



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 312 773 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
21.05.2003 Patentblatt 2003/21

(51) Int Cl.7: **F01L 1/34, F02D 13/08**

(21) Anmeldenummer: **02023256.7**

(22) Anmeldetag: **17.10.2002**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
IE IT LI LU MC NL PT SE SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(71) Anmelder: **AUDI AG**
85045 Ingolstadt (DE)

(72) Erfinder:
• **Karcher, Rolf**
74172 Necharsulm (DE)
• **Baur, Gerhard**
74357 Bönningheim (DE)

(30) Priorität: **16.11.2001 DE 10156510**

(54) **System zum Beheben der Abweichung einer verstellbaren Nockenwelle und Verfahren**

(57) Bei einem System zum Beheben der Abweichung des Istwinkels einer verstellbaren, insbesondere kontinuierlich verstellbaren Nockenwelle (15) von einem vorgebbaren Sollwinkel (φ_{Soll}) im Leerlauf eines Motors (9), wobei eine Steuer- oder Regeleinrichtung zum Steuern oder Regeln der Nockenwellenposition und eine Steuereinheit zur Motorsteuerung vorgesehen ist, ist eine Einrichtung (1) zum Anheben der Leerlaufdrehzahl des Motors (9) vorgesehen, die bei Überschreiten eines vorgebbaren Wertes (SW) der Abweichung des Istwinkels (φ_{Ist}) der Nockenwelle (15) vom vorgebbaren Sollwinkel (φ_{Soll}) aktivierbar ist. Bei einem

Verfahren zur Ansteuerung einer verstellbaren, insbesondere kontinuierlich verstellbaren Nockenwelle (15) eines Verbrennungsmotors (9), die mit einer Steuer- oder Regeleinrichtung zum Steuern oder Regeln der Nockenwellenposition versehen ist, wird bei Überschreiten eines vorgebbaren Wertes (SW) der Abweichung des Istwinkels (φ_{Ist}) der Nockenwelle (15) vom vorgebbaren Sollwinkel (φ_{Soll}) eine Einrichtung (1) zum Beheben der Abweichung aktiviert und wirkt die Einrichtung (1) auf eine Steuereinheit zur Steuerung des Motors (9) dahingehend ein, dass die Leerlaufdrehzahl erhöht wird.

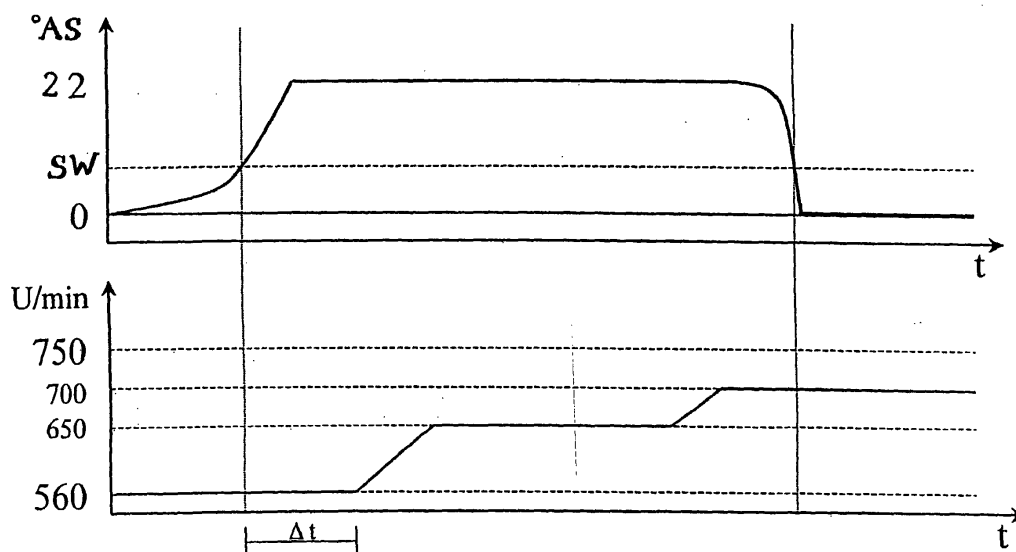


Fig. 1

EP 1 312 773 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein System zum Beheben der Abweichung des Istwinkels einer verstellbaren, insbesondere kontinuierlich verstellbaren Nockenwelle von einem vorgebbaren Sollwinkel im Leerlauf eines Motors, wobei eine Steuer- oder Regeleinrichtung zum Steuern oder Regeln der Nockenwellenposition und eine Steuereinheit zur Motorsteuerung vorgesehen ist.

[0002] Bei Motoren, insbesondere Fahrzeugmotoren mit Nockenwellen sind solche bekannt, die eine kontinuierlich verstellbare Nockenwelle aufweisen. Die Verstellung wird dabei über ein ölhdraulisches System oder einen Elektromotor bewerkstelligt. Die Regelung der Nockenwellenposition erfolgt über Stellventile, die von der Steuereinheit zur Motorsteuerung angesteuert werden. Die Nockenwellenverstellung erfolgt dabei über den gesamten Drehzahl- und Lastbereich. Abweichungen von den ermittelten Sollstellungen der Nockenwellen führen zu Einbußen im Fahrkomfort sowie der Leistung und zur Verschlechterung der Abgaswerte und des Verbrauchs.

[0003] Im Leerlauf befinden sich die Nockenwellen auf überschneidungsfreier Position, d.h. der Einlass liegt auf der spätesten und der Auslaß auf der frühesten Stellung der Nockenwelle. Davon abweichende Stellungen der Nockenwelle führen zu unruhigem Motorlauf, der jedoch vermieden werden soll. Aus Komfort- und Verbrauchsgründen soll die Leerlaufdrehzahl möglichst gering sein. Im Leerlauf tritt jedoch bei Öltemperaturen ab beispielsweise 80°C eine sehr starke Abweichung der Nockenwellen vom Sollwinkel auf. Diese Abweichung erfolgt in der Regel bis zum Spätanschlag des Auslassstellers. Bei älteren Motoren ist diese Abweichung vom Sollwinkel erst bei höheren Öltemperaturen zu beobachten. Die Abweichung vom Sollwinkel im Leerlauf wird dadurch erklärt, dass bei heißem Öl diese eine Folge von dem bei höheren Temperaturen dünnflüssiger werdenden Öl, dem geringen Öldruck im Leerlauf und den zunehmenden Reibmomenten der Nockenwellen zu sein scheint, die die Stellkraft der Einlass- und Auslasssteller überschreiten.

[0004] Zur Lösung des allgemeinen Problems einer Leerlaufeinstellung bei Brennkraftmaschinen werden im Stand der Technik einige Wege aufgezeigt. Beispielsweise beschreibt die DE 44 33 299 A1 eine Vorrichtung und ein Verfahren, die es ermöglichen, die Leerlaufdrehzahl zu erhöhen, um eine ausreichende Schmierung des Motors zu gewährleisten, wenn der Betriebszustand eines sogenannten Heißleerlaufs erreicht ist, in dem ein geringer Öldruck und hohe Öltemperatur aufzutreten drohen. Im Normalbetrieb bildet eine Sollwertbildungseinheit abhängig von den zugeführten Betriebsgrößen einen Leerlaufdrehzahlsollwert, der von einer Regeleinheit unter Vergleich mit einer Ist-Drehzahl durch Betätigen eines Stellelements eingestellt wird. Im sogenannten Heißleerlauf wird der Drehzahlsollwert auf einen gegenüber dem Normalbetrieb betragsmäßig hö-

heren Wert umgeschaltet, wenn ein Absinken des Öldrucks auf niedrige Werte droht. Dies wird erkannt, wenn ein Ansteigen der Öltemperatur über einen Schwellwert berechnet wird. Ein Umschalten erfolgt im Heißleerlauf durch ein vorgesehenes Schaltmittel. Die Soll-Leerlaufdrehzahl im Heißleerlaufzustand ist in einem separaten Speicherelement gespeichert. Ein Umschaltsignal wird dann gebildet, wenn der Motor für eine vorgegebene Zeit mit einer Drehzahl oberhalb einer Grenzdrehzahl und/oder in einem hohen Lastzustand betrieben wird und gegebenenfalls die Motortemperatur und die Ansauglufttemperatur oberhalb vorgegebener Grenzwerte liegen.

[0005] Aus der DE 197 22 187 A1 ist ein Verfahren zur Steuerung einer verstellbaren Nockenspreizung bei einer Brennkraftmaschine in Kraftfahrzeugen bekannt. Mittels eines elektronischen Steuergerätes wird aus einem Grundkennfeld eine minimale Nockenspreizung vorgesteuert. Eine Laufruheüberwachungseinheit stellt fest, ob bei eingestellter minimaler Nockenspreizung die Brennkraftmaschine eine Laufruhegrenze überschreitet. Eine Spreizungsverstelleinheit vergrößert die eingestellte Nockenspreizung, solange die Laufruhegrenze überschritten ist. Aufgabe dieser Erfindung ist es, den Kraftstoffverbrauch und die Abgasemissionen zu minimieren. Die Spreizungsverstelleinheit vergrößert die eingestellte minimale Nockenspreizung bei unruhigem Motorlauf. Ein Spreizungskennfeld für die Vorgabe eines Sollwertes der Nockenspreizung wird für die günstigsten Umgebungsbedingungen, beispielsweise den niedrigstmöglichen Umgebungsdruck oder für ein Fahrzeugbetrieb in größeren Höhen ausgelegt.

[0006] In der DE 100 02 352 A1 ist ein Ventilzeitablaufsteuersystem für einen Verbrennungsmotor offenbart, bei dem die Steuerbarkeit des Ventilzeitablaufs aufrechterhalten und der Verbrennungszustand des Verbrennungsmotors stabil bleiben soll. Das Ventilzeitablaufsteuersystem umfasst u.a. einen hydraulischen Aktor zum Ändern eines Betriebswinkels eines Nockens einer Nockenwelle, um einen Ventilzeitablauf in dem Verbrennungsmotor vorzurücken oder zu verzögern.

[0007] Aus der DE 197 24 709 A1 ist ein Verfahren zur Bestimmung einer optimalen Leerlaufdrehzahl einer Brennkraftmaschine bekannt, bei der durch schrittweise Veränderung der Leerlaufdrehzahl und Vergleich von alter und neuer Leerlauf-Unruhe eine optimale Leerlaufsolldrehzahl ermittelt wird. Es findet eine Leerlaufregelung aufgrund Drehzahlschwankungen statt. Die Leerlaufsolldrehzahl wird geregelt, um ein optimales Betriebsverhalten sicherzustellen. Während des Verfahrens wird das Erreichen vorbestimmter Grenzwerte der Leerlaufdrehzahl bestimmt. Es findet jeweils eine schrittweise Leerlaufdrehzahlerhöhung oder -verringern statt.

