



(11)

**EP 2 789 835 B1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Patenterteilung:  
**29.04.2020 Patentblatt 2020/18**

(51) Int Cl.:  
**F02D 41/08** <sup>(2006.01)</sup> **F02D 29/00** <sup>(2006.01)</sup>  
**E02F 1/00** <sup>(2006.01)</sup> **E02F 9/20** <sup>(2006.01)</sup>  
**F02D 41/02** <sup>(2006.01)</sup>

(21) Anmeldenummer: **14162709.1**

(22) Anmeldetag: **31.03.2014**

### (54) Verfahren zur Steuerung eines Arbeitsgerätes

Method for controlling a work device

Procédé destiné à la commande d'un appareil de travail

(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**

(30) Priorität: **08.04.2013 DE 102013006074**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**15.10.2014 Patentblatt 2014/42**

(73) Patentinhaber: **Liebherr-Werk Bischofshofen  
GmbH  
5500 Bischofshofen (AT)**

(72) Erfinder:  
• **Knapp, Hans  
5500 Bischofshofen (AT)**

• **Kiegerl, Christoph  
5453 Werfenweng (AT)**  
• **Stock, Josef  
5500 Bischofshofen (AT)**

(74) Vertreter: **Herrmann, Uwe  
Lorenz Seidler Gossel  
Rechtsanwälte Patentanwälte  
Partnerschaft mbB  
Widenmayerstraße 23  
80538 München (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**DE-A1-102004 044 473 DE-A1-102010 051 963  
US-A1- 2012 078 486**

**EP 2 789 835 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung eines Arbeitsgerätes, insbesondere eines mobilen Arbeitsgerätes und vorzugsweise eines Radladers, wobei das Arbeitsgerät wenigstens einen Verbrennungsmotor aufweist, der in zumindest einem Leerlaufmodus betreibbar ist.

**[0002]** Aus dem Stand der Technik ist es bekannt, die Drehzahl des Verbrennungsmotors einer mobilen Arbeitsmaschine im Leerlauf soweit wie möglich abzusenken, mit dem Ziel, den Kraftstoffverbrauch zu senken sowie den Schadstoffausstoß sowie die Abgabe von Schallemissionen zu verringern. Das dabei erreichte Drehzahl-niveau ist zur Zeit motorseitig durch die untere Grenze des durch den Gesetzgeber zugelassenen, d. h. zertifizierten Drehzahlbandes beschränkt. Ein typischer Wert für dieses Mindestdrehzahlniveau liegt bei 600 U/min.

**[0003]** Aus der DE 10 2010 051 963 A1 ist ein Verfahren zum Betrieb eines Arbeitsgerätes bekannt, bei dem der Verbrennungsmotor in einem Leerlaufbetriebsmodus betrieben wird und in weitere Energiesparmodi versetzt wird, wobei die Zeitspanne, für die der Verbrennungsmotor in dem Leerlaufbetriebsmodus betrieben wird, bevor in den weiteren Energiesparmodus gewechselt wird, auf der Grundlage der Auswertungen der Betriebshistorie des Arbeitsgerätes bestimmt wird.

**[0004]** Eine Möglichkeit, den Motor im Leerlauf bei geringerer Drehzahl zu betreiben, besteht darin, die Mindestdrehzahl des genannten zugelassenen, d. h. zertifizierten Arbeitsdrehzahlbandes nach unten zu schieben, mit anderen Worten, das Drehzahlband zu kleineren Werten der Drehzahl hin zu erweitern. Diese Erweiterung bringt jedoch den Nachteil mit sich, dass Drehzahlbereiche erschlossen werden müssen, die im Betrieb gar nicht benötigt werden. Dadurch ergeben sich je nach Fahrzeuganwendung Schwierigkeiten und Nachteile, wie Emissionsgrenzwerte bei gleichzeitig möglichst geringem Kraftstoffgebrauch einzuhalten, da das Drehzahlband in diesem Fall gestreckt, d. h. zu kleineren Drehzahlen hin erweitert würde. Dies hätte zur Folge, dass sich Prüfpunkte in Bereiche geringerer Drehzahlen verlagern, die praktisch jedoch nicht auftreten und daher an sich nicht von Relevanz sind.

**[0005]** Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs genannten Art dahingehend weiterzubilden, dass die mit einer Streckung des zertifizierten Arbeitsdrehzahlbandes verbundenen Nachteile nicht auftreten und dennoch eine Senkung des Schadstoffausstoßes sowie der Schallemissionen und auch des Kraftstoffverbrauchs erzielt werden kann.

**[0006]** Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Danach ist vorgesehen, dass das Verfahren den Schritt der Absenkung der Motordrehzahl im Leerlauf unter die Mindestdrehzahl eines zertifizierten Drehzahlbandes umfasst, wenn wenigstens eine Bedingung erfüllt ist. Erfindungsgemäß ist somit vorgesehen, ein Kraftstoffeinsparungspotential so-

wie eine Verringerung des Schadstoffausstoßes sowie der Schallemissionen dadurch zu erreichen, dass der Motor weiterhin im üblichen Drehzahlband zertifiziert wird und dass bei Vorliegen wenigstens einer Bedingung in einen Leerlaufbetriebspunkt gewechselt wird, dessen Drehzahl außerhalb des Zertifizierungsbandes liegt und der vorzugsweise deutlich unterhalb der minimalen Zertifizierungsdrehzahl, d. h. unterhalb der geringsten Drehzahl des zertifizierten Arbeitsdrehzahlbandes liegt.

**[0007]** Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht es somit, den Verbrennungsmotor eines Arbeitsgerätes im Leerlauf außerhalb des zertifizierten Arbeitsdrehzahlbandes zu betreiben, und zwar vorzugsweise bei einer weit geringeren Drehzahl als üblich und trotzdem bzw. gerade deshalb die gesetzlichen Emissionsziele einhalten oder sogar unterschreiten zu können.

