

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 953 752 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
03.11.1999 Patentblatt 1999/44

(51) Int. Cl.⁶: F02D 41/10, F02D 41/14

(21) Anmeldenummer: 99105534.4

(22) Anmeldetag: 18.03.1999

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

(72) Erfinder:
• Flinspach, Roland
75446 Wiernsheim (DE)
• Haller, Andreas
70372 Stuttgart (DE)
• Moser, Franz
73269 Hochdorf (DE)

(30) Priorität: 29.04.1998 DE 19819050

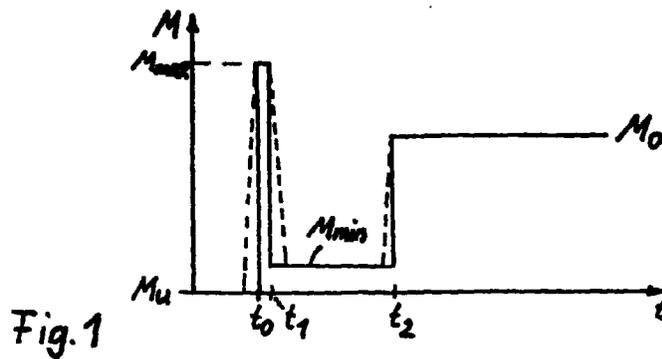
(71) Anmelder: DaimlerChrysler AG
70567 Stuttgart (DE)

(54) Verfahren zur Vermeidung von Ruckelschwingungen beim Beschleunigen von Kraftfahrzeugen

(57) Bei einem Verfahren zur Vermeidung von Ruckelschwingungen beim Beschleunigen von Kraftfahrzeugen wird das Motormoment verändert.

schen einem unteren Momentenwert und einem oberen Momentenwert verändert wird, wobei der Motor-Momentenverlauf benachbart zum unteren Momentenwert ein lokales Maximum und zwischen dem lokalen Maximum und dem oberen Momentenwert ein lokales Minimum aufweist.

Um Ruckelschwingungen ohne Beeinträchtigung des Beschleunigungsverhaltens und des Abgasverhaltens zuverlässig zu verhindern, ist vorgesehen, daß bei Betätigung des Fahrpedals das Motormoment gemäß einem vorgegebenen Motor-Momentenverlauf zwi-



EP 0 953 752 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Vermeidung von Ruckelschwingungen beim Beschleunigen von Kraftfahrzeugen nach dem Oberbegriff des Anspruches 1.

[0002] Ruckelschwingungen sind Fahrzeug-Längsschwingungen, die durch Energieeinleitung, insbesondere beim Beschleunigen des Fahrzeugs, in das Schwingungssystem Motor-Triebstrang-Karosserie erzeugt werden. Das Motormoment wird über ein Schwungrad auf den Triebstrang übertragen, der wie eine Torsionsfeder wirkt und unter dem Einfluß des Motormoments zunächst verspannt werden muß. Erfolgt dies durch einen schnellen Momentenaufbau, so kommt es aufgrund der im Schwungrad gespeicherten kinetischen Energie zum Überspringen des Schwungrades, was sich in der oben genannten Kategorie der Ruckelschwingungen äußert.

[0003] Aus der DE 40 13 943 C2 ist es bekannt, Ruckelschwingungen zu verhindern, indem das Motormoment durch eine geregelte Kraftstoffeinspritzung in Abhängigkeit der Schwingungsdauer der Ruckelschwingung beeinflusst wird. Durch eine gezielte Rücknahme bzw. Erhöhung des Motormoments in den entsprechenden Phasen der Ruckelschwingung wird versucht, die durch das Ruckeln verursachten Längsbewegungen zu vermeiden.

[0004] Das aus der DE 40 13 943 C2 bekannte Verfahren setzt voraus, daß zunächst die Schwingungsperiode der Ruckelschwingung erfaßt wird. Anschließend wird der Motor-Momentenverlauf über die Kraftstoffeinspritzung in Gegenphase zur Ruckelschwingung beeinflusst. Diese Vorgehensweise hat den Nachteil, daß zur Erfassung der Schwingungsperiode zunächst die erste Ruckelschwingung, die die höchste Amplitude aufweist, abgewartet werden muß, bevor die ruckeldämpfenden Maßnahmen ergriffen werden können, so daß der Fahrkomfort nicht in dem erwünschten Maße verbessert wird. Ein weiterer Nachteil liegt darin, daß der Momentenverlauf der Ruckelbewegung gegengesteuert wird, was ein rasch aufeinanderfolgendes Anschwellen und Abfallen des Motormoments erforderlich macht. Diese mehrfache Momentenrücknahme beeinträchtigt die Grundbeschleunigung des Fahrzeugs und verschlechtert das Abgasverhalten der Brennkraftmaschine.