[0008] Im Stand der Technik sind verschiedene Verfahren zum Steuern bzw. Überwachen der Leerlaufdrehzahl einer Brennkraftmaschine bekannt, insbesondere aus der DE 195 34 844 A1, der DE 40 16 099 A1

und DE 196 18 403 A1. Bei der DE 195 34 884 A1 wird eine Leerlaufregelung aufgrund Drehzahl-schwankungen dadurch ermöglicht, dass der Gradient des Verlaufs der Ist-Drehzahl der Brennkraftmaschine ermittelt und die Stellgröße zur Steuerung der Leerlaufdrehzahl in Abhängigkeit von dem Betrag des Gradienten bestimmt wird, wenn der Betrag des Gradienten einen vorgegebenen Schwellwert überschreitet. Die DE 40 16 099 A1 beschreibt eine Vorrichtung zur Leerlaufdrehzahlregelung, bei der ein Ventil zum Verändern der Ansaugluftmenge der Brennkraftmaschine und u.a. eine Einrichtung zum Steuern des Öffnungsgrades des Ventils entsprechend der Maschinendrehzahl vorgesehen sind. Die DE 196 18 403 A1 offenbart eine Regeleinrichtung für die Leerlaufdrehzahl unter Verwendung einer entsprechenden Sensorik. Die Laufruhe wird anhand von Signalen zumindest eines am Fahrzeug angeordneten Beschleunigungssensors oder eines im Fahrzeuginnenraum vorgesehenen Geräuschsensors ermittelt.

[0009] Ein weiteres Verfahren zum Adaptieren der Kennlinie eines Leerlaufstellers ist in der EP 0 399 016 B1 offenbart. Hierbei wird eine Adaption einer Leerlaufregelung über einen Ansaugluftmassenstrom erzielt. Ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Leerlaufregelung ist auch in der DE 44 43 652 A1 offenbart. Ausgehend von dem Vergleich zwischen einem Sollwert und einem Istwert für die Drehzahl werden eine Regelabweichung und Stellgröße ermittelt, wobei eine Vorsteuerung und/oder eine Anhebung des Sollwerts in Abhängigkeit von der Drehzahl vorgesehen ist. Durch eine Einrichtung zum Einstellen des Bewegungsverlaufs der Gaswechselventile der Brennkraftmaschine, wobei eine Nockenwelle einen Regler aufweist, der ein Stellsignal für ein Stellglied einer Stelleinrichtung zum Verstellen der Nockenwelle erzeugt, wird das Stellsignal additiv durch die Vorsteuerung korrigiert. Dies dient einem komfortableren Betrieb der Brennkraftmaschine auch im instationären Betrieb und bei großen Totzeiten der Einrichtung zum Einstellen des Bewegungsverlaufs der Gaswechselventile, wobei diese schneller verstellt werden können und der Regler nur noch Ungenauigkeiten der Vorsteuerung kompensiert.

[0010] Aus der EP 0 808 997 A1 und der EP 0 990 775 A1 sind weitere Verstellmöglichkeiten für Nockenwellen bekannt. Dabei sind erste und zweite Nockenwellen und Mittel zum Ändern der Drehphase der ersten und zweiten Nockenwelle vorgesehen, um eine Änderung des Öffnungs- und Verschleißzeitverlaufs der Einlassventile zu verursachen. Bei der EP 0 990 775 A1 wird Einfluss auf einen dreidimensionalen Nocken der Nockenwelle genommen und ist ein Aktuator zum Verändern des Ventilhubes vorgesehen durch Einstellen der Positionen der Nockenwelle entlang der Rotationsachse des dreidimensionalen Nockens, wobei der Ventilhub durch diesen dreidimensionalen Nocken verursacht wird. Es soll dabei eine geeignete Drehgeschwindigkeit der Brennkraftmaschine erzeugt werden.

[0011] Im Stand der Technik findet sich somit keine

Lösung, die das starke Abweichen der verstellbaren Nockenwellen, insbesondere der Auslassnockenwellen, im Leerlauf bei Ötemperaturen ab einer bestimmten spezifischen Grenztemperatur von dem eigentlichen Sollwinkel verhindert. Eine solche Abweichung erfolgt in der Regel bis zum Spätanschlag des Auslassstellers. Bei älteren Motoren kann eine solche Abweichung vom Sollwinkel erst bei höheren Ötemperaturen beobachtet werden. Diese Abweichung im Leerlauf bei heißem Öl scheint eine Folge von dem bei höheren Temperaturen dünnflüssiger werdenden Öl, dem geringen Öldruck im Leerlauf und den zunehmenden Reibmomenten der Nockenwellen, die die Stellkraft der Steller überschreiten, zu sein. Eine Möglichkeit zur Verbesserung dieses Problems lässt sich dem Stand der Technik jedoch nicht entnehmen.

[0012] Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein System zum Beheben der Abweichung des Istwinkels der verstellbaren Nockenwelle von einem vorgebbaren Sollwinkel im Leerlauf eines Motors zu schaffen, wobei gerade eine starke Abweichung im Leerlauf bei höheren Ötemperaturen nicht mehr auftritt bzw. behoben wird.

[0013] Diese Aufgabe wird durch ein System nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 dadurch gelöst, dass eine Einrichtung zum Anheben der Leerlaufdrehzahl des Motors vorgesehen ist, die bei Überschreiten eines vorgebbaren Wertes der Abweichung des Istwinkels der Nockenwelle vom vorgebbaren Sollwinkel aktivierbar ist. Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen definiert.

[0014] Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass bei Anheben der Drehzahl die Abweichung von Soll- und Istwinkel verringert wird. Besonders vorteilhaft wird die Leerlaufdrehzahl über die Motorsteuerung angehoben. Es ergibt sich somit der Vorteil eines ruhigeren Motorlaufes auch bei höheren Ötemperaturen im Leerlauf, wodurch der Fahrkomfort, aber auch die Leistung, Abgaswerte und der Verbrauch des Fahrzeugs deutlich verbessert werden. In dem Augenblick, in dem ein vorgebbarer Schwellwert der Winkelabweichung überschritten wird, aktiviert das System die Einrichtung zum Anheben der Leerlaufdrehzahl des Motors. Dabei wird zuvor das Überschreiten einer vorgebbaren Grenze der Ötemperatur überprüft, um eine langsam verstellbare Nockenwelle bei kaltem Motor nicht zum Aktivieren einer Leerlaufdrehzulanhebung zu veranlassen. Die Anhebung der Leerlaufdrehzahl erfolgt bevorzugt über die Steuereinheit zur Motorsteuerung. Das System dient somit zur Korrektur der Abweichung des Istwinkels vom Sollwinkel der Nockenwelle durch Leerlaufdrehzulanhebung. Da der Istwinkel der Nockenwellenposition abgefragt, mit dem vorgebbaren Sollwert verglichen und bei Abweichung eine Verstellung der Nockenwellenposition durch Leerlaufdrehzahlerhöhung vorgenommen wird, um den Nockenwellen-Istwinkel wieder auf den Sollwinkel zu stellen, wird somit ständig die Nockenwellenposition dahingehend korrigiert,

dass eine Abweichung des Istwinkels vom Sollwinkel nicht oder nur in einem zugelassenen Toleranzbereich auftritt.

[0015] Das erfindungsgemäße System kann in jeder Position der Nockenwelle eingesetzt werden, also auch bei maximaler Überschneidung und bei überschneidungsfreier Position.

[0016] Eine Vorrichtung zum Verdrehen einer Nockenwelle gegenüber der Kurbelwelle in einer Kraftfahrzeugbrennkraftmaschine ist beispielsweise aus der DE 43 40 614 C2 bekannt. Hierbei wird allerdings durch ein zu berechnendes elektrisches Ansteuersignal ein regelbares Stellglied zum Verdrehen der Nockenwelle gegenüber der Kurbelwelle verstellt. Das zu berechnende Ansteuersignal wird aus einem Grundansteuersignal, das jeder Differenz zwischen der Istposition und der Sollposition der Nockenwelle zugeordnet ist, aus einem von der Öltemperatur und der Drehzahl der Brennkraftmaschine abhängigen Korrekturwert und aus einem Adaptionswert berechnet. Die Verdrehung der Nockenwelle wird somit nicht in Abhängigkeit von der Leerlaufdrehzahl des Motors verstellt bzw. die Abweichung des Istwinkels vom Sollwinkel der Nockenwellenposition zur adaptierenden Leerlaufanhebung verwendet. Die Verdrehung bezieht sich direkt auf die Ansteuerung der Nockenwelle ohne weitere Einbindung der Leerlaufdrehzahl des Motors in das Regelsystem.

[0017] Verstellbare Nockenwellen bzw. eine Nockenwellenpositionssteuerung wird im Stand der Technik auch zum Steuern des Leerlaufdrehgeschwindigkeitslernens eines Motors mit innerer Verbrennung verwendet, wie in der DE 196 47 182 C2 offenbart oder zur Steuerung der Kraftstoffeinspritzung, wie in der DE 196 35 042 C2 beschrieben. Die Berücksichtigung der verstellbaren Nockenwelle bei der Steuerung der Kraftstoffeinspritzung gemäß DE 196 35 042 C2 beinhaltet auch das Aufbringen einer Druckkraft auf die Nockenwelle und das Ändern der Drehphase der Nockenwelle bezüglich der Synchronriemenscheibe bzw. Kurbelwelle auf einen maximalen Voreilwinkel von einem maximalen Nacheilwinkel, so dass die Schließsteuerung bezüglich der Einlassventile vorwärts bewegt wird. Im umgekehrten Fall wird die Drehphase der Nockenwelle bezüglich der Synchronriemenscheibe auf maximalen Nacheilwinkel von maximalem Voreilwinkel geändert, so dass der Öffnungszeitablauf bzw. die Öffnungszeitsteuerung bezüglich der Einlassventile verzögert ist. Der Lernwert wird auf der Grundlage des Verhältnisses realer Ventilcharakteristik (tatsächlicher Nockenwinkel) zu der Ventilcharakteristik für den Motor im vollständig erwärmten Zustand kompensiert. Auch hier wird somit kein Bezug genommen auf die Leerlaufdrehzahl des Motors, da die Kraftstoffeinspritzung des Motors gesteuert werden soll.

[0018] Vorzugsweise ist gemäß der vorliegenden Erfindung die Einrichtung zum Anheben der Leerlaufdrehzahl ein Steuergerät und/oder wirkt auf den Motor ein, insbesondere direkt oder über dessen Steuereinheit. Hierdurch ist nicht nur der schnellste, sondern auch di-

rekteste Weg zum Einwirken auf die Leerlaufdrehzahl gegeben.

[0019] Bevorzugt kann die Drehzahanhebung kontinuierlich erfolgen, sobald eine Abweichung des Istwinkels vom Sollwinkel aufgetreten ist. Vorzugsweise bewirkt die Einrichtung zum Anheben der Leerlaufdrehzahl eine kontinuierliche Drehzahanhebung ab der Drehzahl, bei der die Abweichung aufgetreten ist. Hierdurch erfolgt die Leerlaufdrehzahanhebung ab einem bestimmbaren Wert, der zumindest in der Nähe der gewünschten Leerlaufdrehzahl liegt. Es muss somit kein Einregeln von Null herauf stattfinden, was mit einer längeren Einregelzeit verbunden wäre.

