



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
05.02.2014 Patentblatt 2014/06

(51) Int Cl.:
F02D 31/00 (2006.01) F02B 63/02 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **13003592.6**

(22) Anmeldetag: **17.07.2013**

(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

(30) Priorität: **31.07.2012 DE 102012015034**

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

(72) Erfinder:
• **Gegg, Tim, Dr.**
71686 Remseck (DE)
• **Kölmel, Armin, Dr.**
72108 Rottenburg (DE)
• **Dangelmaier, Manuel**
73207 Plochingen (DE)

(74) Vertreter: **Wasmuth, Rolf et al**
Menzelstrasse 40
70192 Stuttgart (DE)

(54) **Verfahren zur Abschaltung einer Drehzahlbegrenzung bei einem Verbrennungsmotor**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung der Drehzahl eines Verbrennungsmotors (8) in einem handgeführten Arbeitsgerät (1), wie einem Freischneider. Der Verbrennungsmotors (8) treibt über eine in Abhängigkeit der Motordrehzahl (n) schließende Kupplung (6) ein Arbeitswerkzeug (4) an. Im Brennraum (22) des Verbrennungsmotors (8) ist eine Zündkerze (23) angeordnet, die von einer Zündeinrichtung (24) angesteuert ist. Beim Start des Verbrennungsmotors (8) ist eine Drehzahlsperrschaltung (33) aktiv, die in Abhängigkeit der Momentandrehzahl (n_{ist}) des Verbrennungsmotors (8) eine Steuervariable (37) bestimmt, nach deren Größe Betriebsparameter des Verbrennungsmotors (8) zur Änderung der Momentandrehzahl (n_{ist}) angepasst werden. Die Abschaltung der Drehzahlsperrschaltung (33) ist dann vorgesehen, wenn die zur Anpassung der Betriebsparameter von der Drehzahlsperrschaltung (33) bestimmte Steuervariable (37) der Regelung außerhalb einer vorgegebenen Bandbreite der absoluten Größe der Steuervariablen (37) liegt.

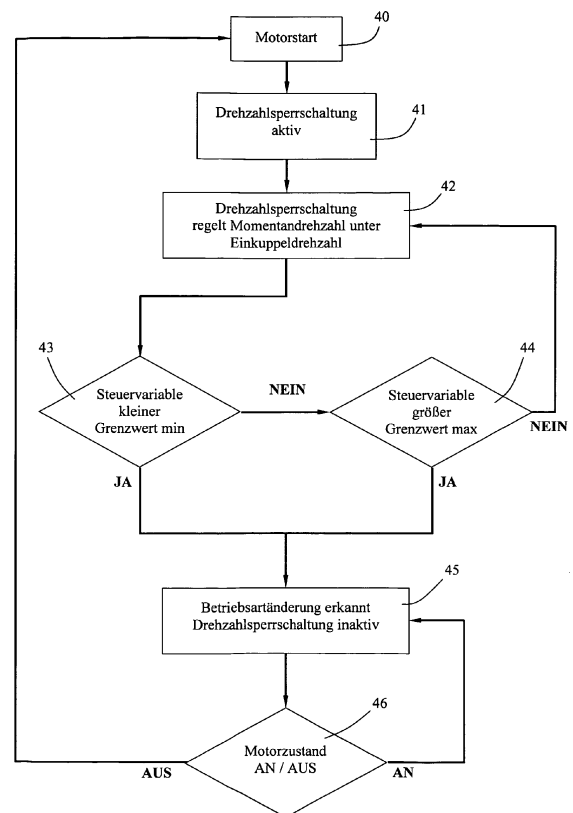


FIG.: 4

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung der Drehzahl eines Verbrennungsmotors nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Aus der US 7,699,039 B2 ist ein Verfahren zum Abschalten eines Zweitaktmotors bekannt, sobald der Zweitaktmotor nach dem Starten einen stabilen Leerlauf erreicht hat. Eine Drehzahlsperrschaltung ist beim Start des Verbrennungsmotors aktiv und wird erst dann deaktiviert, wenn die Drehzahlsperrschaltung die Drehzahl des Verbrennungsmotors unter eine Deaktivierungsdrehzahl hat absenken können. Dies erfordert eine bestimmte Zeitspanne, innerhalb der der Benutzer der Drehzahlsperrschaltung die Gelegenheit geben muss, die Deaktivierungsschwelle zu unterschreiten. Greift der Benutzer durch vorzeitiges Gasgeben in den Regelprozess ein, bleibt die Drehzahlsperrschaltung aktiv; der Benutzer kann die Drehzahl nicht auf eine Arbeitsdrehzahl erhöhen.

[0003] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, für ein Verfahren der gattungsgemäßen Art Abschaltkriterien für die Drehzahlsperrschaltung anzugeben, die unabhängig vom Eingriff des Benutzers ein bedienungsgerechtes, zielgerichtetes Abschalten der Drehzahlsperrschaltung gewährleistet.

[0004] Die Aufgabe wird nach den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

[0005] Die Drehzahlsperrschaltung bestimmt in Abhängigkeit der Momentandrehzahl des Verbrennungsmotors eine Steuervariable der Regelung, nach deren Größe Betriebsparameter des Verbrennungsmotors zur Änderung der Momentandrehzahl angepasst werden. Die Drehzahlsperrschaltung wird nach der Erfindung dann abgeschaltet, wenn die zur Anpassung der Betriebsparameter von der Drehzahlsperrschaltung bestimmte Steuervariable der Regelung außerhalb einer vorgegebenen Bandbreite der absoluten Größe der Steuervariablen liegt.

[0006] Die Steuervariable dient somit nicht nur im Rahmen des Regelkreises der Drehzahlsperrschaltung zur Regelung der Momentandrehzahl selbst auf eine Grenzdrehzahl unterhalb der Einkuppeldrehzahl, sondern darüber hinaus erfindungsgemäß auch als Kriterium zur Abschaltung der Drehzahlsperrschaltung selbst.

[0007] Nach einem Start des Verbrennungsmotors wird sich - ist die Starteinrichtung abgeschaltet und erfolgt durch den Benutzer kein weiterer Eingriff - nach einer bestimmten Anzahl von Kurbelwellenumdrehungen als stationärer Zustand ein maschinentypischer Leerlauf einstellen, der auch als natürlicher Leerlauf bezeichnet werden kann. Dieser natürliche Leerlauf liegt unterhalb der Einkuppeldrehzahl bzw. der Grenzdrehzahl der Drehzahlsperrschaltung, so dass die Steuervariable der Drehzahlsperrschaltung unter einen minimalen Grenzwert sinkt. Ist die Steuervariable unter diesen Grenzwert abgesunken, ist dies ein Zeichen dafür, dass sich ein natürlicher Leerlauf eingestellt hat und die Drehzahl-

sperrschaltung nicht weiter eingreifen muss, also - vorteilhaft nach einer bestimmten Anzahl weiterer Kurbelwellenumdrehungen oder nach Ablauf eines Zeitgliedes - abgeschaltet werden kann.

[0008] Greift der Benutzer nach Start des Verbrennungsmotors am Verbrennungsmotor ein, so dass sich kein natürlicher Leerlauf einstellen kann, wird die Drehzahlsperrschaltung der Steuervariablen eine Größe vorgeben, die eine Einstellung der Drehzahl unter die Einkuppeldrehzahl beziehungsweise unter eine Grenzdrehzahl erzwingt. Gibt der Benutzer Vollgas, obwohl sich noch kein natürlicher Leerlauf eingestellt hatte, wird die Steuervariable der Regelung über einen maximalen Grenzwert ansteigen, woraus der Schluss gezogen werden kann, dass eine durch den Benutzer erzwungene Steigerung der Drehzahl vorliegt. Ein Überschreiten einer absoluten maximalen Größe der Steuervariablen führt somit erfindungsgemäß zu einem Abschalten der Drehzahlsperrschaltung, vorteilhaft nach einer bestimmten Anzahl weiterer Kurbelwellenumdrehungen oder nach Ablauf eines Zeitgliedes.

[0009] Nach der Erfindung ist es somit unbeachtlich, ob der Benutzer beim Start des Verbrennungsmotors aus dem Start heraus sofort beschleunigt, um eine Arbeit aufzunehmen oder erst einen natürlichen Leerlauf der Maschine abwartet, bevor er die Drehzahl des Verbrennungsmotors auf eine Arbeitsdrehzahl erhöht. Da das Abschaltkriterium der Drehzahlsperrschaltung die von ihr im Regelkreis bestimmte Steuervariable, also eine Steuergröße oder eine Stellgröße des Regelkreises ist, kann der Benutzer nach dem Start des Verbrennungsmotors ohne Beeinträchtigung durch die Drehzahlsperrschaltung mit dem Arbeitsgerät sofort in den Arbeitseinsatz gehen und die Momentandrehzahl über die Einkuppeldrehzahl erhöhen.

[0010] Für die Entscheidung, ob die Drehzahlsperrschaltung abgeschaltet wird oder nicht, wird der absolute Wert der Steuervariablen mit einem unteren Grenzwert und/oder mit einem oberen Grenzwert verglichen, die für die gewählte Steuervariable vorgegeben sind. Ein Unterschreiten des unteren Grenzwertes deutet auf einen natürlichen Leerlauf hin; ein Überschreiten des oberen Grenzwertes deutet auf ein bewusstes Beschleunigen durch den Benutzer hin. Die Lehre der Erfindung wird somit bereits dann umgesetzt, wenn nur ein Grenzwert überschritten bzw. unterschritten wird.

[0011] Die Steuervariable der Regelung der Drehzahlsperrschaltung kann in einer Ausgestaltung der Erfindung die Steuergröße des Regelkreises selbst sein. Als Steuergröße kann zum Beispiel die dem Verbrennungsmotor zugeführte Luftmenge genutzt werden, die dem Verbrennungsmotor zugeführte Kraftstoffmenge, der Zündzeitpunkt oder auch die Austaktrate der Zündung.