[0005] Aus der DE 37 38 719 C2 ist darüberhinaus ein Verfahren zur Verhinderung störender Lastwechselschläge bei einer Fahrzeug-Brennkraftmaschine bekannt. Gemäß dem aus dieser Druckschrift bekannten Verfahren soll zur Vermeidung von Fahrzeug-Längsschwingungen der vom Fahrer über das Gaspedal gegebene Stellbefehl für ein Leistungsstellglied verzögert übertragen werden, wobei die Verzögerung auf den Bereich des Nulldurchgangs des Drehmomentverlaufs begrenzt wird. Bei abrupten Laständerungen wird der Fahrerwunsch verzögert auf die Motorsteuerung übertragen.

[0006] Das aus der DE 37 38 719 C2 bekannte Verfahren eignet sich aufgrund des Eingriffs im Bereich des Nulldurchgangs des Drehmomentverlaufs nur zur Minimierung von Lastwechselschlägen, nicht jedoch zur Vermeidung von Ruckelschwingungen, welche üblicherweise im ausschließlich positiven oder ausschließlich negativen Momentenbereich ohne Nulldurchlauf auftreten.

[0007] Der Erfindung liegt das Problem zugrunde, Ruckelschwingungen ohne Beeinträchtigung des Beschleunigungsverhaltens und des Abgasverhaltens zuverlässig zu verhindern.

[0008] Dieses Problem wird erfindungsgemäß mit den Merkmalen des Anspruches 1 gelöst.

[0009] Der Momentenverlauf wird in zwei Abschnitten zwischen dem unteren Momentenwert und dem oberen Momentenwert unterteilt: einen ersten, sich an den unteren Momentenwert anschließenden Abschnitt mit dem lokalen Maximum und einen zweiten, dem oberen Momentenwert benachbarten Abschnitt mit dem lokalen Minimum. Im ersten Abschnitt wird der Triebstrang, ausgehend vom unteren Momentenwert, zunächst im lokalen Maximum mit einem definierten Momentenimpuls bzw. einer ersten Treppenstufe vorgespannt. Im zweiten Abschnitt sinkt das Moment auf das lokale Minimum. Das Motormoment wird noch während des Aufschwings des Triebstrangs vom lokalen Momentenmaximum auf das lokale Momentenminimum reduziert; aufgrund der Trägheit des Triebstrangs spannt sich dieser trotz des bereits reduzierten Moments weiter vor. Im Umkehrpunkt der Schwingungsauslenkung erreicht das Motormoment ausgehend vom lokalen Minimum den oberen Momentenwert. Der Triebstrang ist dadurch im Augenblick des Aufbringens des oberen Momentenwerts statisch vorgespannt und es treten keine bzw. nur stark verminderte Ruckelschwingungen auf.

[0010] Ein weiterer Vorteil liegt darin, daß die Beschleunigung des Fahrzeugs nahezu in gleicher Weise wie bei einer Momenten-Sprungfunktion aufgebaut wird, wodurch eine hohe Agilität erreicht wird, jedoch ohne die bei einer Sprungfunktion auftretenden Ruckelschwingungen.

[0011] In zweckmäßiger Weiterbildung beträgt die Zeitspanne zwischen dem unteren Momentenwert - im Falle einer positiven Fahrzeugbeschleunigung der Ausgangswert - und dem oberen Momentenwert - der Zielwert - etwa 1/4 bis 1/2 der Schwingungsdauer der Ruckelschwingung, wodurch eine optimale Schwingungskompensation erreicht wird. Diese Zeitspanne variiert in Abhängigkeit der gewählten Funktion des lokalen Maximums und unterteilt sich in eine Periode maximalen und eine Periode minimalen Motormoments. Wird als Schwingungsanregung zur Vorspannung des Antriebsstrangs als lokales Maximum ein Rechteckimpuls in angenäherter Form eines Dirac-Impulses gewählt, kann die gesamte Zeitspanne für das Maximum und das Minimum auf bis 1/4 der Schwin-

gungsdauer der Ruckelschwingung verkürzt werden. Dieser Verlauf hat den Vorteil, daß der Anstieg vom unteren auf den oberen Momentenwert in Kürzestmöglicher Zeit bei Vermeidung von Ruckelschwingungen erreicht wird.

[0012] Das sich an das lokale Maximum anschließende lokale Minimum kann ebenfalls einen rechteckförmigen Verlauf aufweisen. Die Amplitude kann einen geringen Wert größer als Null aufweisen oder auch gleich Null sein.

[0013] Wird die Zeitspanne für das lokale Maximum erhöht, so wird bevorzugt zugleich die Amplitude des Maximums verringert. Bei gleichbleibendem Niveau des lokalen Minimums muß gleichzeitig die Dauer des Minimums verkürzt werden. Insgesamt erhöht sich die gesamte Zeitspanne für das Maximum und das Minimum bis maximal auf die Hälfte der Schwingungsdauer der Ruckelschwingung. Diese Ausführung hat den Vorteil, daß es ausreicht, ein geringeres Niveau für das Momentenmaximum aufzubringen; dennoch können Ruckelschwingungen ausgeglichen werden.