[0020] Vorzugsweise erfolgt zum Erzeugen von definierten Leerlaufdrehzahlen eine Quantisierung der kontinuierlichen Drehzahlen. Hierdurch ist es möglich, nur definierte Leerlaufdrehzahlen zuzulassen. Die Geschwindigkeit des Leerlaufdrehzahlanstiegs zwischen den quantisierten Stufen ist dabei bevorzugt frei wählbar. Hierdurch kann eine Anpassung oder Adaption an den jeweiligen Anwendungsfall bzw. den jeweiligen Motortyp erfolgen. Alternativ kann die Drehzahl kontinuierlich angehoben werden. Insbesondere kann eine wahlweise anwendungsfallspezifische Konfigurierbarkeit des Systems vorgesehen sein.

[0021] zum Erfassen des Istwinkels der Nockenwelle und Abgeben eines Istwinkelsignals ist vorzugsweise eine Winkelerfassungseinrichtung vorgesehen. Außerdem ist vorzugsweise eine Einrichtung zum Überwachen des Überschreitens eines vorgebbaren Schwellwerts der Sollwinkel-/ Istwinkel-Abweichung und zum Abgeben eines Signals vorgesehen. Besonders bevorzugt sind die Winkelerfassungseinrichtung und die Einrichtung zum Überwachen des Überschreitens eines vorgebbaren Schwellwerts miteinander koppelbar, so dass die Einrichtung zum Überwachen des Überschreitens des vorgebbaren Schwellwert direkt den jeweils aktuellen Istwinkel abfragen kann.

[0022] Es erweist sich als besonders vorteilhaft, dass die Einrichtung zum Anheben der Leerlaufdrehzahl vorzugsweise eine anwendungsspezifisch lernende adaptive Leerlaufdrehzahl abgibt. Somit muss die Leerlaufdrehzahl nicht fix über die Öltemperatur abgelegt werden, was dazu führen würde, dass der schlechteste Motor im Neuzustand die Leerlaufdrehzahl vorgibt, was für alle Motoren über die gesamte Laufzeit eine minimale Drehzahl bedeuten würde, z.B. von 750 U/min. Aus Komfort- und Verbrauchsgründen sollte jedoch die Leerlaufdrehzahl möglichst gering sein, z.B. 560 U/min betragen. Lernende Leerlaufdrehzahl bedeutet in diesem Zusammenhang, dass der Zustand der Nockenwelle von der aktuell angefahrenen Leerlaufdrehzahl aus beurteilt wird. Im den meisten Fällen wird dies die zuletzt angefahrne Leerlaufdrehzahl sein. Wird während eines sog. Lernverbots die Leerlaufdrehzahl erhöht, beispielsweise durch zuschalten eines Klimakompressors etc., wird bei anschließender Lernfreigabe von dieser höheren Drehzahl aus gelernt, da kleinere Dreh-

zahlen dann noch schlechter bezüglich der Nockenwellenabweichung sind als die höhere Drehzahl. Kommt der Motor von höheren Drehzahlen wieder in den Leerlauf, geht er im Regelfall wieder auf die zuletzt gelernte Leerlaufdrehzahl. Wird anschließend eine Nockenwellen-Abweichung festgestellt, erhöht sich die Leerlaufdrehzahl bis entweder der Lernzustand verlassen wird oder die maximal zulässige Leerlaufdrehzahlgrenze erreicht ist. Wird hingegen keine Nockenwellen-Abweichung festgestellt, tritt keine Aktivität ein, wenn keine Leerlaufdrehzalanhebung stattgefunden hat. Alternativ wird unter einstellbaren Randbedingungen ein Rücklernversuch initiiert, wenn eine Drehzalanhebung vorliegt. Das Rückwärtslernen ist im Wesentlichen auf die gleiche Weise möglich, wie das Anlernen einer erhöhten Drehzahl. Sinkt die Öltemperatur ab und liegt seit einer einstellbaren Zeit kein Fehler mehr vor, wird bevorzugt das Rücklernen gestartet.

[0023] Vorzugsweise werden vor Aktivieren der aktiven Leerlaufdrehzalanhebung die Zustände von Triebstrang, Bremssystem und Motor vom System abgefragt. Eine Freigabe erfolgt, wenn der Triebstrang ohne Kraftschluss ist und/oder ein Bremsbetätigungssignal vorliegt und sich der Motor im Leerlauf befindet. Wird durch Kupplung oder Getriebe, insbesondere Automatikgetriebe, der Kraftschluss im Triebstrang getrennt, lässt sich dies über das Nichtvorliegen eines Fahrstufensignals erkennen. Befindet sich der Motor im Leerlauf, wird diese Information vom System bereitgestellt. Der Leerlauf ist definiert durch das Nichtvorliegen einer Gaspedalbetätigung bzw. einer so geringen Gaspedalbetätigung, dass es zu keiner Drehzahlerhöhung kommt. Das Vorliegen des Brems(pedal)betätigungssignals für die Aktivierung der Leerlaufdrehzalanhebung kann vorteilhaft konfiguriert werden und führt zu erhöhter Sicherheit. Liegt ein erkannter Fehler bei der Bremse vor, kann die Funktion aus Sicherheitsgründen vorzugsweise gesperrt werden. Da bei einem Fahrzeug mit Automatikgetriebe die vom Getriebe übertragene Antriebskraft mit der Motordrehzahl zunimmt, könnte sich das an einem Hang stehende Fahrzeug bei eingelegtem Gang ohne Bremsbetätigung in Bewegung setzen. Die Aktivierung der Leerlaufdrehzalanhebung kann daher vorzugsweise anwenderspezifisch konfigurierbar dann erfolgen, wenn ein Bremsbetätigungssignal vorliegt, unabhängig von dem Vorliegen oder Nichtvorliegen eines Kraftschlusses des Motors mit den Rädern - nicht Fahrstufe "N" oder "P" bei einem Automatikgetriebe - unabhängig von der Bremsbetätigung. Die Gaspedalbetätigung kann vorteilhaft über die Abfrage des Leerlaufs ausgeschlossen werden. Grundsätzlich kann eine erfindungsgemäße Adaption zwar auch in einem Bereich erfolgen, in dem die Drehzahl aufgrund des betätigten Gaspedals größer als die Leerlaufdrehzahl ist, jedoch noch zu gering zum Halten der Nockenwellenposition. Ein solcher Fall ist jedoch relativ unwahrscheinlich.

[0024] Bevorzugt fragt die Steuereinheit des Motors und/oder die Einrichtung zum Anheben der Leerlauf-

drehzahl vor Aktivieren der Leerlaufanhebung das Vorliegen eines Motorsystemfunktionssignals und eines zulässigen Motorzustandssignals in Form eines Freigabesignals ab. Hierdurch ist sichergestellt, dass kein Fehler im Motorsystem vorliegt und der Motorzustand so eingestellt ist, dass ein Einwirken auf die Leerlaufdrehzahl sicher möglich ist.

[0025] Ein Motorsystemfunktionssignal wird vorzugsweise bei Nichtvorliegen eines Fehlersignals bei der Bremsenbetätigungserkennung, bei Nichtvorliegen eines Fehlersignals in der Nockenwellenansteuerung, bei Vorliegen eines Freigabesignals der Nockenwellenregelung abgegeben. Ein zulässiges Motorzustandssignal wird bevorzugt bei Vorliegen eines Leerlaufsignals des Motors und eines Motordrehzahlsignals unterhalb einer vorgebbaren Drehzahlschwelle, insbesondere 800 U/min, abgegeben. Da die Leerlaufdrehzalanhebung aus Sicherheitsgründen bevorzugt dann aktiv ist, wenn kein Fehler im System vorliegt und der Motor sich in einem vorgebbaren Zustand befindet, werden die einzelnen Parameter des Systems bzw. der Motorfunktion und dessen Zustand abgefragt. Um sicherzustellen, dass ein Bremsenbetätigungssignal tatsächlich vorliegt, ist eine Abfrage dahingehend vorgesehen, dass kein elektrischer Fehler bei der Erkennung der Bremsenbetätigung vorliegt. Um zu vermeiden, dass die Sollwinkel-/Istwinkel-Abweichung der Nockenwelle aufgrund eines Systemfehlers vorliegt, wird vorteilhaft eine Abfrage vorgesehen, dass kein elektrischer Fehler in der Ansteuerung der Nockenwellen, insbesondere Auslassnockenwellen, vorliegt. Um die Nockenwellenposition beeinflussen zu können, ist bevorzugt ebenfalls eine Abfrage auf eine freigegebene Nockenwellenregelung in dem System enthalten. Ein für die Leerlaufdrehzalanhebung geeigneter Motorzustand ist der Leerlauf und Motordrehzahlen, die sich unterhalb einer vorgebbaren Drehzahlschwelle befinden. Eine Drehzahlschwelle von 800 U/min ist hierbei lediglich beispielhaft angeführt und kann anwendungsfallspezifisch eingestellt werden.

[0026] Vorzugsweise erfolgt eine Adaption der Leerlaufanhebung bei Überschreiten der Abweichung des Istwinkels vom Sollwinkel der Nockenwelle um einen vorgebbaren Wert, insbesondere einen Wert von 7° und bei Weglaufen des Istwinkels vom Sollwinkel und/oder bei Stellung der Nockenwelle nahe ihrem Endanschlag und/oder ihrer Spätstellung, insbesondere in einem Winkel von 5° und bei Auftreten eines Fehlersignals über eine vorgebbare Zeitspanne hinweg, insbesondere länger als 0,1 Sekunden. Das System weist somit vorteilhaft eine Abfrage hinsichtlich des Adaptierens der Leerlaufanhebung auf, um festzustellen, ob tatsächlich eine Sollwinkel-/Istwinkel-Abweichung des Nockenwellenwinkels vorliegt, insbesondere dauerhaft vorliegt. Um einen Wert für eine solche Abweichung zu definieren, wird bevorzugt ein Schwellwert festgelegt, der in Abhängigkeit von dem jeweiligen Anwendungsfall gewählt wird und in einer besonders bevorzugten Ausführ-

rungsform 7° betragen kann. Es ist in anderen Ausführungsformen jedoch auch jeder beliebige andere Winkelwert möglich. Vorzugsweise wird zugleich auch abgefragt, ob der Istwinkel vom Sollwinkel wegläuft, also die Abweichung der Winkel voneinander sich stetig vergrößert. Hierdurch wird vorteilhaft das längerfristige Vorliegen einer Abweichung abgefragt. Eine Erkennung des Weglaufens des Istwinkels vom Sollwinkel kann beispielsweise durch Vorsehen eines gefilterten Istwinkels und Vergleich des gefilterten Istwinkels mit dem jeweils aktuellen Istwinkel erfolgen. Ein geeigneter Filter ist beispielsweise ein PT1-Glied. Das Vorliegen einer Sollwinkel-/Istwinkel-Abweichung des Nockenwellenwinkels kann auch dadurch festgestellt werden, dass sich die Nockenwelle nahe ihrem Endanschlag, also der sogenannten Spätstellung, befindet. Auch hierbei ist ein Wert für die Endanschlagserkennung bzw. Spätstellungserkennung vorgebar. In einem speziellen Ausführungsfall kann dieser Winkel beispielsweise einen Wert von 5° annehmen. In anderen Anwendungsfällen kann dieser Wert variiert werden. Vorzugsweise zugleich wird eine Anfrage dahingehend vorgesehen, dass ein aus den vorstehenden Bedingungen erkannter Fehler länger als eine bestimmte Zeitspanne anliegt, also ein Fehlersignal über eine vorgebbare Zeitspanne hinweg auftritt. Auch hierdurch wird erkannt, ob die Sollwinkel-/Istwinkel-Abweichung des Nockenwellenwinkels ein einmaliges Phänomen oder ein dauerhafter Zustand ist, der zu beheben wäre.