[0012] Alternativ kann als Steuervariable auch die Stellgröße des Regelkreises genutzt werden, also die Größe, die unmittelbar am Verbrennungsmotor eingestellt wird. Wird zum Beispiel die Kraftstoffzufuhr von einem Kraftstoffventil gesteuert, ist die Stellgröße die

[0013] Öffnungszeit des Kraftstoffventils. Als Stellgröße kann auch die Anzahl der aufeinanderfolgenden Kurbelwellenumdrehungen mit einer Zündung sein, das heißt, die Drehzahlsperrschaltung gibt zur Einstellung der Momentandrehzahl vor, in welchen Kurbelwellenumdrehungen gezündet und in welchen Kurbelwellenumdrehungen nicht gezündet wird, also welche Austaktrate einzustellen ist. Alternativ kann die Stellgröße auch der Zündzeitpunkt selbst sein oder auch die Größe der Zündzeitpunktverstellung selbst.

[0014] In einer weiteren, eigenständigen Lösung der Aufgabe ist vorgesehen, dass die Drehzahlsperrschaltung den Zündzeitpunkt der Zündkerze verändert, wodurch die Momentandrehzahl des Verbrennungsmotors geregelt wird. Bei jeder Umdrehung der Kurbelwelle wird der von der Drehzahlsperrschaltung eingestellte Zündzeitpunkt mit einem vorgegebenen Zündzeitpunkt verglichen und die Drehzahlsperrschaltung immer dann abgeschaltet, wenn der eingestellte Zündzeitpunkt den vorgegebenen Zündzeitpunkt überschreitet. Liegt der vorgegebene Zündzeitpunkt vor dem oberen Totpunkt des Kolbens, wird die Drehzahlsperrschaltung immer dann abgeschaltet, wenn der eingestellte Zündzeitpunkt früher als der vorgegebene Zündzeitpunkt liegt.

[0015] Liegt der vorgegebene Zündzeitpunkt im Bereich einer Spätzündung nach dem oberen Totpunkt OT des Kolbens, wird die Drehzahlsperrschaltung immer dann abgeschaltet, wenn der eingestellte Zündzeitpunkt später als der vorgegebene Zündzeitpunkt liegt.

[0016] Zweckmäßig erfolgt ein Abschalten der Drehzahlsperrschaltung erst dann, wenn eine vorgegebene Zeitspanne überschritten ist, vorzugsweise wenn der eingestellte Zündzeitpunkt über mehrere aufeinanderfolgende Umdrehungen der Kurbelwelle den vorgegebenen Zündzeitpunkt überschreitet.

[0017] Zweckmäßig ist auch, bei jedem Überschreiten des vorgegebenen Zündzeitpunktes einen Zähler um ein Inkrement zu erhöhen, um erst bei Erreichen eines Zählergrenzwertes die Drehzahlsperrschaltung abzuschalten.

[0018] Der vorgegebene Zündzeitpunkt zur Deaktivierung der Drehzahlsperrschaltung liegt vorteilhaft vor dem oberen Totpunkt des Kolbens, also im Bereich der Frühzündung.

[0019] In Weiterbildung der Erfindung bestimmt die Drehzahlsperrschaltung in Abhängigkeit der Momentandrehzahl des Verbrennungsmotors die Steuervariable, insbesondere wird die Steuervariable in Abhängigkeit der Differenz der Momentandrehzahl des Verbrennungsmotors zu einer vorgegebenen Grenzdrehzahl berechnet.

[0020] Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den weiteren Ansprüchen, der Beschreibung und der Zeichnung, in der nachfolgend im Einzelnen beschriebene Ausführungsbeispiele der Erfindung dargestellt sind. Es zeigen:

Fig. 1 in schematischer Darstellung ein von einem

Benutzer handgeführtes Arbeitsgerät am Beispiel eines Freischneiders,

- 5 Fig. 2 in schematischer Darstellung einen Verbrennungsmotor des Arbeitsgerätes nach Fig. 1,
- Fig. 3 eine schematische Darstellung der Funktionsweise der Drehzahlsperrschaltung als Regelkreis,
- 10 Fig. 4 ein Ablaufdiagramm des erfindungsgemäßen Verfahrens,
- 15 Fig. 5 ein Schaubild der Drehzahl über der Zeit für den Startvorgang eines Verbrennungsmotors im Leerlauf,
- Fig. 6 ein Schaubild der Drehzahl über der Zeit für einen Startvorgang des Verbrennungsmotors in Volllast,
- 20 Fig. 7 ein Flussdiagramm zum Ablauf des Abschaltens einer Drehzahlsperrschaltung nach einem weiteren Ausführungsbeispiel,
- 25 Fig. 8 ein Schaubild der Drehzahl des Verbrennungsmotors über der Zeit mit Darstellung der Zündzeitpunkte relativ zur Lage des Kolbens,
- 30 Fig. 9 ein Schaubild der Drehzahl über der Zeit mit Austaktung der Zündung oberhalb einer Drehzahlsschwelle,
- 35 Fig. 10 ein Ablaufdiagramm zur Erkennung eines Brennmusters.

[0021] Das in Fig. 1 schematisch dargestellte Arbeitsgerät 1 ist ein Freischneider. Dieses von einem Benutzer getragene, handgeführte Arbeitsgerät 1 steht beispielhaft für andere tragbare, handgeführte Arbeitsgeräte wie zum Beispiel Trennschleifer, Heckenscheren, Motorsägen, Hochentaster, Blasgeräte oder dgl..

[0022] Das Arbeitsgerät 1 besteht im Wesentlichen aus einem Führungrohr 3, das an einem Ende einen in einem Gehäuse 2 angeordneten Verbrennungsmotor 8 trägt und am anderen Ende einen Werkzeugkopf mit einem Arbeitswerkzeug 4. Im gezeigten Ausführungsbeispiel ist das Arbeitswerkzeug ein Schneidfaden; das Arbeitswerkzeug kann auch ein Messerblatt oder dgl. sein.

[0023] Zum Halten und Führen des Arbeitsgerätes ist eine Lenkerstange 5 vorgesehen, die quer zum Führungrohr 3 liegt und an diesem befestigt ist. An einem der Handgriffe der Lenkerstange 5 sind Bedienelemente 7 zum Steuern des im Gehäuse 2 vorgesehenen Verbrennungsmotors 8 vorgesehen. Die Kurbelwelle des Verbrennungsmotors 8 treibt über eine Kupplung 6 das Arbeitswerkzeug 4 an, wobei die Kupplung 6 vorzugsweise als Fliehkraftkupplung ausgebildet ist. Die Flieh-

kraftkupplung hat eine Einkuppeldrehzahl; oberhalb der Einkuppeldrehzahl ist eine drehfeste Antriebsverbindung zwischen dem Arbeitswerkzeug 4 und der Kurbelwelle des Verbrennungsmotors 8 hergestellt; unterhalb der Einkuppeldrehzahl ist diese Antriebsverbindung mit der Kurbelwelle unterbrochen.

[0024] Der Verbrennungsmotor 8 des Arbeitsgerätes 1 ist vorzugsweise ein gemischgeschmierter Verbrennungsmotor, insbesondere ein einzylindrischer Zweitaktmotor. Eine Ausbildung als gemischgeschmierter Viertaktmotor, vorzugsweise als einzylindrischer Viertaktmotor kann zweckmäßig sein.

[0025] In Fig. 2 ist als Beispiel ein gemischgeschmierter, einzylindrischer Zweitaktmotor dargestellt. Der Verbrennungsmotor 8 besteht im Wesentlichen aus einem Zylinder 9 und einem Kurbelgehäuse 12, in dem drehbar die Kurbelwelle 13 gelagert ist. Im Zylinder 9 ist ein Brennraum 22 ausgebildet, der von einem Kolben 10 begrenzt ist, welcher über ein Pleuel 11 die Kurbelwelle 13 antreibt.

[0026] An dem einen Ende der Kurbelwelle 13 ist ein Lüfterrad 15 zur Erzeugung eines Kühlluftstroms des luftgekühlten Verbrennungsmotors 8 vorgesehen. Zwischen dem Lüfterrad 15 und dem Kurbelgehäuse 12 ist ein Generator 14 angeordnet, der die für eine Steuereinheit 30 notwendige elektrische Energie zur Verfügung stellt.

[0027] In den Brennraum 22 münden zwei Überströmkkanäle 20 und 21, welche mit dem Kurbelgehäuse 12 in Verbindung stehen und über die beim Abwärtshub des Kolbens 10 Brennstoff/Luft-Gemisch in den Brennraum 22 gefördert wird. Im Bereich des oberen Totpunktes OT des Kolbens 10 wird über einen Einlass 16 die zum Betrieb notwendige Verbrennungsluft in das Kurbelgehäuse 12 angesaugt, wobei die Luftzufuhr durch eine Drosselklappe 18 gesteuert ist. Die Stellung der Drosselklappe 18 wird über einen Stellungssensor 26 erfasst, der die jeweilige Drehwinkelage der Drosselklappe 18 der Steuereinheit 30 übermittelt.

[0028] Die zum Betrieb des Verbrennungsmotors 8 notwendige Kraftstoffmenge wird über ein Kraftstoffventil 17 zugeführt, welches über eine Kraftstoffleitung 25 mit einem vorzugsweise unter einem Vordruck stehenden Kraftstoffreservoir verbunden ist. Das Kraftstoffventil 17 ist ein elektromagnetisches Kraftstoffventil, welches über ein pulsweitenmoduliertes Signal angesteuert ist. Hierzu ist das Kraftstoffventil 17 über eine Steuerleitung 27 mit der Steuereinheit 30 verbunden.