**[0008]** Bei der genannten Bedingung handelt es sich um eine Zeitspanne handeln, mit der der Motor im Leerlauf innerhalb des zertifizierten Arbeitsbandes läuft. Diese Zeitspanne, d. h. die Vorlaufzeit wird so gewählt, dass diese zumindest der am längsten dauernden Leerlaufphase im dynamischen Prüfzyklus nach ISO 8178/11 entspricht, so dass das erfindungsgemäße Verfahren während des Prüfzyklus nicht zur Anwendung kommt.

**[0009]** Bei dem genannten Zyklus handelt es sich um den sogenannten Non-Road-Transient-Cycle (NRTC).

**[0010]** Gleichzeitig wird jedoch sichergestellt und durch den Motorhersteller bestätigt, dass die Emissionen im Leerlauf außerhalb des Zertifizierungsbandes keinesfalls höher sind als die innerhalb des Zertifizierungsbandes. Als Grundlage für diesen Vergleich bei Leerlaufdrehzahl kann beispielsweise der Betriebspunkt 8 des statischen C1-Tests nach ISO 8178/4 herangezogen werden. Bei diesem Zyklus handelt es sich um den sogenannten Non-Road-Steady-Cycle (NRSC).

**[0011]** Wie oben ausgeführt, kann durch die Reduzierung der Leerlaufdrehzahl gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren ein Verbrauchsvorteil erzielt werden. Des Weiteren kann davon ausgegangen werden, dass sich zusätzlich zum Verbrauchsvorteil auch eine Reduzierung der Emissionen erzielen lässt, womit das erfindungsgemäße Verfahren der Umwelt hinsichtlich Ressourcenschonung und Luftverschmutzung zugute kommt.

**[0012]** In weiterer Ausgestaltung der Erfindung wird die Einhaltung der genannten Zeitspanne, d. h. der Vorlaufzeit, nach der erst eine Drehzahl außerhalb des zertifizierten Arbeitsbandes eingestellt werden kann, durch einen Leitrechner des Arbeitsgerätes sichergestellt.

**[0013]** Als zusätzliche Bedingung kann das Fehlen einer oder mehrerer arbeitsgeräteseitiger Einschränkungen herangezogen werden. In diesem Fall prüft beispielsweise ein Steuergerät, ob nach Verstreichen der genannten Zeitspanne im Leerlauf keine weiteren, arbeitsgeräteseitige bzw. fahrzeugseitige Einschränkungen gegen die Absenkung der Drehzahl sprechen. Exemplarisch für solche Einschränkungen sind der elektrische Energiebedarf und/oder der Ladezustand der Bat-

terie und/oder Betriebstemperaturen und/oder der Klimaanlagebetrieb. Ist beispielsweise der Ladezustand der Batterie nicht ausreichend, kann festgestellt werden, dass trotz Verstreichen der Zeitspanne eine Absenkung der Motordrehzahl unter die Mindestdrehzahl des zertifizierten Arbeitsbandes nicht erfolgt. Ein weiteres Beispiel für eine arbeitsgeräteseitige bzw. fahrzeugseitige Einschränkung ist die Last am Getriebeausgang und insbesondere der Druck in einem hydraulischen Pfad des Getriebes. Durch einen Vergleich der Last bzw. des Drucks und einem Schwellenwert kann ermittelt werden, ob sich das Fahrzeug in einer Schräglage befindet. Ist dies der Fall, kann vorgesehen sein, dass der Wechsel in den Betrieb mit reduzierter Drehzahl unterbunden wird.

**[0014]** Weiterhin kann als zusätzliche Bedingung das Fehlen einer oder mehrerer motorseitiger Einschränkungen herangezogen werden. Solche motorseitigen Einschränkungen können die Kühlmitteltemperatur und/oder die Temperatur einer Abgasbehandlungsanlage und/oder der Öldruck sein. Auch diese Parameter sind exemplarischer Natur und nicht beschränkend.

**[0015]** Vorzugsweise ist vorgesehen, dass die erfindungsgemäße Absenkung der Motordrehzahl erst dann vorgenommen wird, wenn die Zeitspanne, mit der der Motor im Leerlauf innerhalb des zertifizierten Arbeitsbandes läuft, verstrichen ist und wenn zusätzlich weder arbeitsgeräteseitige noch motorseitige Einschränkungen vorliegen. In diesem Fall sind somit zumindest drei Bedingungen zu erfüllen, bevor ein Absenken der Motordrehzahl im Leerlauf erfolgen kann.

**[0016]** In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass nach einer Lastanforderung eine Belastung des Motors erst dann erfolgt, wenn die Motordrehzahl in dem zertifizierten Arbeitsband liegt. In diesem Fall erfolgt das neuerliche Anheben der Motordrehzahl ohne Last. Während des aktiven Leerlaufmodus wird somit bei abgesenkter Drehzahl fahrzeugseitig dafür gesorgt, dass der Motor keine Lastsprünge sieht, wodurch dieser abgewürgt werden könnte.

**[0017]** Die vorliegende Erfindung betrifft des Weiteren ein Arbeitsgerät, insbesondere ein mobiles Arbeitsgerät und vorzugsweise einen Radlader, mit wenigstens einem Verbrennungsmotor und mit wenigstens einer Steuerungs- oder Regelungseinheit, wobei die Steuerungs- oder Regelungseinheit derart ausgebildet ist, dass sie das Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 10 durchführt.

**[0018]** Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung werden anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1: der zeitliche Verlauf der Motordrehzahl bei Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens,

Figur 2: eine schematische Darstellung der Abhängigkeit des Drehmomentes von der Drehzahl sowie der NTE-Zone,

Figur 3: eine Darstellung gemäß Figur 2 mit verschobenen unterem Grenzwert für die NTE-Zone,

Figur 4: ein Fließbild, das exemplarisch die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens beschreibt.

**[0019]** Figur 1 zeigt eine Abhängigkeit der Motordrehzahl von der Zeit bzw. von einem Ereignis. Bis zu dem Zeitpunkt bzw. Ereignis {1} wird das Arbeitsgerät im Lastbetrieb betrieben, wobei eine maximale Motordrehzahl (MAX) nicht überschritten wird. Die Drehzahl schwankt im Lastbetrieb je nach Lastanforderung, wie dies aus Figur 1 ersichtlich ist.