[0027] Vorzugsweise kann eine gelernte Leerlaufdrehzahlanhebung zurückgesetzt werden, besonders bevorzugt bei Vorliegen eines Öltemperatursignals bei Motorstart, das kleiner ist als eine vorgebbare und/oder kritische Öltemperaturschwelle, z.B. kleiner als 100°C und/oder bei Unterbrechung der Spannungsversorgung und/oder Löschen des Fehlerspeichers der Motorsteuereinheit. Bei Änderung der äußeren Bedingungen kann es sich als vorteilhaft erweisen, die von dem System für die vorherigen äußeren Bedingungen gelernte Leerlaufdrehzahlanhebung zu ändern, da die gelernte Leerlaufdrehzahlanhebung gegebenenfalls für die neuen Umgebungsbedingungen nicht passend ist und ein Umlernen auf der Grundlage der neuen Bedingungen schwieriger erscheint als ein vollständiges Rücksetzen und Neustarten des Lernvorgangs. Eine Abfrage dahingehend, ob bei Motorstart die Öltemperatur kleiner als die kritische Öltemperaturschwelle ist, wird vorzugsweise mit einer weiteren Abfrage verknüpft, die dahin geht, dass eine Zeitverzögerung des Startende-Signals bis zum Vorliegen des Öltemperatursignals erfolgt, um eine sichere Erkennbarkeit der Rücksetzbedingung zu gewährleisten. Die kritische Öltemperaturschwelle kann anwendungsfallsspezifisch gewählt werden. Eine Unterbrechung der Spannungsversorgung führt bevorzugt ebenfalls zu einem Rücksetzen des Systems bzw. zumindest der Einrichtung zum Anheben der Leerlaufdrehzahl des Motors. Bei Unterbrechung der Spannungsversorgung können ansonsten dadurch bedingte

Störungen und Fehler bei der Leerlaufdrehzahlanhebung, insbesondere in Bezug auf die gelernten Werte, auftreten, so dass es sicherer ist, bei Unterbrechung der Spannungsversorgung die gelernte Drehzahlanhebung vollständig zurückzusetzen. Da aus Sicherheitsgründen Fehlersignale auch vom Motor abgefragt werden, wird vorteilhaft bei Löschen des Fehlerspeichers der Motorsteuereinheit auch die gelernte Drehzahlanhebung zurückgesetzt.

[0028] Die Leerlaufanhebung erfolgt bei Freigabe über alle vorstehend beschriebenen Bedingungen vorzugsweise nach folgendem Schema: Bei Vorliegen eines Drehzahlanforderungssignals und des Freigabesignals initialisiert das System bevorzugt einen Leerlaufsolldrehzahlwert und die Einrichtung zum Anheben der Leerlaufdrehzahl hebt bevorzugt den Leerlaufsolldrehzahlwert kontinuierlich mit der vorgebbaren Drehzahlanhebungsgeschwindigkeit an. Insbesondere kann diese Drehzahlanhebungsgeschwindigkeit auf 20 U/s gewählt werden. Es sind aber auch beliebige andere Werte möglich. Vorzugsweise sind Mittel zum Erzeugen von definierten Drehzahlen vorgesehen, insbesondere eine Quantisierung der kontinuierlich angehobenen Leerlaufsolldrehzahl über eine Kennlinie. Hierdurch kann die Leerlaufsolldrehzahl nur definierte Drehzahlen annehmen, was beispielsweise von der Geräuschentwicklung her vorteilhaft sein kann.

[0029] Es sind bevorzugt auch Mittel zum Vermeiden eines auffällig stufigen Hochlaufens der Leerlaufsolldrehzahl nach der Quantisierung vorgesehen, insbesondere ein verlangsamtes Anheben der Leerlaufsolldrehzahl über eine Rampe mit einer vorbestimmten Geschwindigkeit. Hierdurch wird eine Glättung der quantisierten Werte der Leerlaufdrehzahl vorgenommen, was zu einem besseren Fahrkomfort und angenehmerer Geräuschentwicklung führt.

[0030] Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe wird auch durch ein Verfahren zur Ansteuerung einer verstellbaren, insbesondere kontinuierlich verstellbaren Nockenwelle eines Verbrennungsmotors, die mit einer Steuer- oder Regeleinrichtung zum Steuern oder Regeln der Nockenwellenposition versehen ist, gelöst, wobei bei Überschreiten eines vorgebbaren Wertes der Abweichung des Istwinkels der Nockenwelle vom vorgebbaren Sollwinkel die Einrichtung zum Beheben der Abweichung aktiviert wird und wobei die Einrichtung auf eine Steuereinheit zur Steuerung des Motors dahingehend einwirkt, dass die Leerlaufdrehzahl erhöht wird. Außerdem wird die Aufgabe durch ein Verfahren zur Regelung des Leerlauföldrucks unter Verwendung einer verstellbaren, insbesondere kontinuierlich verstellbaren Nockenwelle eines Verbrennungsmotors, die mit einer Steuer- oder Regeleinrichtung zum Steuern oder Regeln der Nockenwellenposition versehen ist, gelöst, wobei bei Überschreiten eines vorgebbaren Wertes der Abweichung des Istwinkels der Nockenwelle vom vorgebbaren Sollwinkel die Einrichtung zum Beheben der Abweichung aktiviert wird und wobei die Einrichtung auf

eine Steuereinheit zur Steuerung des Motors dahingehend einwirkt, dass der Leerlauföldruck erhöht wird. Die Stellung der Nockenwelle ist dabei vorteilhaft Indikator für den Öldruck. Durch ein Steuergerät zur Steuerung der Drehzahl eines Verbrennungsmotors, insbesondere zur Verwendung in einem vorgenannten System und/oder in einem der vorstehenden Verfahren, wird die Aufgabe dadurch gelöst, dass ein Eingang zum Erfassen von Stellwerten einer verstellbaren Nockenwelle, ein Eingang für das Signal der Kühlwassertemperatur eines Kühlwassertemperaturgebers, ein Eingang für das Signal der Öltemperatur eines Öltemperaturgebers, ein Eingang zum Eingeben von Drehzahlwerten eines Drehzahlgebers, ein Mittel zum Auswerten, ein Eingang zum Abfragen von einer oder mehreren weiteren Signalquellen und zumindest ein Mittel zum Einwirken auf die Leerlaufdrehzahl und/oder den Leerlauföldruck des Motors vorgesehen sind. Hierdurch können durch Vorsehen lediglich eines Steuergerätes die erfindungsgemäßen Vorteile erzielt werden.

[0031] Bei dem Steuergerät wird bevorzugt, dass Signalquelle der Leerlaufbetriebszustand und/oder die Fahrpedalposition und/oder ein Leerlaufsignal insbesondere eines Motormanagementsystems ist. Das Signal des Sollwertgebers kann vorzugsweise ein Kennfeld sein. Hierdurch ist eine größere Variabilität und dadurch eine bessere Anpassung an wechselnde Betriebsbedingungen möglich.

[0032] Zur näheren Erläuterung der Erfindung wird im Folgenden ein Ausführungsbeispiel anhand der Zeichnungen näher beschrieben. Diese zeigen in:

Figur 1 Diagramme einer Leerlaufdrehzalanhebung bei Abweichung des Sollwinkels einer Auslassnockenwelle unter Verwendung eines erfindungsgemäßen Systems,

Figur 2 eine schematische Ansicht eines Steuergerätes als erfindungsgemäße Einrichtung zum Anheben der Leerlaufdrehzahl und/oder Erhöhung des Leerlauföldrucks eines Verbrennungsmotors,

Figur 3 ein Ablaufschema zur Veranschaulichung der Anhebung der Leerlaufdrehzahl und/oder der Erhöhung des Leerlauföldrucks unter Verwendung eines erfindungsgemäßen Systems bzw. eines erfindungsgemäßen Steuergerätes nach Figur 2, und

Figur 4a, b zweigeteiltes Ablaufschema mit detaillierter Angabe einzelner Abfrageschritte bei der erfindungsgemäßen Anhebung der Leerlaufdrehzahl und/oder des Leerlauföldrucks eines Verbrennungsmotors.

[0033] Figur 1 zeigt zwei Diagramme zur Veranschaulichung des Drehzahlverlaufes bei Abweichen der Nockenwellenposition einer verstellbaren Nockenwelle von einem vorgebbaren Sollwinkel. Dieser liegt in diesem Ausführungsbeispiel bei konstant 0° . Der Istwinkel steigt über die Zeit zunächst schwach, nachfolgend nach Überschreiten eines Schwellwertes SW stark an. Die Bezeichnung der Hochachse des ersten, die Nockenwellenposition angehenden Diagramms in Figur 1, $^\circ\text{AS}$, bedeutet Abweichung des Sollwinkels der Nockenwelle. Die in dem zweiten Diagramm dargestellte Drehzahl in Umdrehungen pro Minute über der Zeit liegt bei einem Nockenwellenwinkel von minus 20° bei 560 U/min, was eine Leerlaufdrehzahl mit ruhigem Motorlauf und somit einen guten Komfort und geringen Verbrauch darstellt. Zunächst hat das Abweichen der Nockenwellenposition keine Konsequenzen bezüglich der Leerlaufdrehzahl. Nach dem Überschreiten des Schwellwertes der Abweichung des Istwinkels der verstellbaren Nockenwelle von dem vorgegebenen Sollwinkel stellt das erfindungsgemäße System zur Anhebung der Leerlaufdrehzahl fest, dass dieser Schwellwert überschritten wurde und der Istwinkel stetig zu einer ungünstigeren Position läuft. Außerdem erhält er, insbesondere von einem Endlagenschalter, die Information darüber, ob sich die Nockenwellenposition nahe ihrem Endanschlag, also der Spätstellung, befindet. In dem in Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispiel erreicht die Nockenwellenposition nahezu den Endanschlag von 22° . Außerdem wird abgefragt, ob die Abweichung des Sollwinkels vom Istwinkel größer als der vorgebbare Schwellwert ist. Dies kann nach Überschreiten des Schwellwertes SW und starkem Ansteigen der Abweichung über der Zeit bejaht werden. Die Abweichung des Sollwertes vom Istwert ist bei Überschreiten des Schwellwertes so groß, dass nun noch geprüft wird, ob dieser Fehler länger als eine vorgegebene Zeitspanne Δt anhält. Auch dies ist in dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 1 gegeben. Die Zeitspanne Δt kann beispielsweise zu 0,1 Sekunden vorgegeben werden. Sie kann motor- und anwendungsspezifisch andere Werte annehmen.