[0029] Das im Brennraum 22 angesaugte Kraftstoff/Luft-Gemisch wird bei aufwärts fahrendem Kolben 10 verdichtet und über eine Zündkerze 23 gezündet. Die Zündkerze 23 ist von einer Zündeinrichtung 24 angesteuert, deren Zündzeitpunkt von der Steuereinheit 30 veränderbar ist. Nach erfolgter Zündung des im Brennraum 22 befindlichen Kraftstoff /LuftGemisches fährt der Kolben 10 abwärts und treibt die Kurbelwelle 13 drehend an. Die Verbrennungsgase werden bei geöffnetem Auslass 19 über einen nicht näher dargestellten Schalldämp-

fer abgeführt.

[0030] Die Steuereinheit 30 umfasst eine Drehzahlregelschaltung 31 sowie eine Drehzahlsperrschaltung 33. Mittels der Drehzahlregelschaltung 31 wird der Zündzeitpunkt ZZP des Verbrennungsmotors 8 der Drehzahl und der Lastbedingung des Verbrennungsmotors 8 angepasst gewählt, um einen leistungsstarken Betrieb des Verbrennungsmotors zu gewährleisten.

[0031] Der Verbrennungsmotor 8 wird über einen Seilzugstarter 28 (Fig. 1) manuell angeworfen, wobei der Seilzugstarter 28 an dem Ende der Kurbelwelle 13 angreift, an dem das Lüfterrad 15 vorgesehen ist. Hierzu ist das Lüfterrad 15 mit einer Eingriffsvorrichtung 29 für den Seilzugstarter 28 ausgebildet.

[0032] Der Verbrennungsmotor 8 kann - elektrisch oder mechanisch - in verschiedenen Gasstellungen angeworfen werden. Dabei soll sichergestellt sein, dass im Anwerfvorgang die Drehzahl des Verbrennungsmotors 8 nicht über die Einkuppeldrehzahl der Kupplung 6 ansteigt. Um dies zu gewährleisten, ist die Drehzahlsperrschaltung 33 vorgesehen, die beim Start des Verbrennungsmotors 8 aktiv ist und die Drehzahl des Verbrennungsmotors unter die Einkuppeldrehzahl n_K zwingt.

[0033] Die Funktionsweise der Drehzahlsperrschaltung 33 ist schematisch in Fig. 3 wiedergegeben. Im Startfall läuft der Verbrennungsmotor 8 an, wobei seine Drehzahl n durch eine Erfassungseinheit 32 erfasst und der Regeleinheit 34 der Drehzahlsperrschaltung 33 mitgeteilt wird. Der Regeleinheit 34 ist ferner eine Grenzdrehzahl n_G zugeführt, die bevorzugt kleiner als die Einkuppeldrehzahl n_K ist. Bevorzugt liegt die Grenzdrehzahl n_G um etwa 500U/min unterhalb der Einkuppeldrehzahl n_K .

[0034] Die Regeleinheit 34 vergleicht die Momentandrehzahl n_{ist} mit der Grenzdrehzahl n_G und leitet aus der Differenz Δn eine Steuergröße 35 ab, die in eine Stellgröße 36 umgesetzt wird, welche am Verbrennungsmotor 8 angewandt wird. Mittels diesem Regelkreis wird gewährleistet, dass im Start des Verbrennungsmotors 8 die Momentandrehzahl n_{ist} nicht über die Einkuppeldrehzahl n_K der Kupplung 6 ansteigen kann.

[0035] Die Steuergröße 35 und die Stellgröße 36 des Regelkreises werden gemeinsam als Steuervariable 37 bezeichnet. Als Steuergröße 35 kann zum Beispiel die dem Verbrennungsmotor 8 zugeführte Luftmenge geändert werden. Hat die Regeleinheit 34 die Steuergröße "Luftmenge" bestimmt, wird eine Stellgröße 36 ermittelt, die zum Beispiel die Größe des Drehwinkels 38 (Fig. 2) der Drosselklappe 18 im Einlass 16 des Verbrennungsmotors 8 sein kann. Die der Steuergröße 35 entsprechende Stellgröße 36, also der Drehwinkel 38 der Drosselklappe 18, wird bestimmt und - zum Beispiel über einen Schrittmotor oder dgl. - am Verbrennungsmotor 8 eingestellt.

[0036] In einem Ausführungsbeispiel der Erfindung kann auch vorgesehen sein, als Stellgröße 36 den Zündzeitpunkt ZZP zu nutzen, also die Drehzahl und Leistung des Verbrennungsmotors dadurch zu verändern, dass

der Zeitpunkt des Zündfunkens an der Zündkerze 23 relativ zur oberen Totpunktlage OT des Kolbens 10 gewählt wird. Die Regeleinheit 34 bestimmt in Abhängigkeit der Differenz zwischen der Momentandrehzahl n_{ist} und der Grenzdrehzahl n_G eine Änderung des Zündzeitpunkts ZZP als Steuergröße 35. Diese Steuergröße 35 wird in der Drehzahlregelschaltung 31 genutzt, um den Zündzeitpunkt ZZP des Verbrennungsmotors 8 entsprechend der Stellgröße 36, berechnet aus der Steuergröße 35, zu verstellen.

[0037] Da die Drehzahlsperrschaltung 33 mit Start des Verbrennungsmotors 8 aktiv ist und die Drehzahl im Startvorgang sicher unterhalb der Einkuppeldrehzahl n_K hält, wird ein Kriterium benötigt, nach dem die Drehzahlsperrschaltung 33 abgeschaltet, also inaktiv geschaltet werden kann. In Fig. 4 ist ein Ablaufdiagramm zum Abschalten der Drehzahlsperrschaltung 33 nach dem Start des Verbrennungsmotors 8 angegeben.

[0038] Beim Motorstart 40 ist die Drehzahlsperrschaltung aktiv, wie im Kasten 41 angegeben. Die Drehzahlsperrschaltung 33 regelt die Momentandrehzahl n_{ist} unter die Einkuppeldrehzahl n_K , wie im Feld 42 angegeben.

[0039] Jedes Mal, wenn die Drehzahlsperrschaltung 33 die Steuervariable 37 als Regelgröße bestimmt hat, wird überprüft, ob die Steuervariable 37 außerhalb einer vorgegebenen Bandbreite der absoluten Größe der Steuervariablen 37 liegt. Dabei ist die Bandbreite bestimmt durch einen unteren Grenzwert G_{min} und einen oberen Grenzwert G_{max} . In einer ersten Entscheidungsraute 43 wird überprüft, ob die von der Drehzahlsperrschaltung 33 bestimmte Steuervariable 37 kleiner als der untere Grenzwert G_{min} ist. Ist dies nicht der Fall, wird die bestimmte Steuervariable 37 mit dem oberen Grenzwert G_{max} verglichen. Ist die Steuervariable 37 nicht größer als der obere Grenzwert G_{max} , verzweigt die zweite Entscheidungsraute 44 zurück zum Feld 42; die Drehzahlsperrschaltung regelt mit der zulässigen Bandbreite der Steuervariablen 37.

[0040] Liegt die Steuervariable 37 in ihrer absoluten Größe unterhalb des unteren Grenzwerts G_{min} oder oberhalb eines maximalen Grenzwertes G_{max} , so verzweigen die Entscheidungsrauten 43 und 44 auf das Feld 45, über das die Drehzahlsperrschaltung 33 inaktiv geschaltet wird. Dabei wird davon ausgegangen, dass die Größe der Steuervariablen 37 des Regelkreises der Drehzahlsperrschaltung 33 eine Aussage über Betriebszustandsänderungen des Verbrennungsmotors 8 zulässt. Ist der Eingriff des Regelkreises der Drehzahlsperrschaltung 33 kaum noch feststellbar, die Steuervariable 37 also sehr klein und liegt unterhalb des unteren Grenzwertes G_{min} , ist der Verbrennungsmotor 8 in einem natürlichen Leerlauf. Aus diesem natürlichen Leerlauf wird eine Drehzahlerhöhung nur dann erwartet, wenn der Benutzer Gas gibt, also bewusst die Drehzahl des Verbrennungsmotors 8 steigert. Im natürlichen Leerlauf ist somit gerechtfertigt, die Drehzahlsperrschaltung 33 inaktiv zu schalten.

[0041] Wird die Steuervariable 37 hingegen sehr groß,

verzweigt also die Entscheidungsraute 44 mit JA, ist die Steuervariable 37 deutlich größer als der obere Grenzwert G_{max} ; daraus kann geschlossen werden, dass der Benutzer offensichtlich Vollgas gibt und eine Erhöhung der Drehzahl n über die Einkuppeldrehzahl n_K hinaus wünscht. Auch in diesem Zustand kann in das Feld 45 verzweigt werden und die Drehzahlsperrschaltung 33 ausgeschaltet werden.

[0042] Das Feld 45 verzweigt in eine Entscheidungsraute 46, in der überprüft wird, ob der Verbrennungsmotor 8 in Betrieb ist oder ausgeschaltet ist. Ist der Verbrennungsmotor 8 in Betrieb, wird zum Feld 45 zurückgeführt; ist der Verbrennungsmotor 8 ausgeschaltet, verzweigt die Entscheidungsraute zurück zum Motorstart 40.

[0043] Nach der Erfindung ist somit vorgesehen, die Steuervariable 37 des Regelkreises der Drehzahlsperrschaltung 33 zu nutzen, um anhand der Größe der für eine Regelung der Drehzahl bestimmten Steuervariablen 37 (Steuergröße 35 oder Stellgröße 36) eine Entscheidung über das Abschalten der Drehzahlsperrschaltung 33 abzuleiten.

[0044] In Fig. 5 ist der Drehzahlverlauf beim Start eines Verbrennungsmotors 8 wiedergegeben. Im Abschnitt 50 ist der Verbrennungsmotor 8 nach dem Anwerfen durch den Seilzugstarter 28 angelaufen und wird von der Drehzahlsperrschaltung 33 unter der Einkuppeldrehzahl n_K gehalten; die Drehzahlsperrschaltung 33 ist aktiv. Die punktierte Linie 51 zeigt die Deaktivierung der Drehzahlsperrschaltung 33 an. Anhand der Überwachung der Steuervariablen 37 des Regelkreises der Drehzahlsperrschaltung 33 wurde ein Zustand erkannt, der auf Leerlaufbedingungen schließen lässt. Daher hat sich im Abschnitt 52 ein natürlicher Leerlauf eingestellt. Auf Höhe der strichpunktierten Linie 53 gibt der Benutzer Gas, weshalb die Drehzahl über die Einkuppeldrehzahl n_K ansteigt und das Arbeitsgerät 1 im Volllastbereich 54 mit eingekuppelter Kupplung 6 genutzt wird.