**[0020]** Zu dem Zeitpunkt {1} beginnt der Leerlaufbetrieb des Arbeitsgerätes, wobei in der Zeitspanne bis zu dem Zeitpunkt {2} eine erste konventionelle Leerlaufdrehzahl eingestellt wird, die innerhalb eines zugelassenen bzw. zertifizierten Drehzahlbandes liegt. Zu dem Zeitpunkt {2} wird die Leerlaufdrehzahl reduziert, wie dies aus Figur 1 ersichtlich ist, und zwar auf einen Wert, der geringer ist als der untere Grenzwert des zertifizierten Drehzahlbereiches.

**[0021]** Zu dem Zeitpunkt {3} wird der Leerlaufbetrieb beendet und ein erneuter Lastbetrieb aufgenommen, wobei wie aus Figur 1 ersichtlich zu Beginn des Lastbetriebes die Drehzahl wieder auf die konventionelle Drehzahl angehoben wird, und zwar bevor der Lastbetrieb beginnt.

**[0022]** Figur 2 und Figur 3 zeigen die Abhängigkeit des Drehmomentes des Verbrennungsmotors von der Drehzahl.

**[0023]** Das zertifizierte Drehzahlband bzw. der zertifizierte Drehzahlbereich liegt in dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel zwischen  $n_0$  und  $n_{\max}$ . Die fette Linie mit dem Bezugszeichen 11, 21 kennzeichnet die Volllastkurve bzw. den Maximalmomentenverlauf über die Drehzahl im zertifizierten Arbeitsband und die fette gestrichelte Linie mit dem Bezugszeichen 12, 22 kennzeichnet die Volllastkurve im Bereich der Drehzahlabsenkung.

**[0024]** Die dünne gestrichelte Linie mit dem Bezugszeichen 16, 26 kennzeichnet die untere Grenzkurve der NTE-Zone, wobei es sich bei der NTE-Zone um die Non-to-Exceed-Zone handelt, innerhalb derer bestimmte Schadstoffwerte nicht überschritten werden dürfen. Wie dies aus Figur 2 hervorgeht, wird die NTE-Zone, d. h. der schraffierte Bereich mit dem Bezugszeichen 17, 27 nach oben durch die Volllastkurve 11, 21 nach unten durch die untere Grenzkurve 16, 26 und nach rechts und links durch die Grenzwerte und den oberen Grenzwert  $15\%n_{\max}$  des zertifizierten Drehzahlbandes begrenzt.

**[0025]** Mit dem Bezugszeichen 13, 23 sind Prüfpunkte des Non-Road-Steady-Cycle (NRSC) gekennzeichnet. Diese als Kreise dargestellten Betriebspunkte sind somit exemplarische Betriebspunkte dieses Prüfzyklus. Wie oben ausgeführt, werden für diesen Prüfzyklus bzw. für den Vergleich der Emissionen bei Leerlaufdrehzahl der Betriebspunkt 8 des statischen C1-Tests nach ISO

8178/4 herangezogen.

**[0026]** Die weiteren runden Punkte kennzeichnen weitere Prüfpunkte dieses Prüfzyklus.

**[0027]** Die eckigen Punkte mit dem Bezugszeichen 14, 24 kennzeichnen Prüfpunkte des NRTC, d. h. des Non-Road-Transient-Cycle. Auch diese sind wie auch die Prüfpunkte des NRSC beispielhaft.

**[0028]** Wie dies aus Figur 2 hervorgeht, wird die NTE-Zone, innerhalb der gesetzliche emittierte Schadstoffwerte, beispielsweise für NO<sub>x</sub>, PM und HC nicht überschritten werden dürfen, nach unten durch 15%*n*<sub>max</sub> und nach oben durch *n*<sub>max</sub> begrenzt. Der Wert 15%*n*<sub>max</sub> ist definiert aus *n*<sub>0</sub>, d. h. der untersten Drehzahl des zertifizierten Arbeitsbandes und einem Zuschlag von 15 % der Breite des Arbeitsbandes, d. h.

$$15\%n_{\max} = n_0 + 0,15 \cdot (n_{\max} - n_0)$$

bzw.

$$15\%n_{\max} = n_{01} + 0,15 \cdot (n_{\max} - n_{01}).$$

**[0029]** Außerhalb des schraffierten Bereiches, d. h. bei Drehzahlwerten < 15%*n*<sub>max</sub> ist eine Überschreitung der Schadstoffgrenzwerte zulässig.

**[0030]** Dies gilt beispielsweise für den Bereich 15 gemäß Figur 2 und 25 gemäß Figur 3.

**[0031]** Würde nun die untere Drehzahl des zertifizierten Arbeitsbandes von *n*<sub>0</sub> auf *n*<sub>01</sub> abgesenkt, hätte dies zur Folge, dass der Wert 15%*n*<sub>max</sub> ebenfalls nach links verschoben wird, wie dies aus Figur 3 hervorgeht. Daraus ergibt sich eine Verbreiterung der NTE-Zone, beispielsweise im Drehzahlband zwischen 400 U/min - 2200 U/min. Aus diesem Grund würden sich Betriebspunkte des NRTC-Tests wie aus Figur 3 ersichtlich in Richtung der Abszisse zu geringeren Drehzahlen hin ausdehnen bzw. es ergäbe sich eine ungünstige Verschiebung der Bereiche 15, 25 und 17, 27.

**[0032]** Um die damit verbundenen Nachteile zu vermeiden, wird erfindungsgemäß nicht das zertifizierte Drehzahlband gedehnt, sondern es werden Betriebspunkte außerhalb des zertifizierten Drehzahlbandes angesteuert, wenn bestimmte Bedingungen erfüllt sind.

**[0033]** Figur 4 zeigt exemplarisch ein erfindungsgemäßes Verfahren, bei dem in Schritt 2.1 ermittelt wird, ob der Verbrennungsmotor bzw. der Dieselmotor läuft. Ist dies der Fall, wird geprüft, ob der Leerlaufmodus erkannt wird (Schritt 2.2). Ist dies nicht der Fall, wird die Prüfung wiederholt, ist dies der Fall, wird in Schritt 2.3 überprüft, ob der Schlafmodus inaktiv ist. Ist dies nicht der Fall, wird mit Schritt 2.10 fortgefahren.