[0034] Wie ebenfalls in dem Ausführungsbeispiel in Figur 1 zu sehen, wird nach Überschreiten der Zeitspanne Δt die Leerlaufdrehzahl in quantisierten Stufen angehoben, zunächst auf eine vorgebbare Drehzahl von 650 U/min und nachfolgend auf eine vorgegebene Drehzahl von 700 U/min. Der Übergang in die jeweils höhere Drehzahlstufe geschieht kontinuierlich über eine Rampe, um den Fahrkomfort nicht negativ zu beeinflussen. Die Anhebung der Leerlaufdrehzahl geschieht ab der Drehzahl, bei der die Abweichung aufgetreten ist, also in dem Anwendungsfall ab 560 U/min. Die Geschwindigkeit des Leerlaufdrehzalanstiegs zwischen den quantisierten Stufen, also den 650 und den 700 U/min, kann frei eingestellt werden. Ebenso ist eine kontinuierliche Anhebung der Leerlaufdrehzahl möglich. Die jeweilige Art der Anhebung ist anwendungsspezifisch frei einstellbar.

[0035] Die Leerlaufdrehzahl wird so lange angehoben, bis die Nockenwellenposition wieder den ursprünglich vorgegebenen Sollwert erreicht, also in dem dargestellten Fall auf einen Winkel von 0° absinkt. Hierbei wird wiederum der Schwellwert SW überschritten, nun jedoch in Richtung zu dem vorgegebenen Sollwinkel hin. Dies wird von dem System ebenfalls abgefragt bzw. erkannt, wodurch das kontinuierliche Anheben der Leerlaufdrehzahl eingestellt und die Leerlaufdrehzahl auf dem zwischenzeitlich erreichten Wert, hier 700 U/min, gehalten wird.

[0036] Mit der Leerlaufdrehzahlanhebung wird zugleich auch der Leerlauföldruck erhöht, so dass die zuvor von ihrem Sollwinkel stark abweichende Auslassnockenwelle wieder in die eigentlich angestrebte Sollwinkelposition zurückkehrt. Allein durch die Verstellung der Nockenwellenposition ohne Anheben der Leerlaufdrehzahl bzw. des Leerlauföldrucks ist kein Ausgleich mit dem bei der Regel- oder Steuereinrichtung für die Nockenwellenposition vorgesehenen Stellglied möglich. Hierzu bedarf es des zusätzlichen Vorsehens zumindest eines erfindungsgemäßen Steuergerätes, wie insbesondere in Figur 2 dargestellt, das beispielsweise auch die Nockenwellenpositions-Steuerungs- bzw. Regeleinrichtung ergänzen kann.

[0037] Gemäß Figur 2 weist ein Steuergerät 1 einen Eingang 2 zum Erfassen der Stellwerte einer verstellbaren Nockenwelle insbesondere durch einen Phasengeber 11, einen Eingang 3 für das Signal der Kühlwassertemperatur, einen Eingang 4 für das Signal der Öltemperatur, einen Eingang 5 zum Eingeben von Drehzahlwerten sowie einen Eingang 6 zum Erfassen von Signalen eines oder mehrerer weiterer Signalquellen auf. Das Steuergerät erhält über Sensoren, wie den Phasengeber 11 der verstellbaren Nockenwelle 15, einen Drehzahlgeber 14 des Motors, einen Kühlwassertemperaturgeber 12 und einen Öltemperaturgeber 13 Signale und bereitet diese auf. Eine in dem Steuergerät enthaltene Einrichtung 7 zum Auswerten wertet die aufbereiteten Werte aus und wirkt auf Aktuatoren 10 ein, die eine Leerlaufdrehzahlanhebung eines Motors 9 bewirken, wie z.B. eine Leerlaufdrehzahl-Regeleinrichtung.

[0038] Die Umsetzung der aufbereiteten und ausgewerteten Werte kann das Steuergerät 1 über die Aktuatoren Drosselklappe, Zündung, Einspritzung (für die Leerlaufdrehzahl-Regelung) und Nockenwellen-Stellventile ausführen.

[0039] Als eine Signalquelle für die Eingabe weiterer Signale über den Eingang 6 des Steuergeräts 1 kann beispielsweise die Fahrpedalstellung, ein Leerlaufsignal und der Leerlaufbetriebszustand abgefragt werden. Die Funktionen eines Motormanagementsystems können in einem oder mehreren Steuergeräten ablaufen, wobei die Verwendung lediglich eines Steuergerätes sich als kostengünstiger erweist. Drehzahlgeber 14 zur Aufnahme und Abgabe der Leerlauf-Drehzahlwerte, Kühlwassertemperaturgeber 12, Öltemperaturgeber 13 und Phasengeber 11 der verstellbaren Nockenwelle 15

sind in Figur 2 lediglich angedeutet. Anstelle eines einzelnen Sollwinkels wird vorzugsweise ein Sollwinkel-kennfeld abgegeben.

[0040] Figur 3 zeigt ein Ablaufschema der Arbeitsweise eines erfindungsgemäßen Systems zum Anheben der Leerlaufdrehzahl eines Verbrennungsmotors. In einem ersten Schritt erfolgt fortlaufend eine Abfrage dahingehend, ob eine Abweichung des Istwinkels vom Sollwinkel vorliegt, die größer als ein vorgegebener Schwellwert SW ist. Übersteigt die Abweichung den Schwellwert nicht, wird die Abfrage fortgesetzt. Übersteigt die Abweichung den vorgegebenen Schwellwert, folgt die Abfrage eines Freigabesignals. Liegt dieses ebenfalls vor, wird die Leerlaufdrehzahlanhebung aktiviert. Das Freigabesignal liegt jedoch erst dann vor, wenn ein positives Motorfunktionssignal und ein zulässiges Motorzustandssignal anliegen. In einem vierten Schritt wird ein Leerlaufsoll-drehzahlwert initialisiert und anschließend in einem fünften Schritt dieser kontinuierlich mit einer vorgegebenen Drehzahlhebengeschwindigkeit angehoben. In einem sechsten Schritt wird eine Quantisierung der kontinuierlich angehobenen Drehzahl über eine Kennlinie vorgenommen. Hierdurch werden nur definierte Leerlaufsoll-drehzahlen eingestellt. In einem siebten Schritt erfolgt ein verlangsamtes Anheben der Leerlaufsoll-drehzahl über eine Rampe mit einer ebenfalls vorgebbaren Geschwindigkeit. Ein auffällig stufiges Hochlaufen wird damit verhindert. In einem achten und letzten Schritt wird die erreichte Leerlaufsoll-drehzahl gehalten und an eine Motorsteuereinheit ausgegeben. Das Anheben der Leerlaufsoll-drehzahl wird dann beendet, wenn keine Abweichung des Istwinkels vom Sollwinkel der Nockenwellenposition mehr auftritt, die größer als der vorgegebene Schwellwert SW ist.

[0041] Das Freigabesignal wird dann gegeben, wenn sowohl ein Motorsystemfunktionssignal als auch ein zulässiges Motorzustandssignal vorliegen. Welche Faktoren diese Signale bilden, ist besser in Figur 4a und b zu erkennen, die zusammengekommen ein Abfrageschema wiedergeben. Hier ist wiederum ein Ablauf dargestellt, bei dem die Faktoren des Bildens eines Freigabesignals und des Feststellens einer Abweichung des Istwinkel vom Sollwinkel der Nockenwelle, des Überschreitens eines vorgegebenen Schwellwertes dieser Abweichung sowie des Rücksetzens des Steuergerätes bzw. Systems zum Anheben der Leerlaufdrehzahl wiedergegeben sind. Gemäß Figur 4a ist es zum Vorliegen des Freigabesignals und somit zum Aktivieren der Leerlaufdrehzahlanhebung erforderlich, dass entweder kein Kraftschluss im Triebstrang vorliegt, was z.B. durch Abfragen des Gangwahlhebels festgestellt werden kann, unabhängig von der Betätigung des Bremspedals, oder das Bremspedal betätigt ist, was z.B. durch einen Sensor im Bereich des Bremspedals abgefragt werden kann, unabhängig von dem Einlegen oder Nichteinlegen einer Fahrstufe. Es wird also der korrekte Zustand der Fahrstufe und Bremse abgefragt. Das Motorzu-

standssignal, wie es auch in Figur 3 angedeutet ist, wird dadurch gebildet, dass sich der Motor im Leerlauf befindet, also ein Leerlaufsignal anliegt und dass die Motordrehzahl sich unterhalb einer vorgegebenen Drehzahlschwelle befindet. Ebenso wird die Aktivität der Leerlaufdrehzahlregelung abgefragt. Das Motorsystemfunktionssignal wird gebildet durch Vorliegen eines Freigabesignals der Nockenwellenregelung, dass also eine Verstellung der Nockenwelle möglich ist. Außerdem sollte kein elektrischer Fehler in der Ansteuerung der Nockenwellen, insbesondere der Auslassnockenwellen, vorliegen, die verstellt werden sollen. Sofern hier ein elektrischer Fehler vorliegt, ist eine Ansteuerung der Nockenwellenposition nicht mehr fehlerfrei möglich, wodurch auch eine Veränderung der Leerlaufdrehzahl gegebenenfalls nicht zu einer Änderung des Istwinkels der Nockenwellenposition führt. Außerdem sollte kein elektrischer Fehler bei der Erkennung der Bremsenbetätigung vorliegen, da in einem solchen Falle die Bremsenbetätigung nicht erkannt werden kann, weswegen aus sicherheitstechnischen Gründen eine aktive Anhebung der Leerlaufdrehzahl dann nicht stattfinden sollte.

[0042] Die Leerlaufdrehzahanhebung wird aber erst dann aktiviert, wenn auch die Abweichung des Istwinkels φ_{Ist} vom Sollwinkel φ_{Soll} der Nockenwellenposition einen vorgegebenen Schwellwert SW überschreitet. Hierbei wird festgestellt, ob die Abweichung diesen vorgegebenen Schwellwert grundsätzlich überschritten hat, also zumindest kurzfristig höher ist als der vorgegebene Schwellwert. Außerdem wird überprüft, ob der Istwinkel φ_{Ist} vom Sollwinkel φ_{Soll} wegläuft. Dies wird dadurch erkannt, dass der jeweils aktuelle Istwinkel mit einem gefilterten Istwinkel verglichen wird. Als Filter eignet sich hier ein PT1-Filter. Alternativ kann überprüft werden, ob der Istwinkel größer als ein vorgegebener Grenzwinkel ist. Liegt eines der beiden letztgenannten Signale vor, wird vor Abgabe eines entsprechenden Signals zur Aktivierung der Leerlaufdrehzahanhebung überprüft, ob die Abweichung länger als eine vorgegebene Zeitspanne Δt anliegt. Dies wurde bereits zu Figur 1 näher erläutert. Ist dies der Fall, wird die Leerlaufdrehzahanhebung aktiviert. Hierbei wird so lange eine Adaption der Leerlaufdrehzahanhebung vorgenommen, wie eine Abweichung des Nockenwellen-Istwinkels vom Nockenwellen-Sollwinkel vorliegt. Das System lernt dabei, wie weit die Anhebung erfolgen muss, um den Nockenwellen-Istwinkel wieder auf den ursprünglich vorgegebenen Nockenwellen-Sollwinkel einzuregeln. Tritt ein solcher Fehler also bei der weiteren Fahrt später wieder auf, kann eine entsprechende Nockenwellenwinkel-Regelung direkt vorgenommen werden. Dauert die Abweichung des Nockenwellen-Istwinkels vom Nockenwellen-Sollwinkel nicht länger als die vorgebbare Zeitspanne Δt an, kann eine Leerlaufdrehzahanhebung nach einer Wartezeit aktiviert werden, sofern die Öltemperatur geringer als beim Leerlauf-Adaptionsstart ist.

