liegt. 10
4. Zündschaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet, dass sich der Kurbel-
wellenwinkelbereich (30) über einen Kurbelwellen-
winkel ($^{\circ}$ KW) von bis zu 300° erstreckt. 15
5. Zündschaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet, dass sich der vorgege-
bene Kurbelwellenwinkelbereich (30) über einen
Kurbelwellenwinkel ($^{\circ}$ KW) von nicht mehr als
 180° KW erstreckt. 20
6. Zündschaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet, dass in Drehrichtung
(31) der Kurbelwelle (9) der vorgegebene Kurbelwel-
lenwinkelbereich (30) sich zumindest zwischen dem
unteren Totpunkt (UT) des Kolbens (6) und zumin-
dest dem oberen Totpunkt (OT) des Kolbens (6) er-
streckt. 25 30
7. Zündschaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet, dass sich der vorgege-
bene Kurbelwellenwinkelbereich (30) zumindest bis
zum Zündzeitpunkt (ZZP) erstreckt. 35
8. Zündschaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet, dass der Verbren-
nungsmotor (2) ein Viertaktmotor ist. 40
9. Zündschaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerschal-
tung (19) ausgebildet ist, in mehreren Verbren-
nungszyklen des Verbrennungsmotors (2) einen
auftretenden Drehzahlabfall (Δn) zu erfassen und
ausgebildet ist, den Wert des vorgegebenen Dreh-
zahlabfalls (Δn_G) aus einem Mittelwert der erfassten
Werte des Drehzahlabfalls abzuleiten. 45 50
10. Verfahren zur Umschaltung eines Zündzeitpunktes
bei einem fremdgezündeten Verbrennungsmotor (2)
mit einer in einem Brennraum (4) des Verbrennungs-
motors (2) angeordneten Zündkerze (21) und einem
Kolben (6), der ein dem Brennraum (4) zugeführtes
Kraftstoff/Luft-Gemisch auf seinem Weg von einem
unteren Totpunkt (UT) zu einem oberen Totpunkt
(OT) verdichtet, wobei die zugeführte Verbren-

nungsluft abhängig vom Betriebszustand des Ver-
brennungsmotors über einen Ansaugkanal (7) mit
einem Steuerelement (27) zugemessen ist,
dadurch gekennzeichnet, dass im Leerlauffall des
Verbrennungsmotors (2) ein im Verdichtungs-
takt auftretender Drehzahlabfall (Δn) erfasst wird, dass
der erfasste Drehzahlabfall (Δn) mit einem vorgege-
benen Drehzahlabfall (Δn_G) verglichen wird und
dass bei Überschreiten des erfassten Drehzahlab-
falls (Δn) über den vorgegebenen Drehzahlabfall
(Δn_G) auf einen Zündzeitpunkt für den Beschleuni-
gungsfall umgeschaltet wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet, dass der Drehzahlabfall
(Δn) in einem Kurbelwellenwinkelbereich (30) von
bis zu 300° erfasst wird.
12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11,
dadurch gekennzeichnet, dass der Drehzahlabfall
(Δn) in einem Kurbelwellenwinkelbereich (30) von
zumindest zwischen dem unteren Totpunkt des Kol-
bens (6) und zumindest dem oberen Totpunkt des
Kolbens (6) erfasst wird.
13. Verfahren nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet, dass der Wert des vor-
gegebenen Drehzahlabfalls (Δn_G) aus einem Mittel-
wert der Summe vorangegangener Drehzahlabfälle
(Δn) gebildet wird.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 13,
dadurch gekennzeichnet, dass der Drehzahlabfall
zumindest in einem Drehzahlbereich von 1.500
1/min bis 3.500 1/min erfasst wird.