**[0034]** Ist der Schlafmodus inaktiv, wird überprüft, ob die Zeitspanne t<sub>1</sub>, innerhalb der Leerlaufmodus in Betrieb ist, einen Schwellwert überschreitet (Schritt 2.4). Ist dies nicht der Fall, wird die Prüfung wiederholt, ist dies

jedoch der Fall, wird überprüft, ob fahrzeugseitige Einschränkungen vorliegen (Schritt 2.5).

**[0035]** Die Verantwortung, ob die Mindestdauer t<sub>1</sub> eingehalten wird, liegt beim Fahrzeughersteller und wird über den Fahrzeugleitnehmer gesteuert.

**[0036]** Das Fahrzeugsteuergerät überprüft, ob nach Verstreichen der Zeitdauer t<sub>1</sub> im Leerlauf keine weiteren, fahrzeugseitigen Einschränkungen gegen das Absenken sprechen (Schritt 2.5) und für den Fall, dass keine fahrzeugseitigen Einschränkungen vorliegen, wird die Parkbremse geschlossen (Schritt 2.5.1). Liegen solche Einschränkungen vor, wird die Prüfung wiederholt, liegen sie nicht vor, wird dem Motor bzw. dem Motorsteuergerät das Signal bzw. die Vorgabe für die abgesenkte Leerlaufdrehzahl, beispielsweise 400 U/min gesendet, die außerhalb des Zertifizierungsdrehzahlbandes liegt (Schritt 2.6).

**[0037]** In diesem Schritt wird dem Motor bzw. Motorsteuergerät die Vorgabe gesendet, die Leerlaufdrehzahl abzusenken. Die abgesenkte Leerlaufdrehzahl liegt jedenfalls außerhalb des Zertifizierungsdrehzahlbandes und wird gemäß Figur 1 zwischen den Punkten {2} und {3} angefahren.

**[0038]** Exemplarisch für fahrzeugseitige Einschränkungen, die jedoch nicht zwingend sind, sind der elektrische Energiebedarf, der Ladezustand der Batterie, Betriebstemperaturen und Klimaanlagebetrieb.

**[0039]** In weiterer Folge überprüft der Motor bzw. das Motorsteuergerät zunächst, ob keine motorseitigen Einschränkungen gegen das Absenken sprechen (Schritt 2.7). Liegen solche Einschränkungen vor, wird die Überprüfung wiederholt, wenn nicht, wird die Motordrehzahl abgesenkt (Schritt 2.8).

**[0040]** Solche Einschränkungen können beispielsweise, aber nicht zwingend die Kühlmitteltemperatur, das Temperaturniveau der Abgasnachbehandlung und der Öldruck sein.

**[0041]** Liegen solche motorseitigen Einschränkungen nicht vor, wird die Drehzahl auf den Vorgabewunsch des Fahrzeugleitnehmers reduziert (Schritt 2.9) und das Fahrzeug wechselt gemäß Schritt 2.10 in den Schlafmodus. Dieser wird unter Umgehung der genannten Schritte sofort erhalten, wenn in Prüfungsschritt 2.3 bereits die Bedingung ("NEIN") erkannt wurde, d. h. der Schlafmodus aktiv ist.

**[0042]** Wird die Motordrehzahl in Schritt 2.9 nicht abgesenkt, kehrt das Verfahren zurück zu Schritt 2.5.

**[0043]** In jedem Falle wird während dieses Schlafmodus, d. h. während des Leerlaufbetriebes außerhalb des Zertifizierungsbereiches der Motor gemäß Schritt 2.11 nicht übermäßig belastet, um das Abwürgen zu verhindern. In diesem Betriebsbereich kann eine Leistungsbereitstellung nur in eingeschränktem Umfang erfolgen, wie beispielsweise für untergeordnete Verbraucher wie Klimakompressor und/oder die Lichtmaschine. Als nicht untergeordnete Verbraucher sind beispielsweise der Fahrantrieb, Arbeits- und Lenkhydraulik anzuführen, deren Leistungsanforderung unterbunden werden.

**[0044]** Erfolgt nun eine Lastanforderung durch das Fahrzeug gemäß Schritt 2.12, wird gemäß Schritt 2.14 die Motordrehzahl angehoben, und zwar solange bis gemäß Schritt 2.15 die konventionelle Leerlaufdrehzahl erreicht ist, d. h. eine Drehzahl innerhalb des zertifizierten Drehzahlbandes. Dies entspricht Punkt {3} in Figur 1. Erst dann wird gemäß Schritt 2.16.1 die Parkbremse gelöst und es darf gemäß Schritt 2.16 der Motor belastet werden. Liegt keine Lastanforderung durch das Fahrzeug vor, liegen jedoch motorseitige Einschränkungen vor, wie beispielsweise eine zu geringe Kühlmitteltemperatur, und/oder fahrzeugseitige Einschränkungen (Schritt 2.12.1) wird ebenfalls die Motordrehzahl angehoben und eine Motorbelastung erfolgt aber auch in diesem Fall erst, wenn eine Leerlaufdrehzahl im zertifizierten Drehzahlband erreicht ist.

**[0045]** Das Verfahren endet in Schritt 2.17 bzw. wird in Schritt 2.1 erneut durchlaufen.

**[0046]** Wie dies aus Schritt 2.13 hervorgeht, unterbleibt das Anheben der Motordrehzahl, wenn weder eine Lastanforderung durch das Fahrzeug vorliegt noch fahrzeug-(Schritt 2.12.1) und/oder motorseitige Einschränkungen bestehen. Wird festgestellt, dass keine Lastanforderung durch das Fahrzeug besteht, noch fahrzeugseitige Einschränkungen noch motorseitige Einschränkungen vorliegen, kehrt das Verfahren von Schritt 2.13 zurück zu Schritt 2.12, d.h. zu der Prüfung, ob eine Lastanforderung durch das Fahrzeug vorliegt.