[0045] In Fig. 6 wird der Verbrennungsmotor 8 unter Last gestartet, wie die schwankende Drehzahl n unterhalb der Einkuppeldrehzahl n_K im Abschnitt 60 zeigt. Auf Höhe der strichpunktierten Linie 61 wird die Startanreicherung abgeschaltet, die Drehzahl fällt, und die Drehzahlsperrschaltung 33 reduziert ihren Eingriff; die Steuervariable 37 wird kleiner und unterschreitet den unteren Grenzwert G_{min} , weshalb auf Höhe der punktierten Linie 62 die Drehzahlsperrschaltung 33 abgeschaltet wird. Im Abschnitt 63 hat sich ein natürlicher Leerlauf eingestellt. Auf Höhe der strichpunktierten Linie 64 gibt der Benutzer erneut Gas, die Drehzahl n_{ist} übersteigt die Einkuppeldrehzahl n_K , die Kupplung 6 rückt ein, und das Arbeitsgerät ist im Abschnitt 65 im Arbeitsmodus.

[0046] In gleicher Weise wie der Zündzeitpunkt ZZP kann als Steuergröße 35 auch die dem Verbrennungsmotor 8 zugeführte Kraftstoffmenge derart geregelt werden, dass die Momentandrehzahl n_{ist} nicht über die Grenzdrehzahl n_G beziehungsweise die Einkuppeldrehzahl n_K ansteigt.

[0047] In entsprechender Weise kann als Steuergröße

35 auch die Austaktrate ASR der Zündung genutzt werden, wie in Fig. 9 oben dargestellt.

[0048] Da aus der Steuergröße 35 die Stellgröße 36 zum Eingriff am Verbrennungsmotor 8 abgeleitet wird, kann als Steuervariable 37 zum Abschalten der Drehzahlsperrschaltung 33 auch unmittelbar die Stellgröße 36 selbst genutzt werden. War die Steuergröße 35 zum Beispiel die von der Regeleinheit 34 (Fig. 3) bestimmte Kraftstoffmenge, so wird als Stellgröße 36 die Öffnungszeit des Kraftstoffventils 17 (Fig. 2) abgeleitet, zum Beispiel die Pulsweite des dem Kraftstoffventil 17 zugeführten Steuersignals.

[0049] Entsprechend kann - ist als Steuergröße 35 der Zündzeitpunkt ZZP_i gewählt - als Stellgröße 36 der Zündzeitpunkt ZZP_i selbst genutzt und direkt gewählt werden. Es erfolgt somit keine Änderung des Zündzeitpunktes durch Verstellung, sondern der von der Regelung der Drehzahlsperrschaltung 33 bestimmte Zündzeitpunkt ZZP wird direkt eingestellt. Dies kann z.B. über ein Kennfeld ausgeführt werden, aus dem die Regeleinheit 34 (Fig. 3) den zu wählenden Zündzeitpunkt ausliest, der dann unmittelbar am Verbrennungsmotor 8 eingestellt wird, unabhängig davon, welcher Zündzeitpunkt ZZP_i in der vorhergehenden Kurbelwellenumdrehung eingestellt war.

[0050] Alternativ kann auch zweckmäßig sein, die Größe der Zündzeitpunktverstellung auszuwerten und durch Stellglieder auf den Zündzeitpunkt ZZP_i anzuwenden, der für eine vorhergehende Kurbelwellenumdrehung bereits eingestellt war.

[0051] In einer anderen, selbstständigen Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, die Abschaltung der Drehzahlsperrschaltung 33 in Abhängigkeit des von der Drehzahlsperrschaltung 33 eingestellten Zündzeitpunktes ZZP_i selbst vorzunehmen. Hierzu wird - wie im Ablaufdiagramm nach Fig. 7 gezeigt - der Motor im Feld 70 gestartet und die Momentandrehzahl n_{ist} mit einer Aktivierungsdrehzahl n_{aktiv} verglichen. Erst wenn die Momentandrehzahl n_{ist} größer ist als die Aktivierungsdrehzahl n_{aktiv} , verzweigt die Entscheidungsraute 71 nach unten und aktiviert die Drehzahlsteuerung, mit der zum Beispiel durch eine PI-Regelung der Zündzeitpunkt so eingestellt wird, dass eine Solldrehzahl n_{soll} erzielt ist. Der von der Drehzahlsteuerung gemäß Feld 72 eingestellte Zündzeitpunkt wird in der Entscheidungsraute 73 mit dem Zündzeitpunkt $ZZP_{deaktiv}$ verglichen, was zu einer Deaktivierung der Drehzahlbegrenzung führt, sofern der eingestellte Zündzeitpunkt ZZP_i größer als der als Grenze vorgegebene Zündzeitpunkt $ZZP_{deaktiv}$ ist.

[0052] Vorteilhaft ist gemäß der Entscheidungsraute 73 vorgesehen, dass mehrere aufeinanderfolgende Zündzeitpunkte ZZP_i aufsummiert werden und ein Mittelwert gebildet wird, der dann mit dem Zündzeitpunkt $ZZP_{deaktiv}$ verglichen wird. Wenn der Mittelwert des eingestellten Zündzeitpunktes aufeinanderfolgender Umdrehungen der Kurbelwelle den vorgegebenen Zündzeitpunkt $ZZP_{deaktiv}$ überschreitet, verzweigt die Entscheidungsraute 73 auf einen Zähler 74, der um ein Inkrement

hoch zählt, im vorliegenden Ausführungsbeispiel um Eins erhöht wird. Liegt der gemittelte Zündzeitpunkt unterhalb der Deaktivierungsschwelle des Zündzeitpunktes $ZZP_{deaktiv}$, verzweigt die Entscheidungsraute 73 zurück.

[0053] Erreicht der Zähler 74 einen Grenzwert $Z_{deaktiv}$, so wird entsprechend der Entscheidungsraute 75 die Drehzahlsteuerung 33 deaktiviert, wie im Feld 76 gezeigt. Liegt der Zählerstand z unterhalb $Z_{deaktiv}$, verzweigt die Entscheidungsraute 75 zurück vor die Entscheidungsraute 73 zur Mittelwertbildung des Zündzeitpunktes ZZP_i .

[0054] Zweckmäßig hat sich gezeigt, dass gute Ergebnisse erzielt werden, wenn der Zündzeitpunkt ZZP_i über 2 bis 25, vorzugsweise über 10 aufeinanderfolgende Kurbelwellenumdrehungen gemittelt wird. Der Index m wird somit zwischen 2 und etwa 25 gewählt.

[0055] Wie Fig. 8 zeigt, erfolgt im Abschnitt 80 der Start des Verbrennungsmotors 8 mit Startgas. Der Zündzeitpunkt liegt sehr spät, im gezeigten Ausführungsbeispiel bei ca. 10° Kurbelwellenwinkel KW nach dem oberen Totpunkt OT des Kolbens 10. Gibt der Benutzer darüber hinaus Gas, ist also die Drosselklappe 18 geöffnet, wird vermehrt Kraft/Luft-Gemisch zugeführt; dies führt zu einer weiteren Spät-Verstellung des Zündzeitpunktes ZZP auf Werte von ca. 20° bis 25° KW im Abschnitt 81. Die Momentandrehzahl n_{ist} des Verbrennungsmotors 8 wird über die Drehzahlsperrschaltung 33 stark abgeregelt. Wechselt der Lastzustand von Vollast auf Leerlauf, was an der strichlierten Linie 82 angedeutet ist, ergibt sich im Abschnitt 83 eine Änderung der zugeführten Gemischmenge, so dass zur Aufrechterhaltung der Drehzahl der Zündzeitpunkt insbesondere sprunghaft von Spät-Zündung im Abschnitt 81 auf Früh-Zündung im Abschnitt 83 verstellt wird. Der Zündzeitpunkt ZZP überschreitet die Deaktivierungsschwelle $ZZP_{deaktiv}$ des Zündzeitpunktes, der im Ausführungsbeispiel bei ca. 5° vor OT liegt. Bleibt der Zündzeitpunkt ZZP_i über eine vorgebbare Anzahl von Umdrehungen der Kurbelwelle im Bereich der Frühverstellung jenseits des Zündzeitpunktes $ZZP_{deaktiv}$ der Deaktivierungsschwelle, wird die Drehzahlsperrschaltung 33 abgeschaltet. Eine Abschaltung erfolgt somit immer dann, wenn der von der Drehzahlsperrschaltung 33 eingestellte Zündzeitpunkt ZZP_i früher als der vorgegebene Zündzeitpunkt $ZZP_{deaktiv}$ liegt. Bei abgeschalteter Drehzahlsperrschaltung 33 ist der Zündzeitpunkt ZZP_i konstant und liegt im Bereich des vorgegebenen Zündzeitpunktes $ZZP_{deaktiv}$ um etwa 3° bis 7° KW vor OT.

[0056] Vorteilhaft erfolgt die Abschaltung der Drehzahlsperrschaltung 33 erst dann, wenn in mehreren aufeinanderfolgenden Kurbelwellenumdrehungen der Zündzeitpunkt ZZP_i jenseits des vorgegebenen Zündzeitpunktes $ZZP_{deaktiv}$ liegt, also der Zustand der Frühzündung über eine vorgegebene Zeitspanne anliegt.