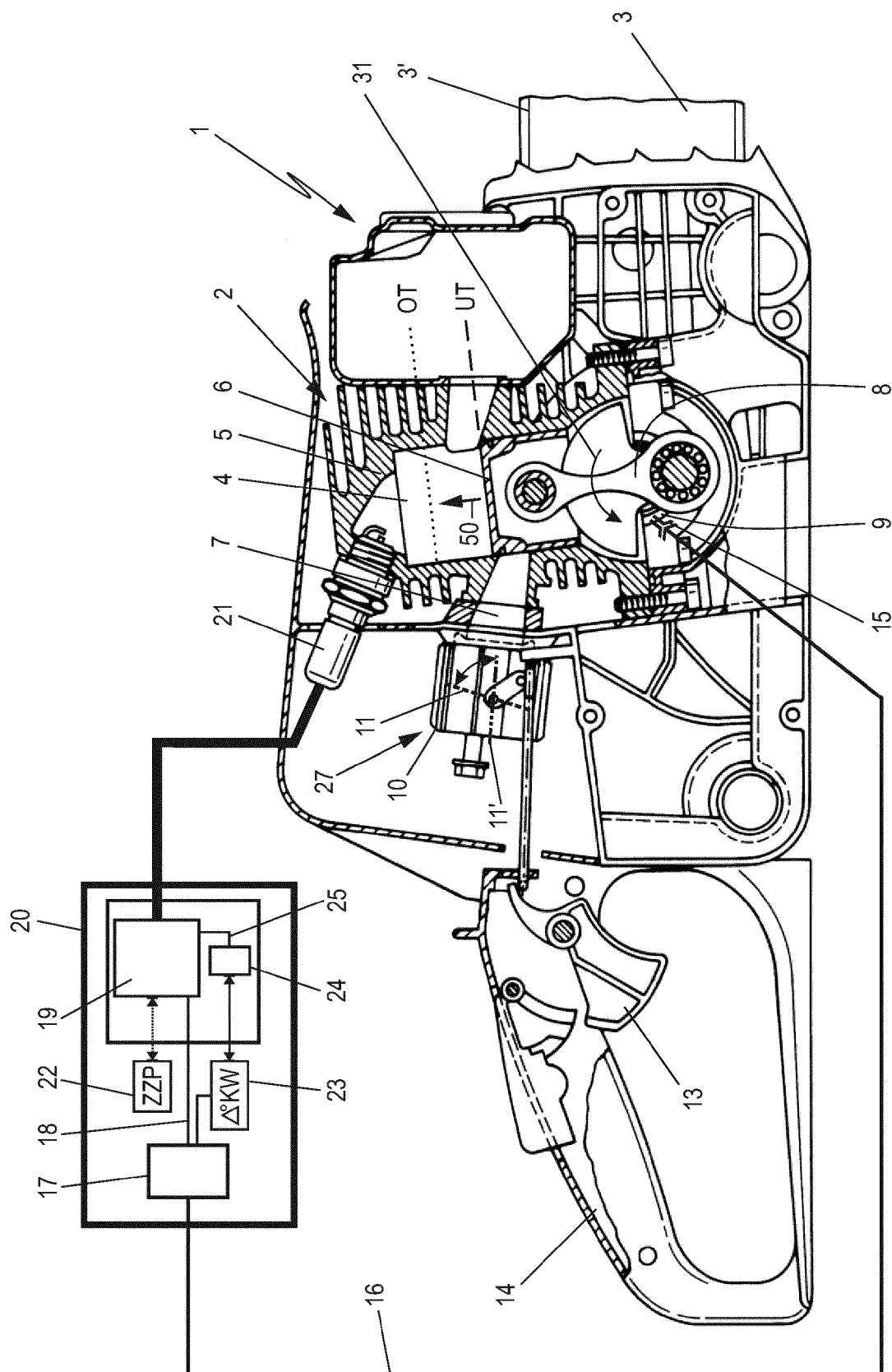


Fig. 1

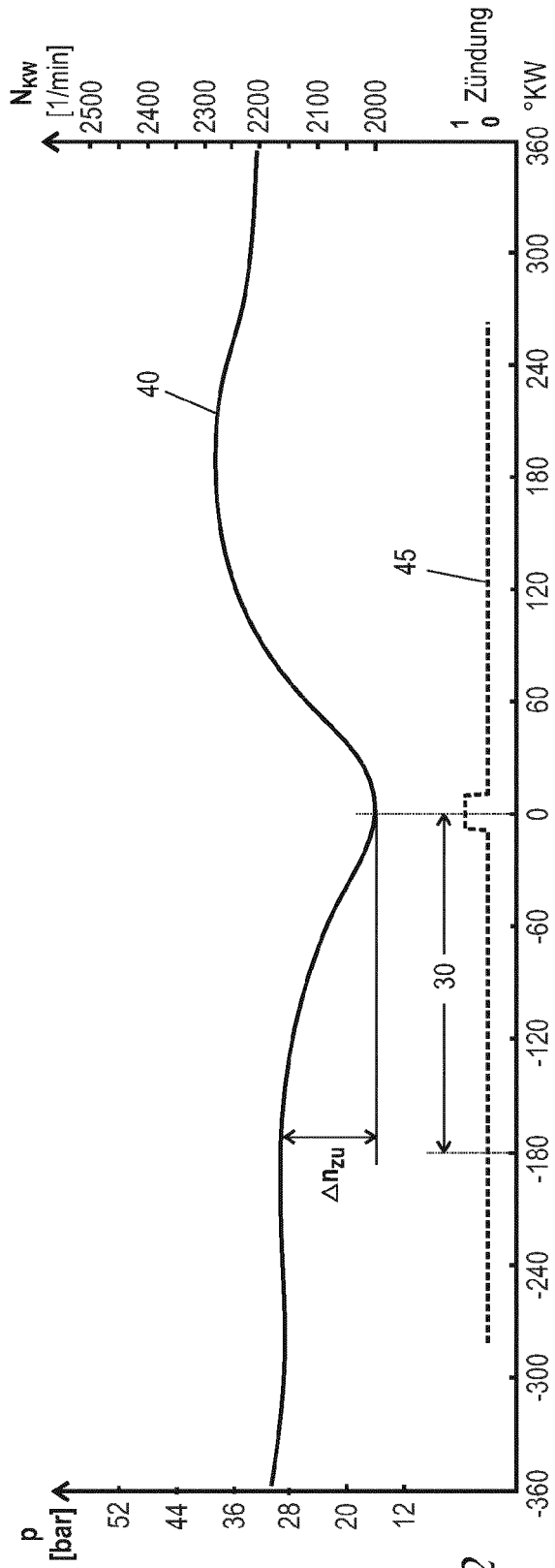


Fig. 2

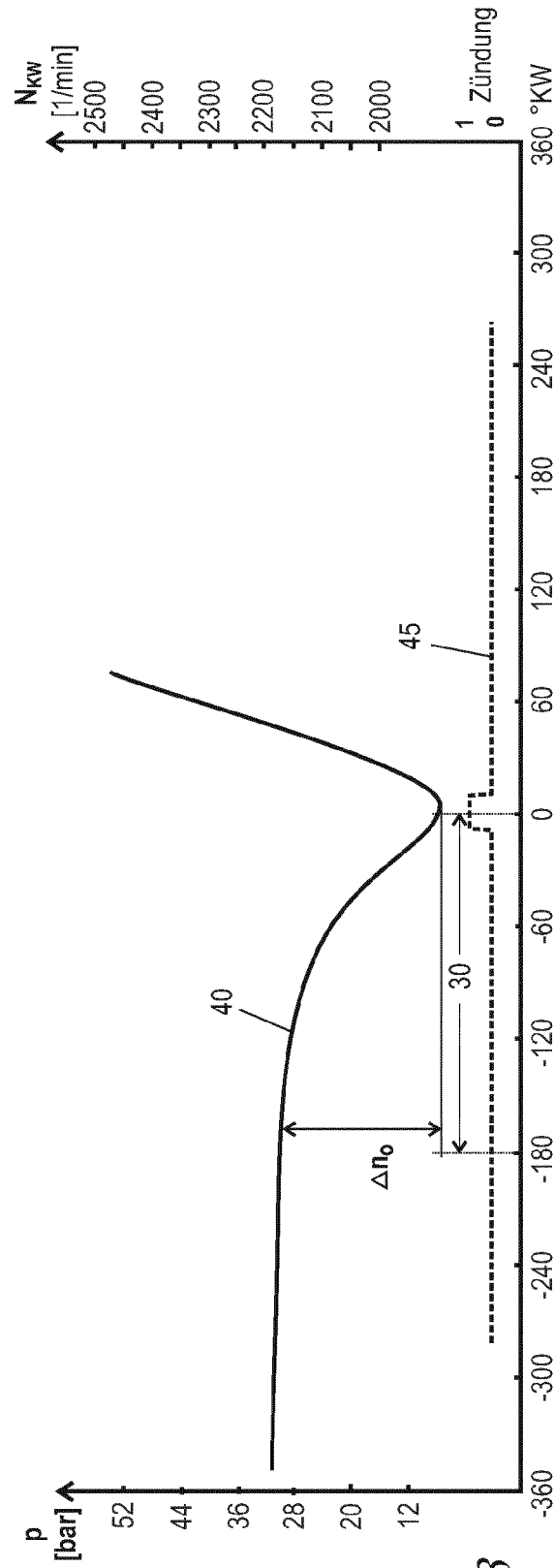


Fig. 3

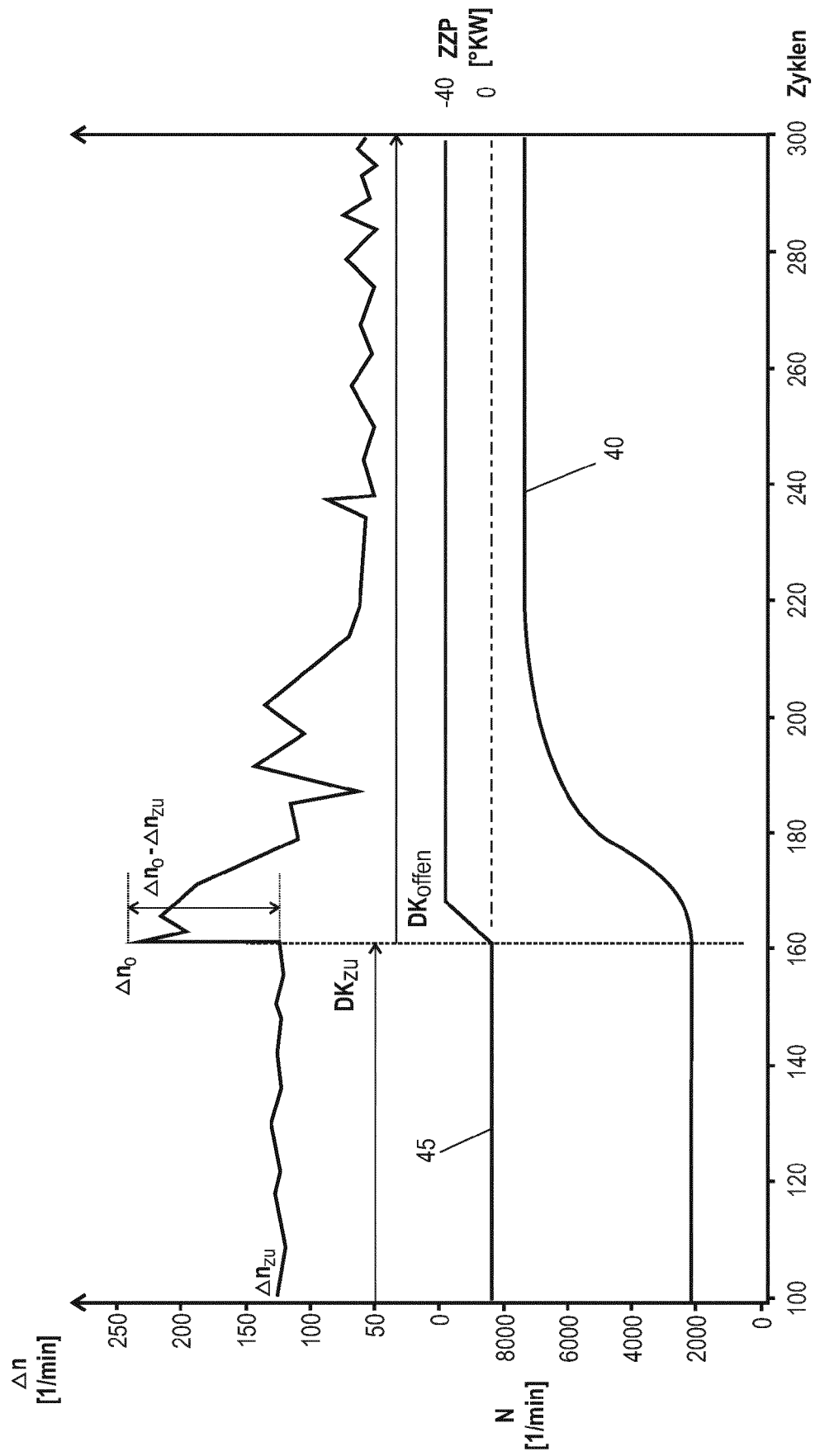


Fig. 4



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 22 15 5636

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

2

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 5 447 131 A (NICKEL HANS [DE] ET AL) 5. September 1995 (1995-09-05) * Abbildungen 1-2 * * Spalte 2, Zeile 43 - Zeile 60 * * Spalte 3, Zeile 17 - Zeile 43 * * Spalte 4, Zeile 23 - Zeile 48 * -----	1-9, 11-14	INV. F02P5/15