[0043] Die Adaption enthält auch das Quantisieren

der Werte, um eine Stufung der Werte abzumildern. Alternativ kann eine kontinuierliche Drehzahanhebung erfolgen. Es wird daher abgefragt, ob die Quantisierung aktiv ist. Ziel der Adaption bzw. des Lernens und ggf. der Quantisierung ist das Erreichen einer Leerlauf-Solldrehzahl. Die Adaption wird so lange fortgesetzt, wie kein Rücksetzsignal vorliegt. Ein solches wird gegeben, wenn, wie in Figur 4b angedeutet, bei Motorstart die Öltemperatur kleiner als eine vorgebbare Öltemperaturschwelle bzw. ein Grenzwert ist. Um die Bedingung des Motorstarts genau umgrenzen zu können und dadurch zu wissen, zu welchem Zeitpunkt die von einem Sensor gemessene Öltemperatur anliegt und in welchem Temperaturbereich, wird ein Startende-Signal abgewartet und zusätzlich eine weitere vorgegebene Zeitspanne, so dass das Startende-Signal zeitverzögert ist und die von dem Sensor gemessene Öltemperatur anliegt. Eine weitere Rücksetzbedingung ist die Unterbrechung der Spannungsversorgung ebenso wie das Löschen des Fehlerspeichers der Motorsteuereinheit, da dann das Freigabesignal nicht mehr problemlos gegeben werden kann, da beispielsweise elektrische Fehlersignale bei der Bremse und der Ansteuerung der Nockenwellen vorliegen können.

[0044] Liegt kein Rücksetzsignal vor, wird die Adaption der Leerlaufanhebung fortgesetzt. Liegt jedoch ein Rücksetzsignal vor, führt dies zu einem Neustart des Systems unter erneuter Abfrage eines Freigabesignals und der Abweichung des Nockenwellen-Istwinkels von dem vorgegebenen Nockenwellen-Sollwinkel. Auch die laufende Quantisierung wird zurückgesetzt.

[0045] Neben den im Vorstehenden beschriebenen und in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispielen können noch weitere gebildet werden, bei denen jeweils eine Anhebung der Leerlaufdrehzahl über den Motor erfolgt, wenn eine Abweichung des Istwinkels einer verstellbaren Nockenwelle von einem vorgegebenen Sollwinkel festgestellt wird. Hierdurch ist zugleich eine Öldrucksteuerung gebildet, um den Leerlauföldruck so einzustellen, dass ein ruhiger Motorlauf möglich wird. Das Überschreiten der Abweichung des Istwinkels vom Sollwinkel der Nockenwelle hinsichtlich eines vorgegebenen Schwellwertes tritt grundsätzlich dann auf, wenn ein Ausgleich mit dem in der Regeleinrichtung der verstellbaren Nockenwelle vorgesehen Stellglied nicht mehr möglich ist. Durch das Anheben der Leerlaufdrehzahl bzw. durch das Einstellen des Leerlauföldrucks unterschreitet die Soll-/Istwinkel-Abweichung der Nockenwellenposition wieder den vorgegebenen Schwellwert, wodurch der Fahrkomfort und die Leistung des Fahrzeugs sowie Abgas- und Verbrauchswerte wieder in einen optimalen Bereich gelangen.

Bezugszeichenliste

[0046]

1 Steuergerät

2	Eingang
3	Eingang
4	Eingang
5	Eingang
6	Eingang
7	Auswerteeinrichtung
9	Motor
10	Aktuator
11	Phasengeber
12	Kühlwassertemperaturgeber
13	Öltemperaturgeber
14	Drehzahlgeber
15	verstellbare Nockenwelle (NW)
SW	Schwellwert
Δt	Zeitspanne
t	zeit
φ_{Soll}	Sollwinkel
φ_{Ist}	Istwinkel
$T_{\text{Öl}}$	Öltemperatursignal
$T_{\text{kühlwasser}}$	Kühlwassertemperatursignal

Patentansprüche

1. System zum Beheben der Abweichung des Istwinkels einer verstellbaren, insbesondere kontinuierlich verstellbaren Nockenwelle (15) von einem vorgebbaren Sollwinkel (φ_{Soll}) im Leerlauf eines Motors (9), wobei eine Steuer- oder Regeleinrichtung zum Steuern oder Regeln der Nockenwellenposition und eine Steuereinheit zur Motorsteuerung vorgesehen ist,
dadurch gekennzeichnet, dass
eine Einrichtung (1) zum Anheben der Leerlaufdrehzahl des Motors (9) vorgesehen ist, die bei Überschreiten eines vorgebbaren Wertes (SW) der Abweichung des Istwinkels (φ_{Ist}) der Nockenwelle (15) vom vorgebbaren Sollwinkel (φ_{Soll}) aktivierbar ist.
2. System nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Einrichtung zum Anheben der Leerlaufdrehzahl ein Steuergerät (1) ist und/oder umfasst und auf den Motor (9) einwirkt, insbesondere direkt oder über eine zusätzliche Steuereinheit.
3. System nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
eine Winkelerfassungseinrichtung zum Erfassen des Istwinkels (φ_{Ist}) der Nockenwelle (15) und Abgeben eines Istwinkelsignals vorgesehen ist.
4. System nach Anspruch 1, 2 oder 3,
dadurch gekennzeichnet, dass
eine Einrichtung zum Überwachen des Überschreitens eines vorgebbaren Schwellwerts (SW) der Sollwinkel/Istwinkel-Abweichung und zum Abgeben eines Signals vorgesehen ist.
5. System nach einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Einrichtung (1) zum Anheben der Leerlaufdrehzahl eine anwendungsspezifisch lernende adaptive Leerlaufdrehzahl abgibt.
6. System nach einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Steuereinheit des Motors (9) und/oder die Einrichtung (1) zum Anheben der Leerlaufdrehzahl vor Aktivieren der Leerlaufdrehzahl anhebung das Vorliegen eines Motorsystemfunktionssignals und eines zulässigen Motorzustandssignals abfragt.
7. System nach einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Einrichtung (1) zum Anheben der Leerlaufdrehzahl eine kontinuierliche Drehzahl anhebung ab der Drehzahl bewirkt, bei der die Abweichung aufgetreten ist.
8. System nach einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
zum Erzeugen von definierten Leerlaufdrehzahlen eine Quantisierung der kontinuierlichen Drehzahlen erfolgt.
9. System nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Geschwindigkeit des Leerlaufdrehzahlanstiegs zwischen den quantisierten Stufen frei wählbar ist.
10. System nach einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
vor Aktivieren der aktiven Leerlaufdrehzahl anhebung das Nichtvorliegen eines Signals des Kraftschlusses des Motors mit den Rädern und/oder das Vorliegen eines Bremsbetätigungssignals und/oder der Zustände von Triebstrang, Bremssystem und/oder Motor von dem System abgefragt wird.
11. System nach einem der Ansprüche 6 bis 10,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Motorsystemfunktionssignal bei Nichtvorliegen eines Fehlersignals bei der Bremsenbetätigungserkennung, bei Nichtvorliegen eines Fehlersignals in der Nockenwellenansteuerung, bei Vorliegen eines Freigabesignals der Nockenwellenregelung abgegeben wird, und dass ein zulässiges Motorzustandssignal bei Vorliegen eines Leerlaufsignals des Motors und eines Motordrehzahlsignals unterhalb einer vorgebbaren Drehzahlschwelle, insbesondere 800 U/min abgegeben wird.
12. System nach einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass

eine Adaption der Leerlaufanhebung erfolgt bei Überschreiten der Abweichung des Istwinkels (φ_{Ist}) vom Sollwinkel (φ_{Soll}) der Nockenwelle (15) um einen vorgebbaren Wert, insbesondere einen Wert von 7° und/oder bei Weglaufen des Istwinkels vom Sollwinkel und/oder bei Stellung der Nockenwelle (15) nahe ihrem Endanschlag und/oder ihrer Spätstellung, insbesondere in einem Winkel von 5° und bei Auftreten eines Fehlersignals über eine vorgebbare Zeitspanne (Δt) hinweg, insbesondere länger als 0,1 s.

13. System nach Anspruch 12,

dadurch gekennzeichnet, dass

eine Erkennung des Weglaufens des Istwinkels (φ_{Ist}) vom Sollwinkel (φ_{Soll}) durch Vorsehen eines gefilterten, insbesondere PT1-gefilterten Istwinkels und Vergleich des gefilterten Istwinkels mit dem jeweils aktuellen Istwinkel vorgesehen ist.

14. System nach einem der vorstehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

eine gelernte Leerlaufdrehzulanhebung zurücksetzbar ist bei Vorliegen eines Öltemperatursignals bei Motorstart, das kleiner ist als eine vorgebbare und/oder kritische Öltemperaturschwelle, insbesondere kleiner als 100°C , und/oder bei Unterbrechung der Spannungsversorgung und/oder Löschen des Fehlerspeichers der Motorsteuereinheit.

15. System nach Anspruch 14,

dadurch gekennzeichnet, dass

eine Zeitverzögerung des Startende-Signals bis zum Vorliegen des Öltemperatursignals vorgesehen ist, um eine sichere Erkennbarkeit der Rücksetzbedingung zu gewährleisten.

16. System nach einem der vorstehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

bei Vorliegen eines Drehzulanforderungssignals und des Freigabesignals das System einen Leerlaufsolldrehzahlwert initialisiert und die Einrichtung (1) zum Anheben der Leerlaufdrehzahl den Leerlaufsolldrehzahlwert kontinuierlich mit der vorgebbaren Drehzulanhebungsgeschwindigkeit anhebt, insbesondere mit einer Geschwindigkeit von 20 U/s.

17. System nach einem der Ansprüche 8 bis 16,

dadurch gekennzeichnet, dass

Mittel zum Erzeugen von definierten Drehzahlen vorgesehen sind, insbesondere eine Quantisierung der kontinuierlich angehobenen Leerlaufsolldrehzahl über eine Kennlinie.

18. System nach einem der Ansprüche 8 bis 17,

dadurch gekennzeichnet, dass

Mittel zum Vermeiden eines auffällig stufigen Hoch-

laufens der Leerlaufsolldrehzahl nach der Quantisierung vorgesehen sind, insbesondere ein verlangsamtes Anheben der Leerlaufsolldrehzahl über eine Rampe mit einer vorbestimmten Geschwindigkeit.