[0057] Zweckmäßig kann vorgesehen sein, dass bei jedem Überschreiten des vorgegebenen Zündzeitpunktes $ZZP_{deaktiv}$ ein Zähler 74 um ein Inkrement hoch gezählt wird, um dann bei Erreichen eines Zählergrenzwertes

Z_{deaktiv} die Drehzahlsperrschaltung 33 abzuschalten. Durch den Zähler bzw. den Zählergrenzwert Z_{deaktiv} ist beispielhaft auch gewährleistet, dass die Drehzahlsperrschaltung 33 nicht unmittelbar bei Vorliegen eines Abschaltkriteriums abgeschaltet wird, sondern ein Abschalten der Drehzahlsperrschaltung 33 vorzugsweise erst dann erfolgt, wenn das Abschaltkriterium über eine vorgegebene Zeitspanne Δt (Fig. 8) vorliegt. Die Zeitspanne Δt kann auf unterschiedliche Weise bestimmt werden, z. B. durch Ablauf eines Zeitgliedes, durch Hochlaufen eines Zählers, durch eine vorgegebene Anzahl von Kurbelwellenumdrehungen oder dgl..

[0058] Eine Mittelwertbildung über den Zündzeitpunkt ZZP_i mehrerer aufeinanderfolgender Kurbelwellenumdrehungen stellt sicher, dass Ausreißer eliminiert werden und sich im Abschnitt 83 mit hoher Sicherheit ein natürlicher Leerlauf eingestellt hat.

[0059] Zur Vollasterkennung kann es zweckmäßig sein, entsprechend der Abschaltung bei Frühzündung auch eine Abschaltung bei extremer Spätzündung vorzusehen; entsprechend wird der vorgegebene Zündzeitpunkt ZZP'_{deaktiv} gewählt, im gezeigten Ausführungsbeispiel nach Fig. 8 im Bereich einer Spätzündung bei etwa 10° bis 12° nach dem oberen Totpunkt OT des Kolbens 10. Die Drehzahlsperrschaltung 33 wird dann abgeschaltet, wenn der eingestellte Zündzeitpunkt ZZP_i ein- oder mehrfach später als der vorgegebene Zündzeitpunkt ZZP'_{deaktiv} liegt.

[0060] In einer weiteren selbstständigen Ausgestaltung der Erfindung kann die Abschaltung der Drehzahlsperrschaltung 33 auch in Abhängigkeit der Zündzeitpunktverstellung ΔZZP erfolgen. Liegt die Zündzeitpunktverstellung ΔZZP in ihrer Größe über einem vorgegebenen Wert, erfolgt die Abschaltung der Drehzahlsperrschaltung 33. So kann bereits dann eine Deaktivierung der Drehzahlsperrschaltung 33 erfolgen, wenn der Sprung von Spät-Zündung auf Früh-Zündung erfolgt, wie in Fig. 8 mit dem Doppelpfeil zur Zündzeitpunktverstellung ΔZZP dargestellt ist.

[0061] Im Ausführungsbeispiel nach Fig. 9 wird die Deaktivierung der Drehzahlsperrschaltung 33 in Abhängigkeit der Austaktrate ASR ausgeführt. Im ersten Abschnitt 90 liegt Startgas vor; es wird nur jede vierte Kurbelwellenumdrehung eine Zündung ausgelöst; die Austaktrate ASR liegt bei 75%.

[0062] Im folgenden Abschnitt 91 liegt Vollast vor. Der Benutzer hat aus dem Startgas heraus Gas gegeben, um die Startgasverrastung zu lösen. Die erhöhte Gemischzufuhr führt zu einer noch stärkeren Austakung; nur jede fünfte Kurbelwellenumdrehung wird gezündet; die Austaktrate ASR liegt bei 80%.

[0063] Beim Wechsel von Vollast aus dem Abschnitt 91 in den Leerlauf des Abschnitts 92 fällt die Austaktrate ASR signifikant von 80% auf 50%, das heißt, im Leerlauf wird jede zweite Kurbelwellenumdrehung eine Zündung ausgelöst; die Austaktrate ASR liegt bei 50%. Zum Abschalten einer Drehzahlsperrschaltung 33 kann somit die Austaktrate ASR überwacht werden, um - wird eine De-

aktivierungsschwelle 93 unterschritten oder in anderem Zusammenhang überschritten - die Drehzahlsperrschaltung 33 abzuschalten, da dann von einem natürlichen Leerlauf ausgegangen werden kann.

[0064] In Fig. 10 ist ein Ablaufdiagramm zur Erkennung eines Brennmusters dargestellt. Die Brennmustererkennung ist nur dann aktiv, wenn die Momentandrehzahl n_{ist} unterhalb der Einkuppeldrehzahl n_K liegt. Entsprechend ist die Entscheidungsraute 100 vorgesehen.

[0065] Liegt die Momentandrehzahl n_{ist} unterhalb der Einkuppeldrehzahl n_K , wird die Drehzahldifferenz Δn aus der Momentandrehzahl n_{ist} und der Drehzahl n_{m-1} der vorhergehenden Kurbelwellendrehzahl bestimmt (Feld 109). Ist die ermittelte Drehzahl Δn größer einem vorgegebenen Differenzwert n_D , liegt eine Verbrennung vor; die Entscheidungsraute 101 verzweigt nach rechts zum Feld 102 'Zündung mit Verbrennung'.

[0066] Liegt Δn unterhalb der vorgegebenen Differenzdrehzahl n_D , hat - trotz Zündung - keine Verbrennung stattgefunden, und die Entscheidungsraute 101 verzweigt nach unten in das Feld 103 'Zündung ohne Verbrennung'.

[0067] Kann eine Verbrennung festgestellt werden, wird über das Feld 102 in das Schieberegister 104 eine "1" eingegeben; liegt keine Verbrennung vor, wird über das Feld 103 in das Schieberegister eine "0" eingespeist. Auf diese Weise wird in Abhängigkeit von stattgefundenen Verbrennungen pro Umdrehung der Kurbelwelle im Schieberegister eine "0" oder eine "1" abgespeichert, die als Reihe aufeinanderfolgen.

[0068] Der Inhalt eines Fensters 105 des Schieberegisters 104 wird einer Mustererkennung zugeführt, die über die Entscheidungsraute 106 im Vergleich mit vorgegebenen Mustern erkennt, ob ein Leerlauf vorliegt oder ob Vollast vorliegt. Hat das Fenster 105 zum Beispiel den in Fig. 10 dargestellten Inhalt 101001010011, liegt eine Leerlaufbrennfolge vor; der Verbrennungsmotor befindet sich im natürlichen Leerlauf. Eine Drehzahlsperrschaltung kann dann abgeschaltet werden.

[0069] Zeigt das Fenster 105 hingegen eine Reihe von aufeinanderfolgenden 1en, erfolgt mit jeder Umdrehung der Kurbelwelle eine Zündung und Verbrennung, so dass eine Vollastbrennfolge erkannt werden kann; der Verbrennungsmotor befindet sich in Vollast.

[0070] Das Fenster 105 ist so gestaltet, dass eine vorgegebene Anzahl von aufeinander folgenden Kurbelwellenumdrehungen mit bzw. ohne Verbrennung erfasst wird. Im gezeigten Ausführungsbeispiel sind 13 aufeinander folgende Kurbelwellenumdrehungen erfasst; es kann zweckmäßig sein, mehr oder weniger Kurbelwellenumdrehungen zur Bildung eines Brennmusters heranzuziehen.

[0071] In Abhängigkeit der Mustererkennung kann an den Ausgängen 107, 108 der Entscheidungsraute 106 der Lastzustand des Verbrennungsmotors 8 abgelesen werden; in Abhängigkeit der Signale der Ausgänge 107, 108 kann somit eine Drehzahlsperrschaltung deaktiviert werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung der Drehzahl eines Verbrennungsmotors (8) in einem handgeführten Arbeitsgerät (1), insbesondere einer Motorkettensäge, einem Trennschleifer, einer Heckenschere, einem Freischneider, einem Blasgerät oder dgl., wobei dem Verbrennungsmotors (8) ein Kraftstoff/Luft-Gemisch zugeführt ist, und eine Kurbelwelle (13) des Verbrennungsmotors (8) über eine in Abhängigkeit der Motordrehzahl (n) schließende Kupplung (6) ein Arbeitswerkzeug (4) antreibt, wobei die Kupplung (6) oberhalb einer Einkuppeldrehzahl (n_K) eine Antriebsverbindung mit der Kurbelwelle (13) herstellt und unterhalb der Einkuppeldrehzahl (n_K) die Antriebsverbindung mit der Kurbelwelle (13) unterbricht, mit einer in einem Brennraum (22) des Verbrennungsmotors (8) angeordneten Zündkerze (23), die von einer Zündeinrichtung (24) angesteuert ist, sowie mit einer beim Start des Verbrennungsmotors (8) eingeschalteten Drehzahlsperrschaltung (33), mit der die Momentandrehzahl (n_{ist}) des Verbrennungsmotors (8) unterhalb der Einkuppeldrehzahl (n_K) eingestellt wird, wobei die Drehzahlsperrschaltung (33) eine Steuervariable (37) bestimmt, nach deren Größe Betriebsparameter des Verbrennungsmotors (8) zur Änderung der Momentandrehzahl (n_{ist}) angepasst werden,
dadurch gekennzeichnet, dass die Drehzahlsperrschaltung (33) dann abgeschaltet wird, wenn die zur Anpassung der Betriebsparameter von der Drehzahlsperrschaltung (33) bestimmte Steuervariable (37) der Regelung außerhalb einer vorgegebenen Bandbreite der absoluten Größe der Steuervariablen (37) liegt.
2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass die Bandbreite durch einen absoluten unteren Grenzwert (G_{min}) und einem absoluten oberen Grenzwert (G_{max}) bestimmt ist.
3. Verfahren nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet, dass der absolute Wert der Steuervariablen (37) mit dem unteren Grenzwert (G_{min}) und/oder dem oberen Grenzwert (G_{max}) verglichen wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet, dass die Steuervariable (37) die Steuergröße (35) der Regelung ist.
5. Verfahren nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet, dass die Steuergröße (35) die dem Verbrennungsmotor (8) zugeführte Luftmenge ist.
6. Verfahren nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet, dass die Steuergröße (35) die dem Verbrennungsmotor (8) zugeführte Kraftstoffmenge ist.
7. Verfahren nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet, dass die Steuergröße (35) der Zündzeitpunkt (ZZP) ist.
8. Verfahren nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet, dass die Steuergröße (35) eine Austaktrate (ASR) der Zündung ist.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet, dass die Steuervariable (37) die Stellgröße (36) der Regelung ist.
10. Verfahren nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet, dass die Kraftstoffzufuhr von einem Kraftstoffventil (17) gesteuert ist und die Stellgröße (36) die Öffnungszeit des Kraftstoffventils (17) ist.
11. Verfahren nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet, dass die Stellgröße (36) die Anzahl der aufeinanderfolgenden Kurbelwellenumdrehungen mit einer Zündung ist.
12. Verfahren nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet, dass die Stellgröße (36) der absolute Zündzeitpunkt (ZZP) ist.
13. Verfahren nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet, dass die Stellgröße (36) die Größe der Zündzeitpunktverstellung ist.
14. Verfahren zur Steuerung der Drehzahl eines Verbrennungsmotors (8) in einem handgeführten Arbeitsgerät (1), insbesondere einer Motorkettensäge, einem Trennschleifer, einer Heckenschere, einem Freischneider, einem Blasgerät oder dgl., wobei dem von einem Kolben (10) begrenzten Brennraum (22) des Verbrennungsmotors (8) ein Kraftstoff/Luft-Gemisch zugeführt ist und eine Kurbelwelle (13) des Verbrennungsmotors (8) über eine in Abhängigkeit der Motordrehzahl (n) schließende Kupplung (6) ein Arbeitswerkzeug (4) antreibt, wobei die Kupplung (6) oberhalb einer Einkuppeldrehzahl (n_K) eine Antriebsverbindung mit der Kurbelwelle (13) herstellt und unterhalb der Einkuppeldrehzahl (n_K) die Antriebsverbindung mit der Kurbelwelle (13) unterbricht, mit einer in dem Brennraum (22) angeordneten Zündkerze (23), die von einer Zündeinrichtung (24) derart angesteuert ist, dass relativ zur Drehwinkelage der Kurbelwelle (13) ein Zündfunken ausgelöst wird, sowie mit einer beim Start des Verbrennungsmotors (8) eingeschalteten Drehzahlsperrschaltung (33), mit der die Momentandrehzahl (n_{ist}) des Verbrennungsmotors (8) unterhalb der Einkup-