**[0047]** Wie oben ausgeführt, betrifft das vorliegende Ausführungsbeispiel eine Vorgehensweise, bei der die Parkbremse geschlossen wird und bei der nach der Lastanforderung und der Anhebung der Motordrehzahl die Parkbremse gelöst wird.

**[0048]** Bei Fahrzeugen bzw. Arbeitsgeräten mit hydrodynamischem Antrieb ist es zwangsläufig erforderlich, die Parkbremse im Stillstand zu aktivieren, um ein ungewolltes

**[0049]** Losrollen des Fahrzeuges unterbinden zu können. Hingegen weisen hydrostatische und leistungsverzweigte Antriebe die Eigenschaft einer Selbsthemmung auf, die dem ungewollten in Bewegung setzen entgegen wirkt.

**[0050]** Diese Eigenschaft erlaubt es, auf das Aktivieren der Parkbremse zu Beginn des Absenkens, und das Lösen der Bremse beim Zurückkehren in den Arbeitsbetrieb verzichten zu können, was ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung darstellt. Das Nutzen der Selbsthemmung des Antriebes weist den Vorteil auf, die Bedienschritte im Ablauf des Zurückkehrens in den Arbeitsbetrieb vereinfachen zu können, d.h. die Schritte 2.5.1 und 2.16.1 können entfallen. Es muss davon ausgegangen werden, dass ein automatisches Lösen der Parkbremse durch die Steuerung - ohne Zutun des Fahrers - als sicherheitskritisch einzustufen sein dürfte, was zusätzliche manuellen Bedienschritte erfordern würde, und der Fahrer als störend beurteilen würde.

**[0051]** Das Vermögen der Selbsthemmung ist abhängig von Getriebetyp und -ausführung und kann daher va-

riieren. Sofern das Selbsthemmungsvermögen nicht in der Lage wäre, das Fahrzeug in beliebiger Schräglage zu halten, wäre es erforderlich, vor dem Auslösen der Funktion die anstehende Last am Getriebeausgang zu prüfen, beispielsweise durch Überwachung des Druckes in einem hydraulischen Pfad des Getriebes, und mit einem Schwellwert zu vergleichen, um feststellen zu können, ob sich die Maschine in Schräglage befinden könnte.

**[0052]** Es würde dieser Vergleich als arbeitsgerätseitige bzw. fahrzeugseitige Einschränkung in der Fahrzeugsteuerung berücksichtigt werden, und das Wechseln in den Betrieb mit reduzierter Drehzahl im Leerlauf unterdrückt werden, falls die Last am Getriebeausgang darauf hindeutet, dass sich das Fahrzeug in Schräglage befindet. Zu den fahrzeugseitigen Einschränkungen, die exemplarisch in Schritt 2.5 genannt sind, kann somit auch das Ergebnis dieses Vergleiches zählen.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung eines Arbeitsgerätes, insbesondere eines mobilen Arbeitsgerätes und vorzugsweise eines Radladers, wobei das Arbeitsgerät wenigstens einen Verbrennungsmotor aufweist, der in zumindest einem Leerlaufmodus betreibbar ist, und wobei das Verfahren den Schritt der Absenkung der Motordrehzahl im Leerlauf unter die Mindest-drehzahl eines zertifizierten Drehzahlbandes umfasst, wenn wenigstens eine Bedingung erfüllt ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** es sich bei der Bedingung um den Ablauf einer Zeitspanne handelt, mit der der Motor im Leerlauf innerhalb des zertifizierten Drehzahlbandes läuft, wobei die Zeitspanne zumindest der am längsten dauernden Leerlaufphase in dem dynamischen Prüfzyklus ISO 8178/11 entspricht.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einhaltung der Zeitspanne durch einen Leitreechner des Arbeitsgerätes sichergestellt wird.
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** es sich bei einer weiteren Bedingung um das Fehlen einer oder mehrerer arbeitsgerätseitiger Einschränkungen handelt.
4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die arbeitsgerätseitigen Einschränkungen der elektrische Energiebedarf und/oder der Ladezustand der Batterie und/oder eine oder mehrere Betriebstemperaturen und/oder der Klimaanlagenbetrieb und/oder die anstehende Last am Getriebeausgang, vorzugsweise der Druck in einem hydraulischen Pfad des Getriebes sind.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** es sich bei einer weiteren Bedingung um das Fehlen einer oder mehrerer motorseitiger Einschränkungen handelt.
6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die motorseitigen Einschränkungen die Kühlmitteltemperatur und/oder die Temperatur einer Abgasbehandlungsanlage und/oder der Öldruck sind.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Absenkung der Motordrehzahl erst dann vorgenommen wird, wenn die Zeitspanne, mit der der Motor im Leerlauf innerhalb des zertifizierten Arbeitsbandes läuft, verstrichen ist und wenn weder arbeitsgeräteseitige noch motorseitige Einschränkungen vorliegen.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** nach einer Lastanforderung eine Belastung des Motors erst dann erfolgt, wenn die Motordrehzahl in dem zertifizierten Arbeitsband liegt.
9. Arbeitsgerät, insbesondere mobiles Arbeitsgerät und vorzugsweise Radlader, mit wenigstens einem Verbrennungsmotor und mit wenigstens einer Steuerungs- oder Regelungseinheit, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerungs- oder Regelungseinheit derart ausgebildet ist, dass sie das Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8 durchführt.

#### Claims

1. Method for controlling a work machine, in particular a mobile work machine, and preferably a wheel loader, wherein the work machine comprises at least one combustion engine that can be operated in at least one idle mode, and wherein the method includes the step of reducing the engine speed in the idle mode to below the minimum rotating speed of a certified speed range if at least one condition is satisfied, **characterized in that** the condition is the elapse of a time period in which the engine runs within the certified speed range in the idle mode, wherein the time period corresponds at least to the longest idle mode phase in the dynamic test cycle ISO 8178/11.
2. Method according to claim 1, **characterized in that** a main computer of the work machine ensures the observance of the time period.
3. Method according to any one of the preceding claims, **characterized in that** a further condition is the lack of one or multiple restrictions on the side of

the work machine.