19. Verbrennungsmotor mit einem System nach einem der vorstehenden Ansprüche.

20. Verfahren zur Ansteuerung einer verstellbaren, insbesondere kontinuierlich verstellbaren Nockenwelle (15) eines Verbrennungsmotors (9), die mit einer Steuer- oder Regeleinrichtung zum Steuern oder Regeln der Nockenwellenposition versehen ist, wobei bei Überschreiten eines vorgebbaren Wertes (SW) der Abweichung des Istwinkels (φ_{Ist}) der Nockenwelle (15) vom vorgebbaren Sollwinkel (φ_{Soll}) eine Einrichtung (1) zum Beheben der Abweichung aktiviert wird und wobei die Einrichtung (1) auf eine Steuereinheit zur Steuerung des Motors (9) dahingehend einwirkt, dass die Leerlaufdrehzahl erhöht wird.

21. Verfahren zur Regelung des Leerlauföldrucks unter Verwendung einer verstellbaren, insbesondere kontinuierlich verstellbaren Nockenwelle (15) eines Verbrennungsmotors (9), die mit einer Steuer- oder Regeleinrichtung zum Steuern oder Regeln der Nockenwellenposition versehen ist, wobei bei Überschreiten eines vorgebbaren Wertes (SW) der Abweichung des Istwinkels (φ_{Ist}) der Nockenwelle (15) vom vorgebbaren Sollwinkel (φ_{Soll}) eine Einrichtung (1) zum Beheben der Abweichung aktiviert wird und wobei die Einrichtung (1) auf eine Steuereinheit zur Steuerung des Motors (9) dahingehend einwirkt, dass der Leerlauföldruck erhöht wird.

22. Steuergerät zur Steuerung der Drehzahl eines Verbrennungsmotors (9), insbesondere zur Verwendung in einem System nach einem der Ansprüche 1 bis 18 und/oder mit einem Verbrennungsmotor (9) nach Anspruch 19 und/oder in einem Verfahren nach Anspruch 20 oder 21,

dadurch gekennzeichnet, dass

ein Eingang (2) zum Erfassen von Stellwerten einer verstellbaren Nockenwelle (15), ein Eingang (3) für das Signal der Kühlwassertemperatur eines Kühlwassertemperaturgebers (12), ein Eingang (4) für das Signal der Öltemperatur eines Öltemperaturgebers (13), ein Eingang (5) zum Eingeben von Drehzahlwerten eines Drehzahlgebers (14), ein Mittel (7) zum Auswerten, ein Eingang (6) zum Abfragen von einer oder mehreren weiteren Signalquellen und zumindest ein Mittel (10) zum Einwirken auf die Leerlaufdrehzahl und/oder den Leerlauföldruck des Motors (9) vorgesehen sind.

23. Steuergerät nach Anspruch 22,

dadurch gekennzeichnet, dass

Signalquelle der Leerlaufbetriebszustand ist.

24. Steuergerät nach Anspruch 22 oder 23,

dadurch gekennzeichnet, dass

5

Signalquelle die Fahrpedalposition und/oder ein
Leerlaufsignal insbesondere eines Motormanage-
mentsystems ist.

25. Steuergerät nach einem der Ansprüche 22 bis 24,

10

dadurch gekennzeichnet, dass

das Signal eines Sollwinkelgebers ein Kennfeld ist.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

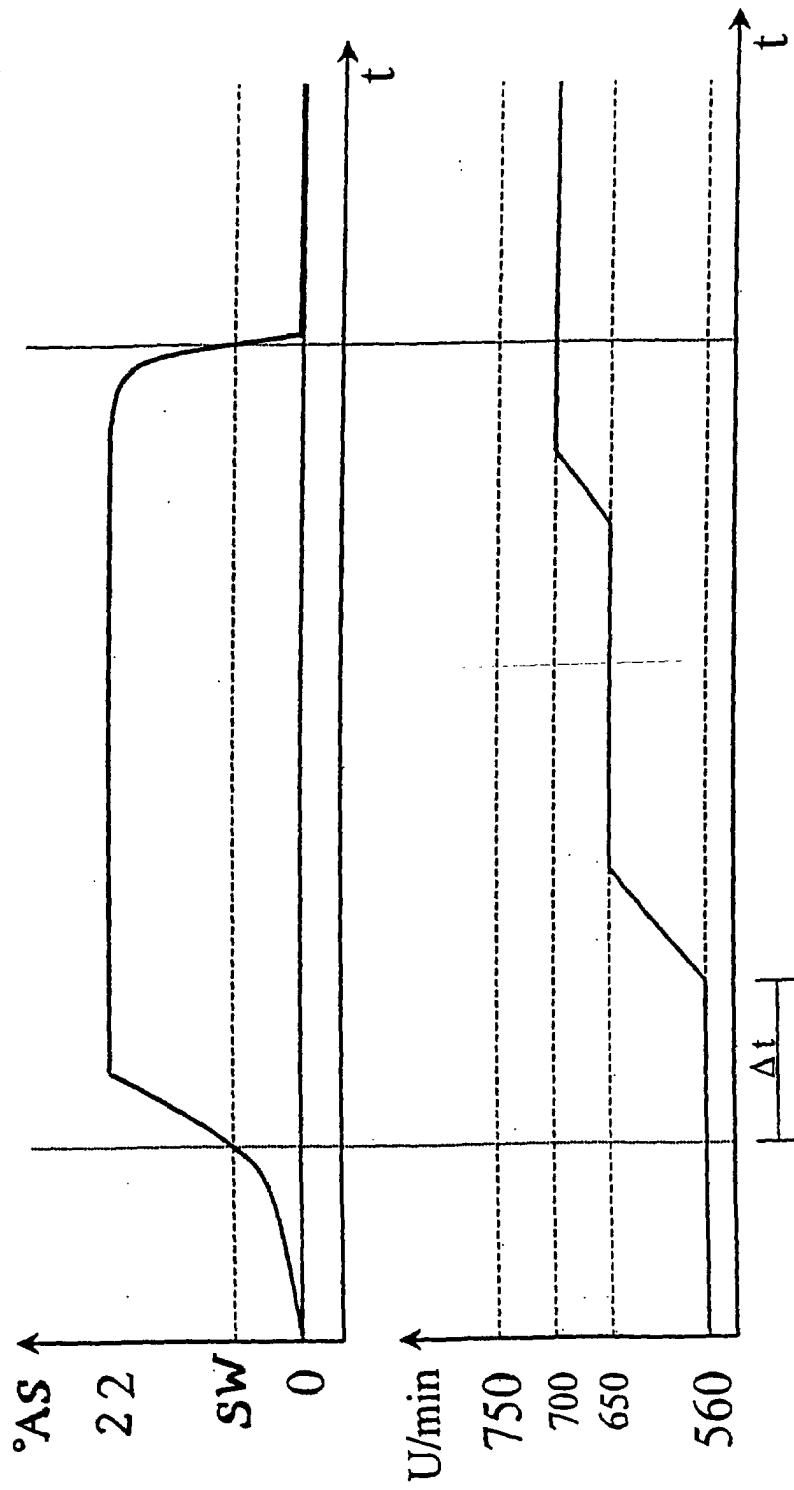


Fig. 1

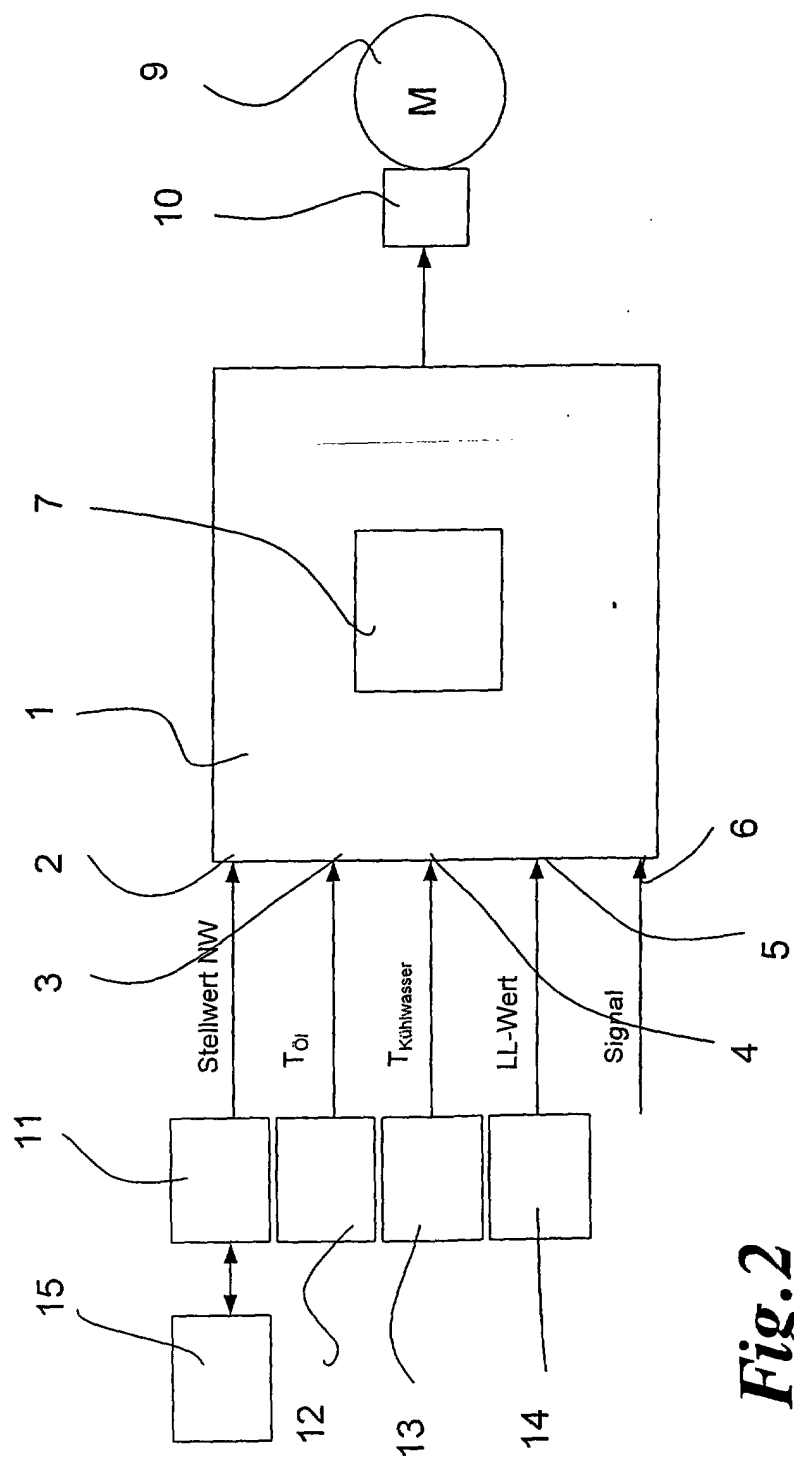
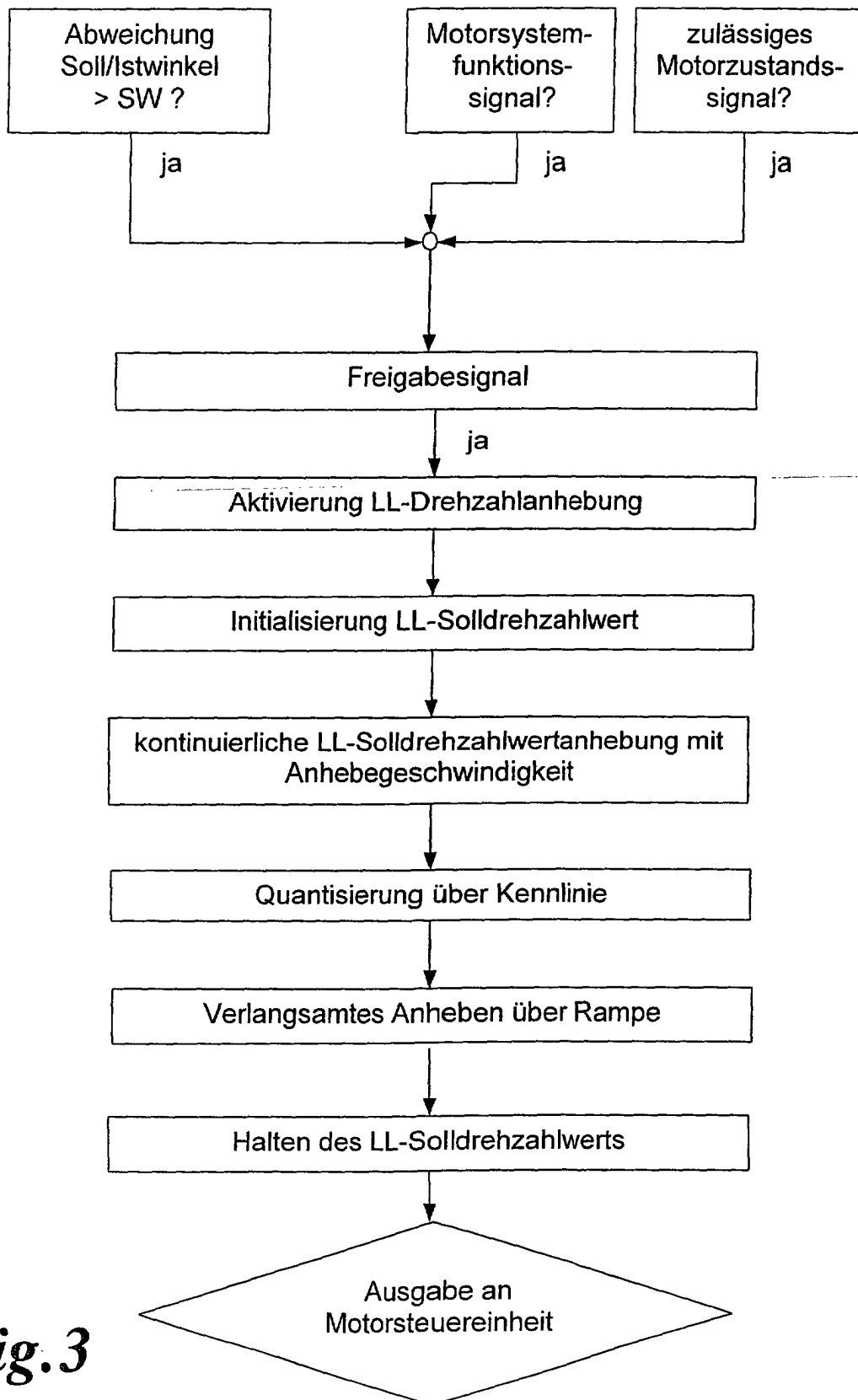