peldrehzahl (n_K) eingestellt wird, wobei die Drehzahlsperrschaltung (33) zur Änderung der Momentandrehzahl (n_{ist}) des Verbrennungsmotors (8) den Zündzeitpunkt (ZZP) der Zündkerze (23) verändert, **dadurch gekennzeichnet, dass** mit jeder Umdrehung der Kurbelwelle (13) der von der Drehzahlsperrschaltung (33) eingestellte Zündzeitpunkt (ZZP) mit einem vorgegebenen Zündzeitpunkt ($ZZP_{deaktiv}$) verglichen wird, und dass die Drehzahlsperrschaltung (33) dann abgeschaltet wird, wenn der eingestellte Zündzeitpunkt (ZZP) den vorgegebenen Zündzeitpunkt ($ZZP_{deaktiv}$) überschreitet.

15. Verfahren nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Abschaltung der Drehzahlsperrschaltung (33) erst dann erfolgt, wenn der eingestellte Zündzeitpunkt (ZZP) über mehrere aufeinanderfolgende Umdrehungen der Kurbelwelle (13) den vorgegebenen Zündzeitpunkt ($ZZP_{deaktiv}$) überschreitet.
16. Verfahren nach Anspruch 14 oder 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei Überschreiten des vorgegebenen Zündzeitpunktes ($ZZP_{deaktiv}$) ein Zähler um ein Inkrement hoch gezählt wird und bei Erreichen eines Zählergrenzwertes (z_G) die Drehzahlsperrschaltung (33) abgeschaltet wird.
17. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** der vorgegebene Zündzeitpunkt ($ZZP_{deaktiv}$) vor dem oberen Totpunkt (OT) des Kolbens (10) liegt.
18. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** der von der Drehzahlsperrschaltung (33) pro Kurbelwellenumdrehung bestimmte Zündzeitpunkt (ZZP_i) über mehrere aufeinanderfolgende Kurbelwellenumdrehungen gemittelt wird.
19. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Drehzahlsperrschaltung (33) in Abhängigkeit der Momentandrehzahl (n_{ist}) des Verbrennungsmotors (8) die Steuervariable (37) bestimmt.
20. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Drehzahlsperrschaltung (33) in Abhängigkeit der Differenz der Momentandrehzahl (n_{ist}) des Verbrennungsmotors (8) und einer vorgegebenen Grenzdrehzahl (n_G) die Steuervariable (37) bestimmt.