4. Method according to claim 3, **characterized in that** the restrictions on the side of the work machine are the electric energy demand and/or the state of charge of the battery and/or one or multiple operating temperatures and/or the air condition operation and/or the present load at the transmission output, preferably the pressure in a hydraulic path of the transmission.
5. Method according to any one of the preceding claims, **characterized in that** a further condition is the lack of one or multiple restrictions on the side of the engine.
6. Method according to claim 5, **characterized in that** the restrictions on the side of the engine are the coolant temperature and/or the temperature of an exhaust gas treatment system and/or the oil pressure.
7. Method according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the reduction of the engine speed is effected only after the time period in which the engine runs within the certified operating range in the idle mode has elapsed and if restrictions neither on the side of the work machine nor on the side of the engine are present.
8. Method according to any one of the preceding claims, **characterized in that** after a load request, the engine is loaded only after the engine speed is in the certified operating range.
9. Work machine, in particular mobile work machine and preferably wheel loader, with at least one combustion engine and with at least one control or regulation unit, **characterized in that** the control or regulation unit is configured in such a way that it performs the method in accordance with one of claims 1 to 8.

#### Revendications

1. Procédé destiné à la commande d'un engin de travail, en particulier d'un engin de travail mobile et de préférence d'un chargeur sur pneus, l'engin de travail comportant au moins un moteur à combustion interne, qui peut être exploité dans au moins un mode de marche au ralenti, et le procédé comprenant l'étape de diminution de la vitesse de rotation du moteur en marche au ralenti en dessous de la vitesse de rotation minimale d'une plage de vitesse de rotation certifiée, quand au moins une condition est remplie, **caractérisé en ce que** la condition est la fin d'un intervalle de temps, pen-

dant lequel le moteur fonctionne en marche au ralenti dans la plage de vitesse de rotation certifiée, l'intervalle de temps correspondant au moins à la phase de marche au ralenti la plus longue dans le cycle d'essai transitoire ISO 8178/11.

5

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le respect de l'intervalle de temps est assuré par un ordinateur pilote de l'engin de travail.

10

3. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**une autre condition est l'absence d'une ou plusieurs restrictions liées à l'engin de travail.

15

4. Procédé selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** les restrictions liées à l'engin de travail sont les besoins en énergie électrique et/ou l'état de chargement de la batterie et/ou une ou plusieurs températures de fonctionnement et/ou le fonctionnement de l'installation de climatisation et/ou la charge appliquée à la sortie de la boîte de vitesses, de préférence la pression dans une voie hydraulique de la boîte de vitesses.

20

25

5. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**une autre condition est l'absence d'une ou plusieurs restrictions liées au moteur.

30

6. Procédé selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** les restrictions liées au moteur sont la température du liquide de refroidissement et/ou la température d'une installation de traitement des gaz d'échappement et/ou la pression d'huile.

35

7. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la diminution de la vitesse de rotation du moteur est effectuée uniquement quand l'intervalle de temps, pendant lequel le moteur fonctionne en marche au ralenti dans la plage de travail certifiée, est écoulé et quand aucune restriction, ni liée à l'engin de travail ni liée au moteur, n'est présente.

40

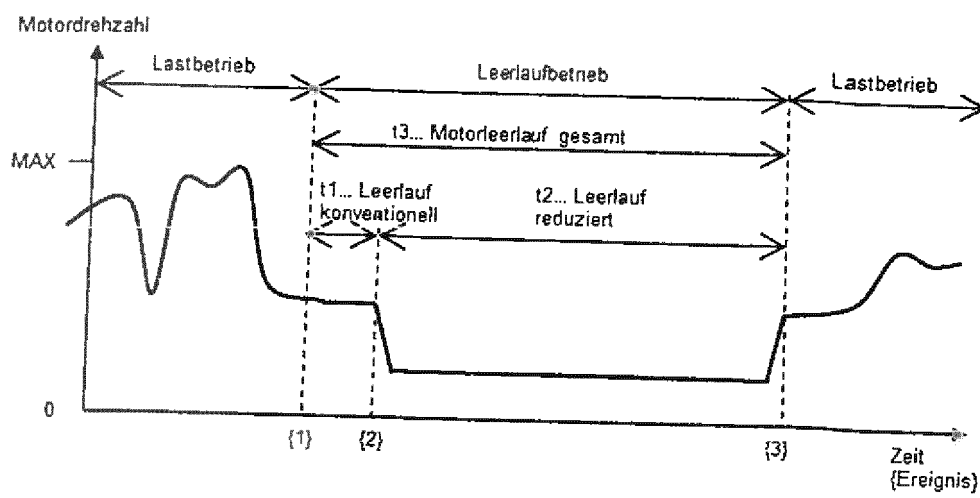
45

8. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que**, après un appel de charge, une sollicitation du moteur se produit uniquement quand la vitesse de rotation du moteur est comprise dans la plage de travail certifiée.