Fig. 2

**Fig.3**

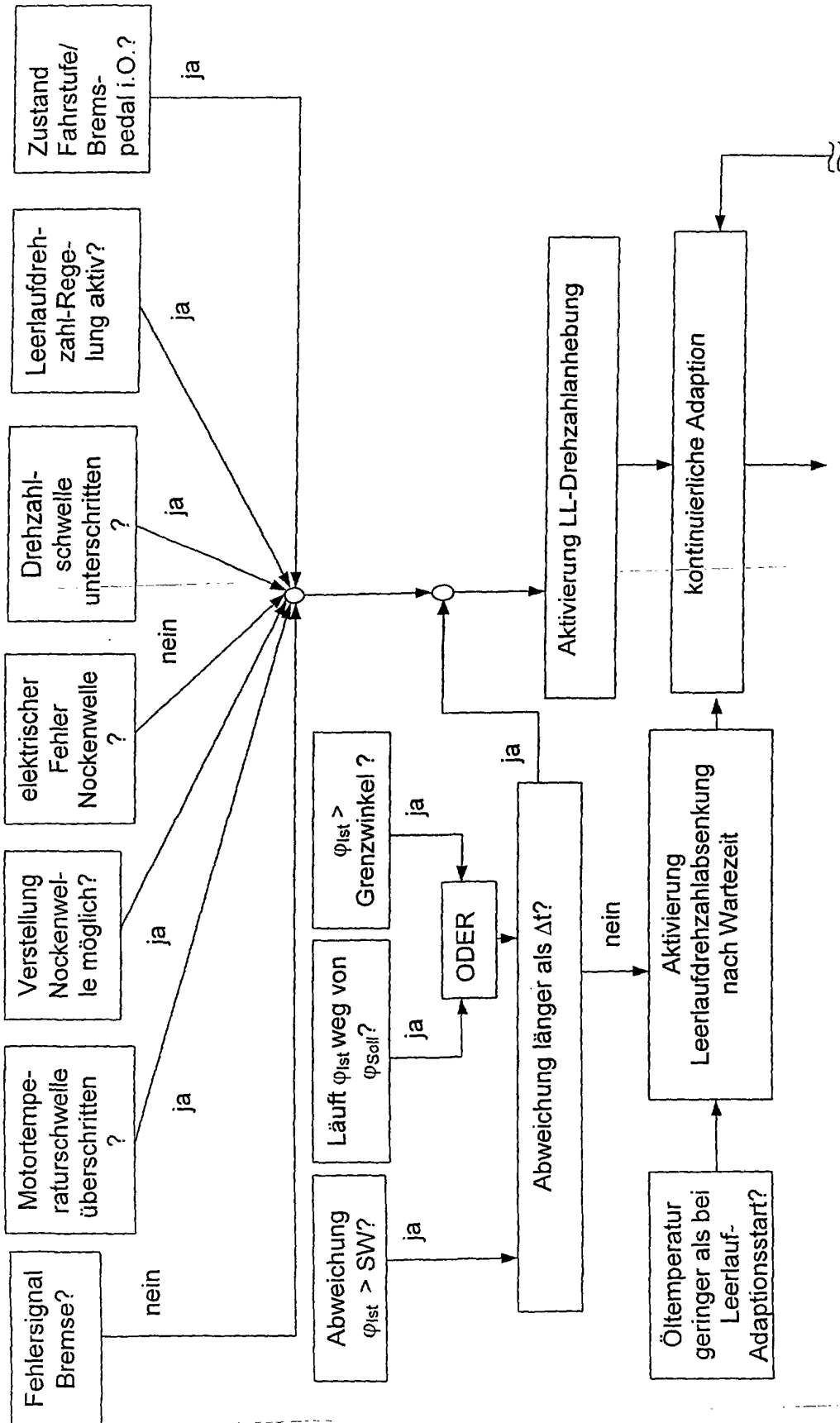
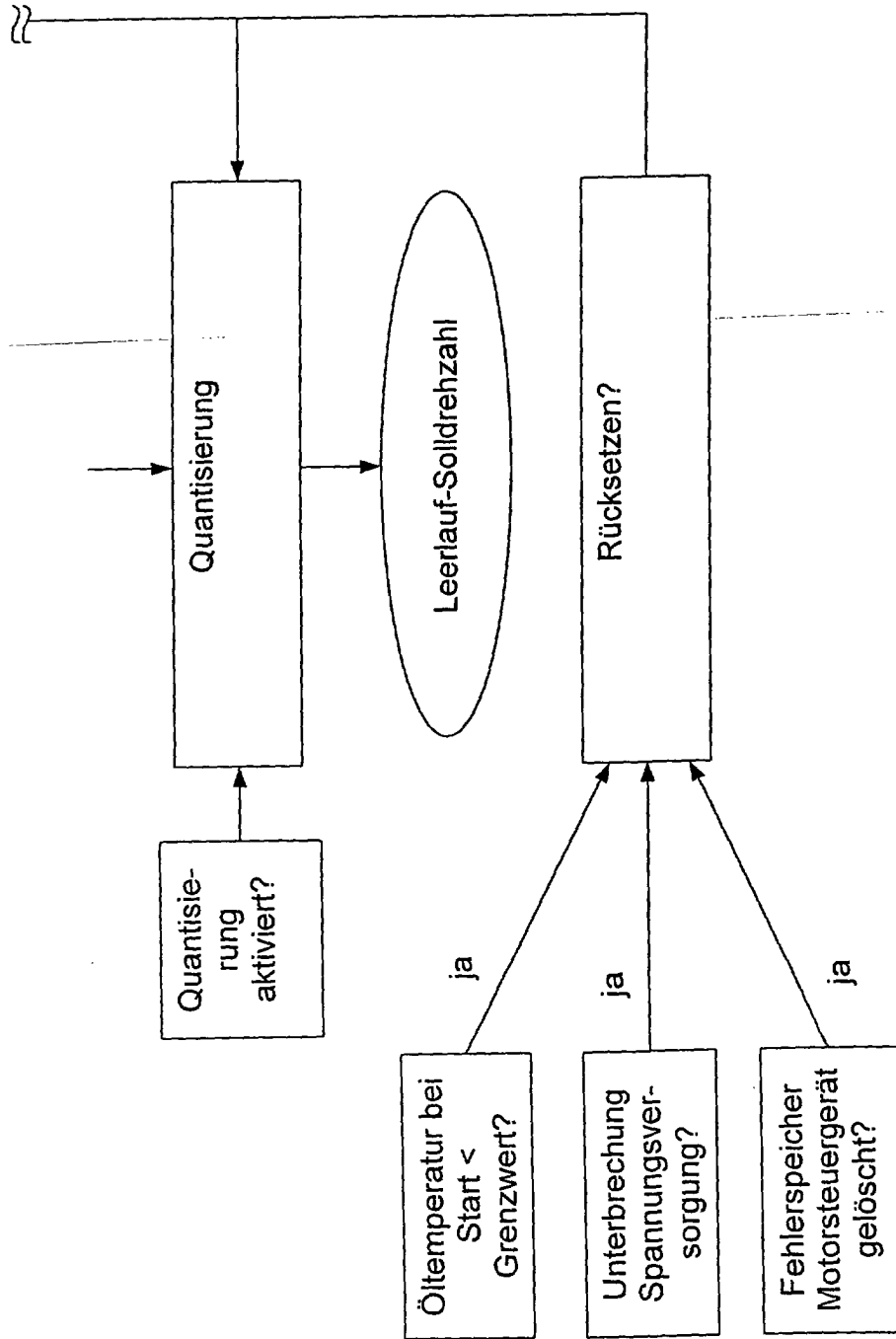


Fig. 4a

**Fig. 4b**