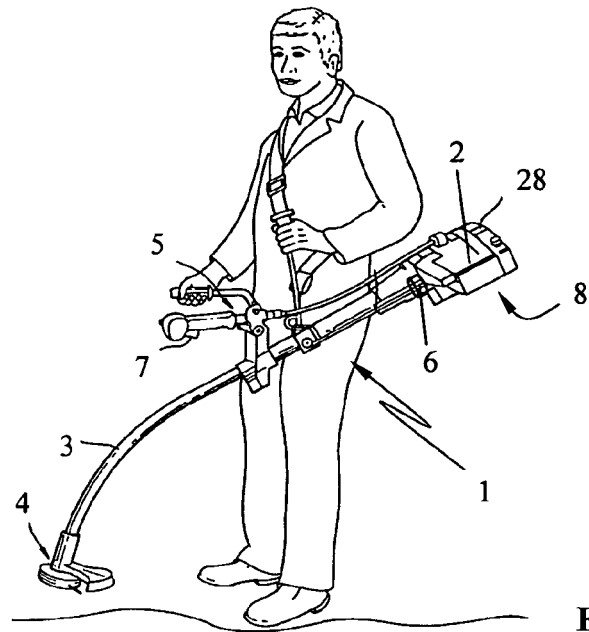


FIG.: 1

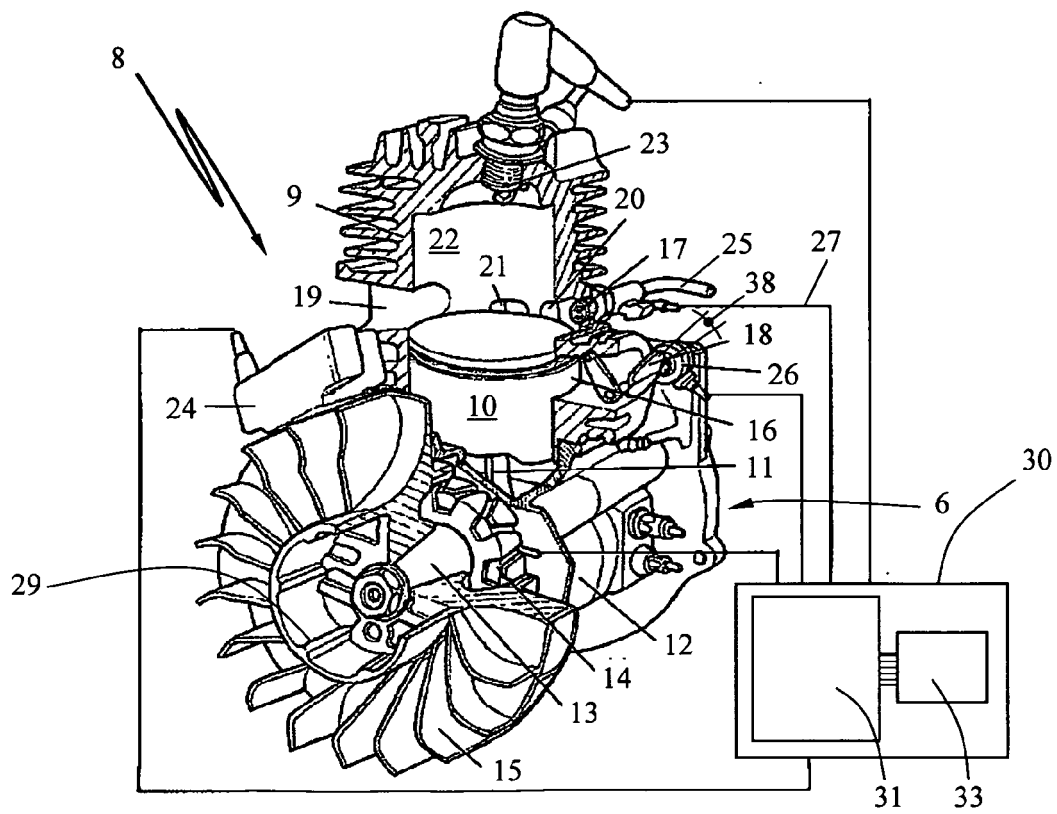


FIG.: 2

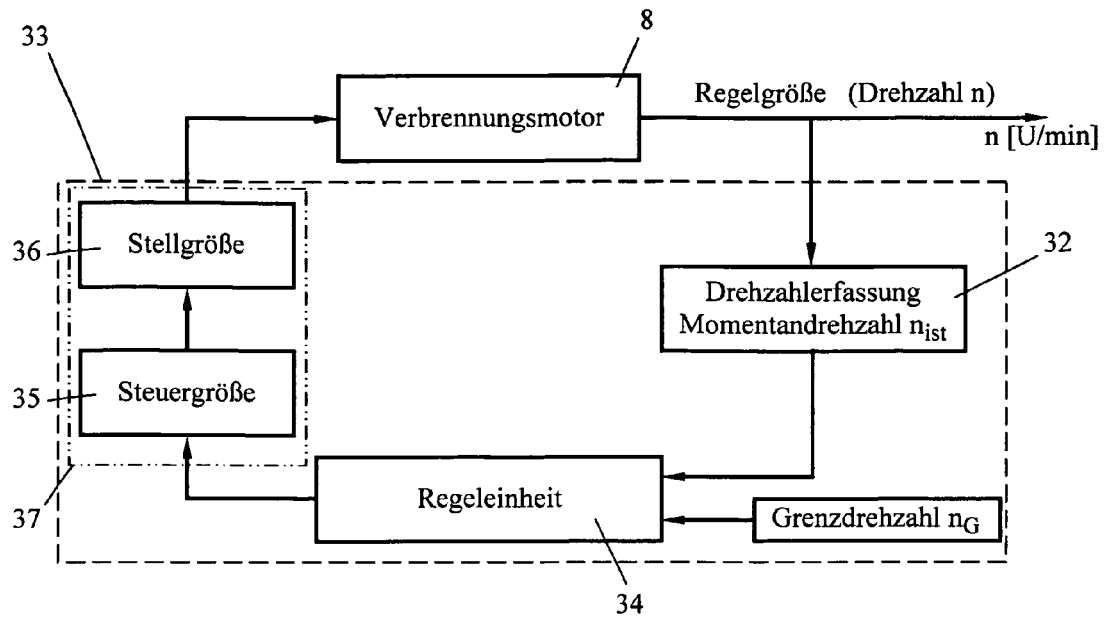


FIG.: 3

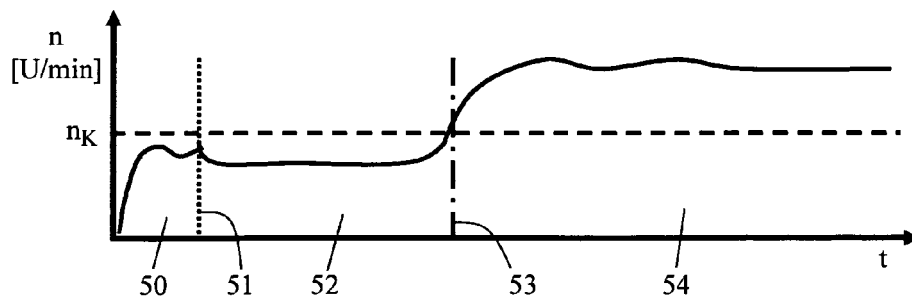


FIG.: 5

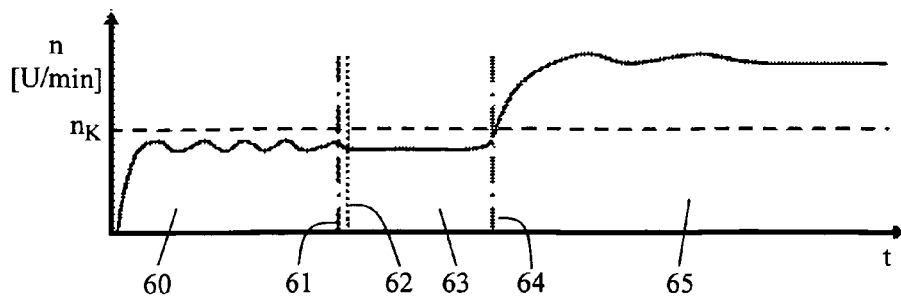


FIG.: 6

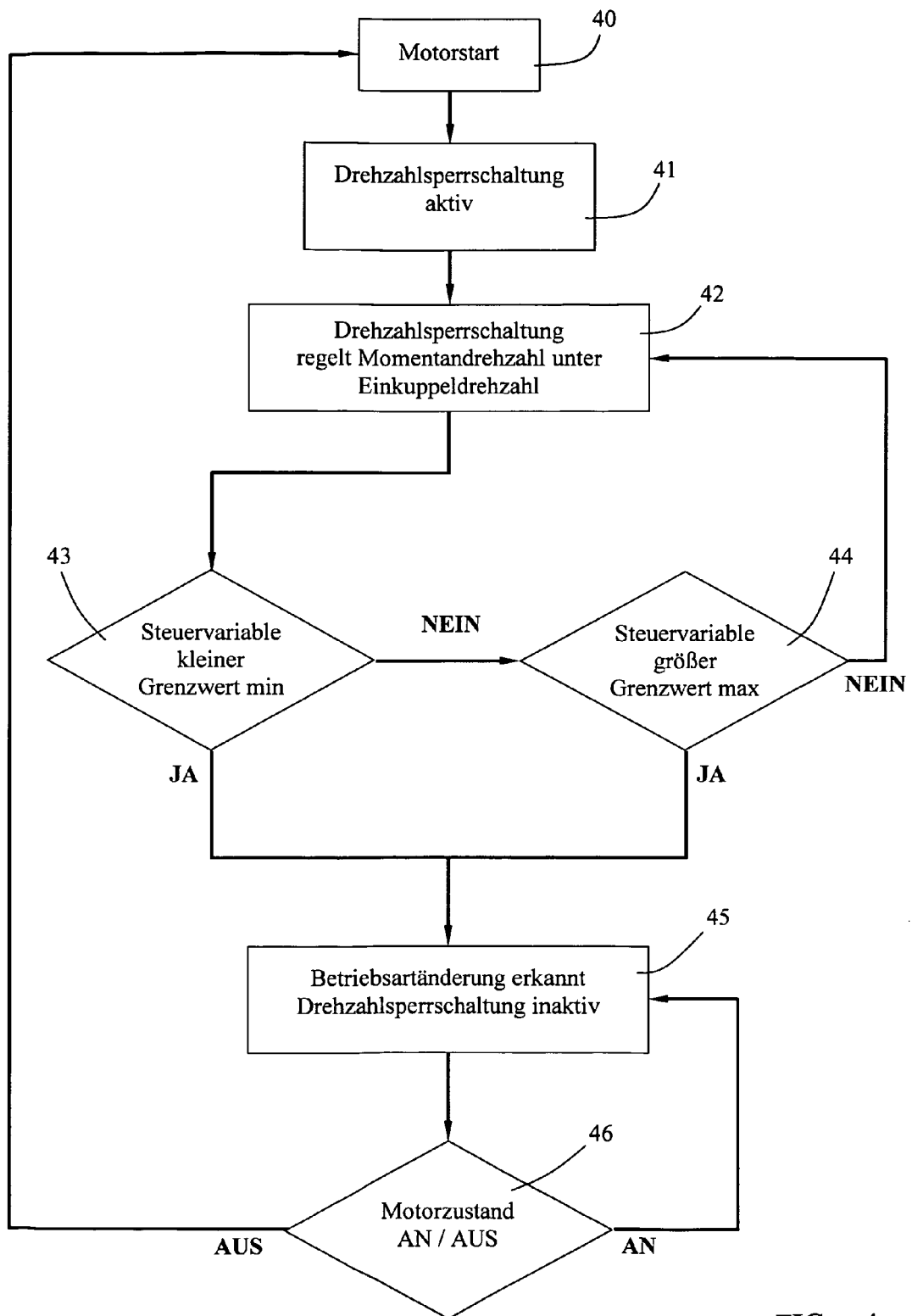


FIG.: 4

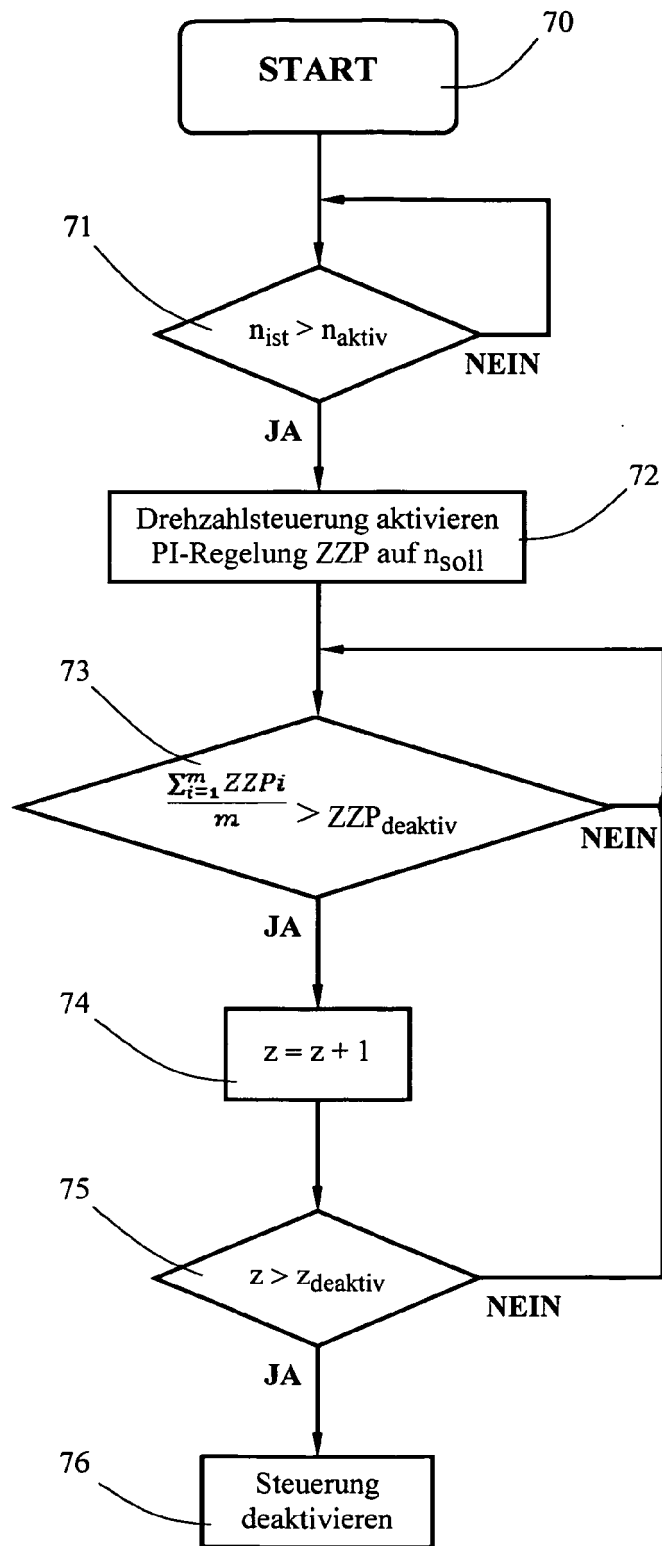


FIG.: 7

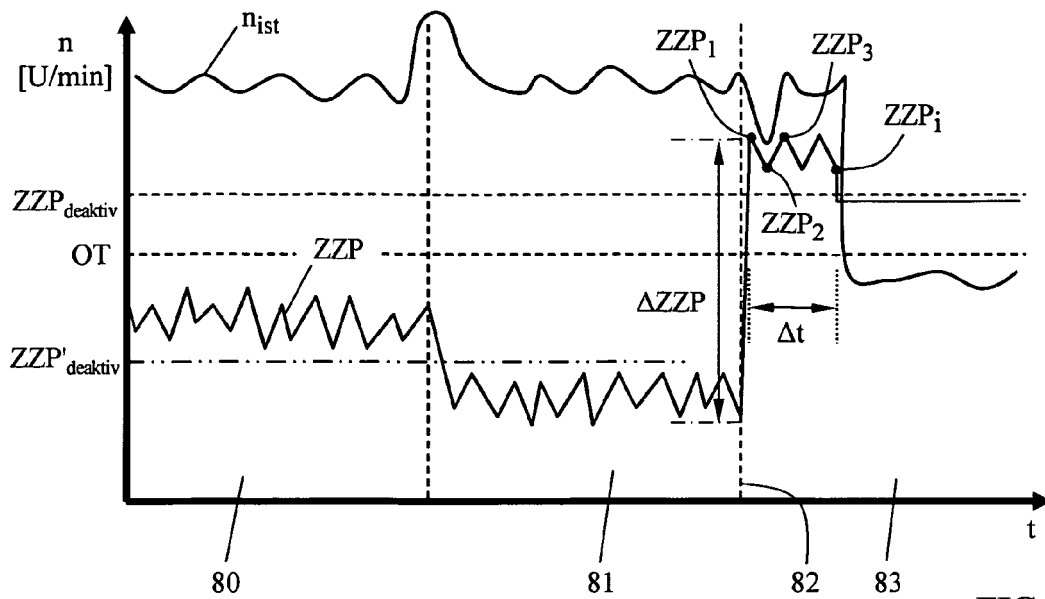


FIG.: 8

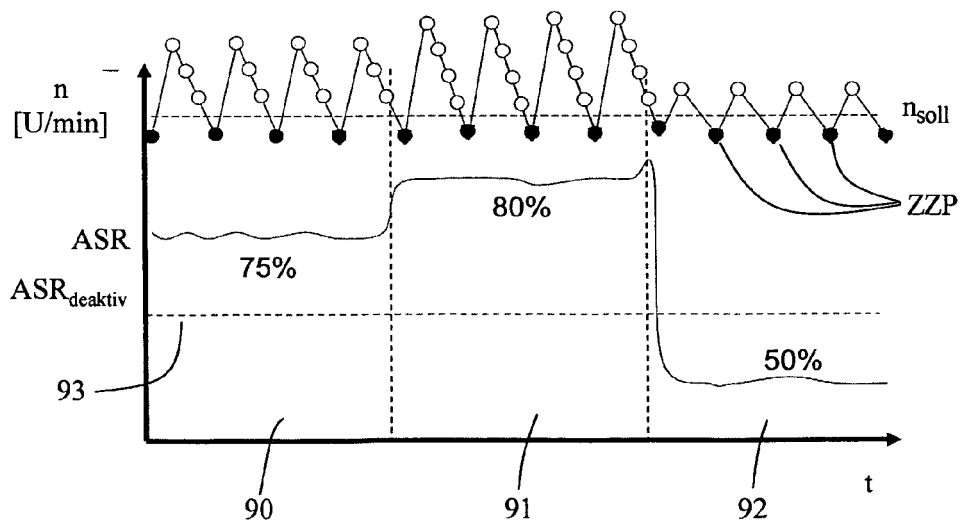


FIG.: 9

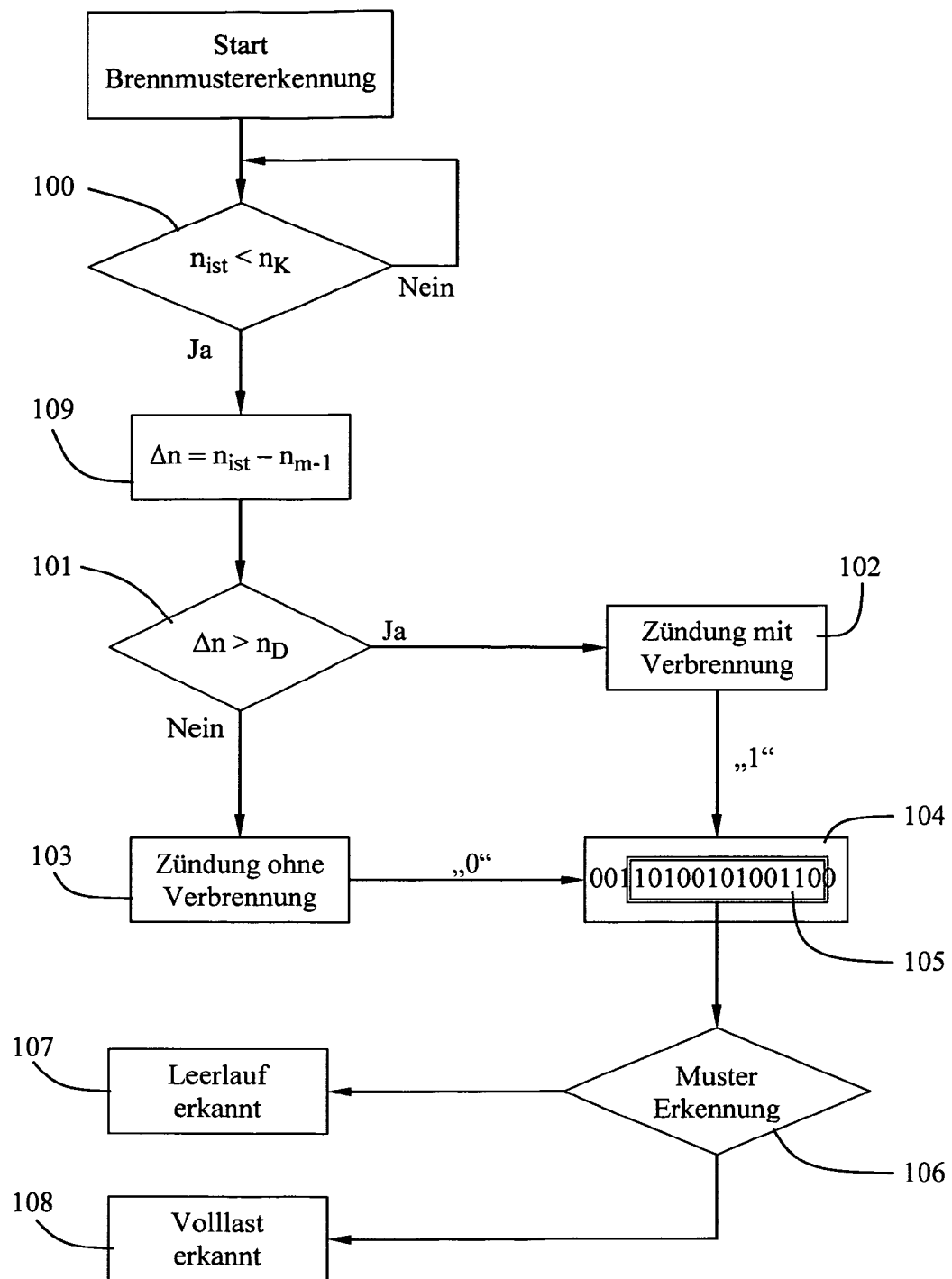


FIG.: 10



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 13 00 3592

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 4 630 590 A (KONDO TADASHIGE [JP] ET AL) 23. Dezember 1986 (1986-12-23)	1-13	INV. F02D31/00 F02B63/02
A	* das ganze Dokument *	14-20	
X	WO 2009/085006 A1 (HUSQVARNA AB [SE]; REUTERBERG ANDERS [SE]; ARONSSON TORE [SE]; LARSSON) 9. Juli 2009 (2009-07-09)	1-13	
A	* Seite 1, Zeile 17 - Seite 3, Zeile 13 * * Seite 4, Zeile 28 - Seite 9, Zeile 14 * * Ansprüche 1-9 * * Abbildungen 1-4 *	14-20	
X	WO 2007/004936 A1 (HUSQVARNA AB [SE]; CARLSSON BO [SE]; LARSSON MIKAEL [SE]) 11. Januar 2007 (2007-01-11)	1-13	
A	* das ganze Dokument *	14-20	
A	EP 2 087 973 A1 (STIHL AG & CO KG ANDREAS [DE]) 12. August 2009 (2009-08-12)	1-20	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F02D F02B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 25. November 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 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			

2

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 13 00 3592

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

25-11-2013

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4630590 A	23-12-1986	JP S6110972 U US 4630590 A	22-01-1986 23-12-1986
-----	-----	-----	-----
WO 2009085006 A1	09-07-2009	KEINE	
-----	-----	-----	-----
WO 2007004936 A1	11-01-2007	CN 101213367 A EP 1945937 A1 US 2008223339 A1 WO 2007004936 A1	02-07-2008 23-07-2008 18-09-2008 11-01-2007
-----	-----	-----	-----
EP 2087973 A1	12-08-2009	DE 102008007786 A1 EP 2087973 A1 US 2009193669 A1	13-08-2009 12-08-2009 06-08-2009
-----	-----	-----	-----

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

- US 7699039 B2 [0002]