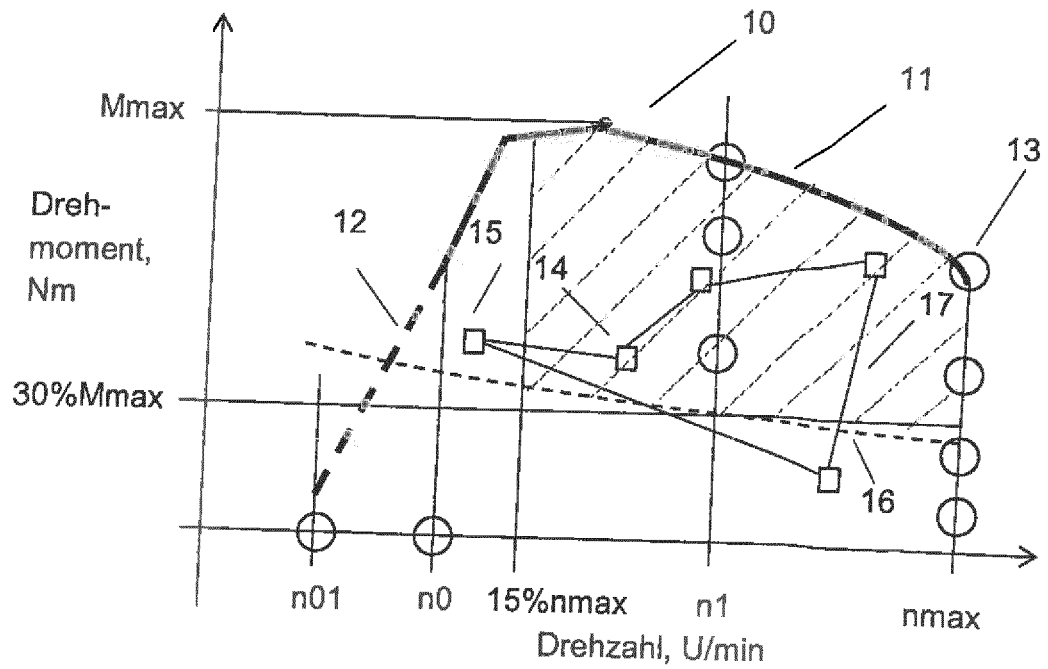
50

9. Engin de travail, en particulier engin de travail mobile et de préférence chargeur sur pneus, comprenant au moins un moteur à combustion interne et au moins une unité de commande ou de régulation, **caractérisé en ce que** l'unité de commande ou de régulation est conçue de manière à exécuter le procédé selon l'une des revendications 1 à 8.