A	US 2005/011494 A1 (NICKEL HANS [DE]) 20. Januar 2005 (2005-01-20) * Absätze [0006], [0014]; Abbildungen 1-2 * -----	1-14	
A	US 7 536 983 B2 (STIHL AG & CO KG ANDREAS [DE]) 26. Mai 2009 (2009-05-26) * Spalte 12, Zeile 33 - Zeile 43; Abbildungen 3,11 * -----	1-14	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F02P F02D
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 21. Juli 2022	Prüfer Ulivieri, Enrico
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			

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

EP 22 15 5636

5 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.

21-07-2022

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	US 5447131 A	05-09-1995	DE 4326010 A1	09-02-1995
			FR 2708672 A1	10-02-1995
			US 5447131 A	05-09-1995
15	-----	-----	-----	-----
	US 2005011494 A1	20-01-2005	CN 1576573 A	09-02-2005
			DE 10332258 A1	03-02-2005
			FR 2857703 A1	21-01-2005
			US 2005011494 A1	20-01-2005
20	-----	-----	-----	-----
	US 7536983 B2	26-05-2009	CN 101004146 A	25-07-2007
			JP 4972415 B2	11-07-2012
			JP 2007192226 A	02-08-2007
			US 2007163557 A1	19-07-2007
25	-----	-----	-----	-----
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

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