55



Figur 1

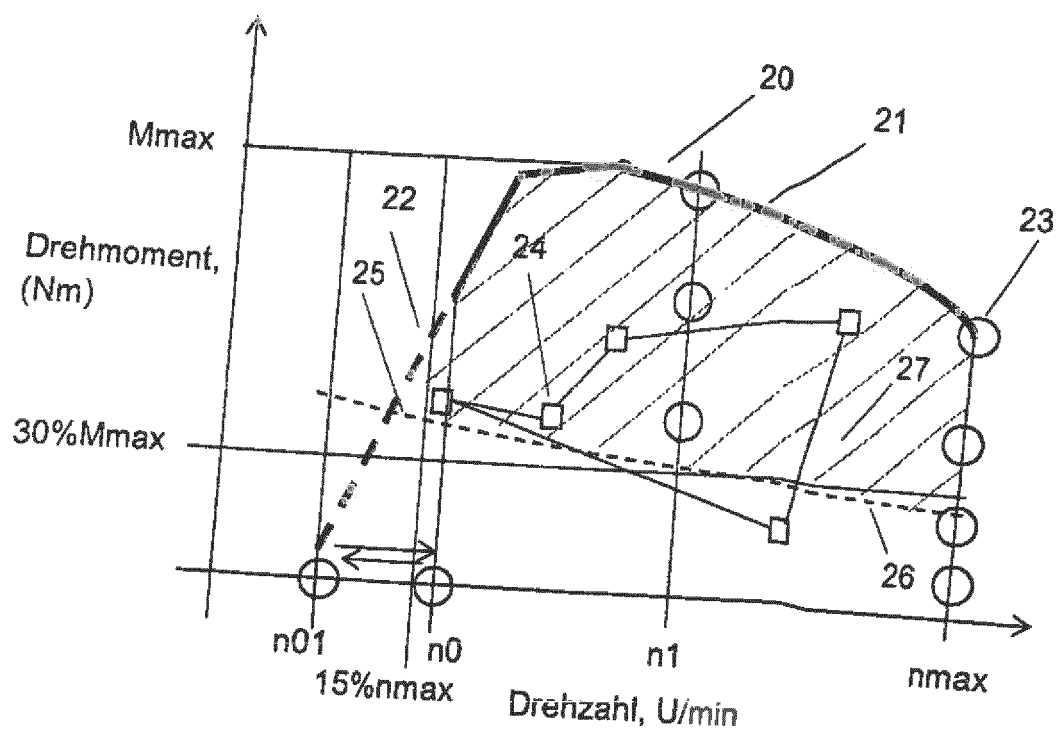


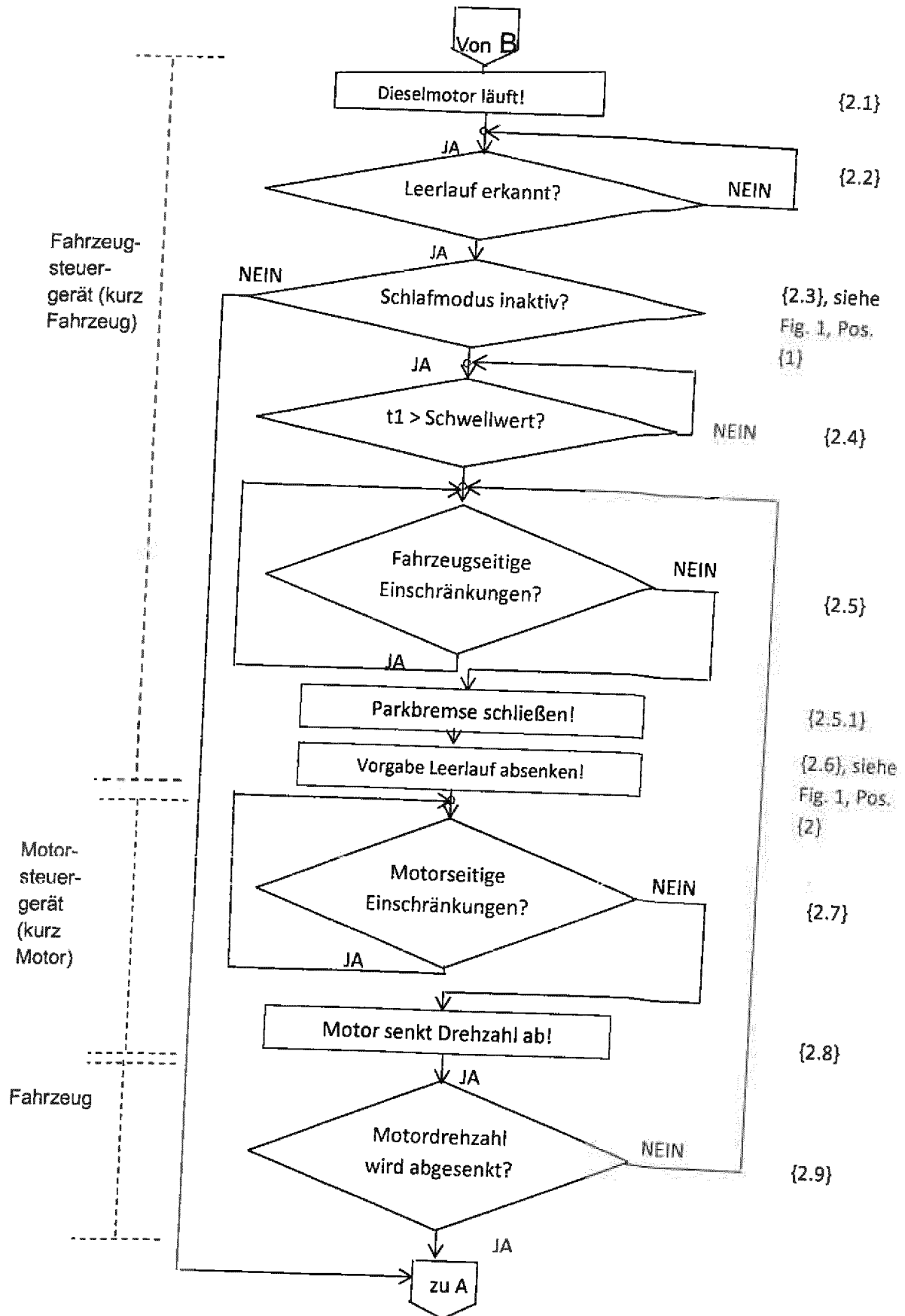
Figur 2

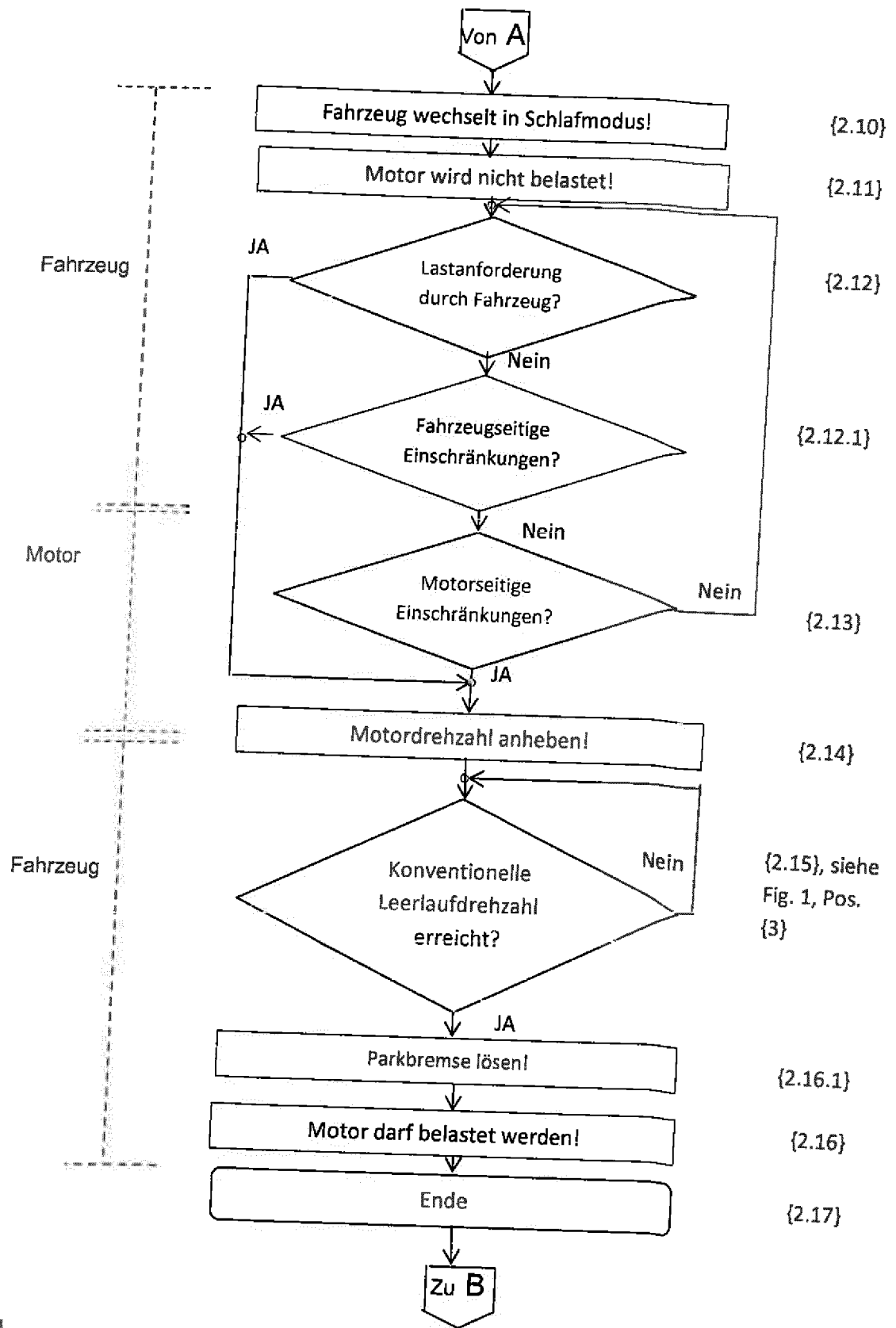
Legende für Figuren 2 und 3:

- Prüfpunkte NRTC, beispielhaft
- Prüfpunkte NRSC
- Vollastkurve
- - - Vollastkurve im Bereich der Drehzahlabsenkung
- ... untere Grenzkurve NTE-Zone
- /// NTE-Zone

Figur 3







Figur 4

**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 102010051963 A1 [0003]