[0014] Wird die Zeitspanne für das lokale Maximum bei gleichbleibender Amplitude erhöht, so werden die Amplitude und die Zeitdauer des lokalen Minimums abgesenkt.

[0015] Anstelle einer Rechteckfunktion kann auch eine stetige Funktion für den Momentenverlauf gewählt werden. So ist es insbesondere vorteilhaft, zwischen dem Maximum und dem Minimum sowie zwischen dem Minimum und dem oberen Momentenwert jeweils einen rampenförmigen Verlauf mit einem zwischenliegenden punktförmigen Minimum vorzusehen. Die beiden Rampen können unterschiedlich steil ausgebildet werden, wobei insbesondere die Rampe zwischen dem lokalen Minimum und dem oberen Momentenwert steiler ist als die Rampe zwischen dem lokalen Maximum und dem lokalen Minimum.

[0016] Bei dem stetigen Verlauf treten keine Momentensprünge auf; er kann daher technisch leicht realisiert werden.

[0017] Weitere Vorteile und zweckmäßige Ausführungsformen sind den weiteren Ansprüchen, der Figurenbeschreibung und den Zeichnungen zu entnehmen. Es zeigen:

Fig. 1 bis Fig. 3 verschiedene rechteckförmige Momentenverläufe,

Fig. 4 einen rampenförmigen Momentenverlauf.

[0018] Die in den Fig. 1 bis 4 zeitabhängig dargestellten Motor-Momentenverläufe eignen sich für ein ruckelfreies Beschleunigen eines Kraftfahrzeugs mit Brennkraftmaschine bei zugleich hoher Agilität, d.h. spontanes, verzögerungsfreies Ansprechen und schnelles Aufbringen des Zielmoments. Die Momentenverläufe können bei Beschleunigung des Fahrzeugs von links nach rechts durchfahren werden, wobei das

Motormoment ausgehend von einem unteren Motormoment M_U , das das Ausgangsmoment repräsentiert, auf ein oberes Motormoment M_O , das das Zielmoment repräsentiert, erhöht wird. Bei einer Fahrzeugverzögerung werden die Momentenverläufe in entgegengesetzter Richtung von rechts nach links, ausgehend vom oberen Motormoment M_O hin zum unteren Motormoment M_U , durchlaufen.

[0019] Im folgenden werden die Schaubilder jeweils am Beispiel eines Beschleunigungsvorgangs beschrieben.

[0020] Gemäß Fig. 1 beginnt der Beschleunigungsvorgang bei einem unteren Motormoment M_U gleich Null und steigt zum Zeitpunkt t_0 sprunghaft auf ein lokales Maximum M_{max} an, fällt zum Zeitpunkt t_1 sprunghaft auf ein lokales Minimum M_{min} , verharrt bis zum Zeitpunkt t_2 auf diesem Niveau und steigt schließlich sprunghaft auf das Niveau des oberen Motormoments M_O .

[0021] Fig. 1 stellt ein Extremfall dar, bei dem der Momentenverlauf im Bereich des lokalen Maximums angenähert die Form eines Dirac-Impulses einnimmt, so daß die Dauer des Impulses zwischen t_0 und t_1 sehr klein ist. Da der Impuls durch das maximal mögliche Motormoment begrenzt ist, wird das lokale Maximum M_{max} etwa die Form einer Rechteckfunktion mit begrenzter Amplitude und begrenzter Dauer einnehmen.

[0022] Das untere Ausgangsmoment M_U kann gleich Null sein, aber auch einen von Null abweichenden Wert einnehmen, insbesondere kleiner Null sein, wobei dieser Fall einem Lastwechsel vom Schubbetrieb in den Zugbetrieb entspricht. Das Niveau des lokalen Minimums M_{min} kann Null oder größer Null sein. Das Niveau des oberen Zielmoments M_O wird vom Fahrer über die Fahrpedalstellung vorgegeben und ist durch das maximal mögliche Motormoment begrenzt. Das Niveau des lokalen Maximums M_{max} kann größer sein als das obere Zielmoment M_O , sofern letzteres kleiner ist als das maximal mögliche Motormoment.

[0023] Bedingt durch verzögertes Ansprechverhalten einzelner Systemkomponenten können sich gemäß der gestrichelten Darstellung Rampen mit hohem Gradienten zwischen dem unteren Moment M_U und dem lokalen Maximum M_{max} , zwischen dem lokalen Maximum M_{max} und dem lokalen Minimum M_{min} sowie zwischen dem lokalen Minimum M_{min} und dem oberen Moment M_O einstellen. Zweckmäßig wird von vornherein ein rampenförmiger Verlauf vorgegeben, so daß ein stetiger Momentenverlauf gegeben ist.

[0024] Die Zeitspanne t_0 bis t_2 zwischen dem unteren Motormoment M_U ab Beginn des lokalen Maximums bis zum Erreichen des oberen Motormoments M_O ist auf die Schwingungsdauer der Ruckelschwingung abgestimmt und liegt bei rechteckförmigem Momentenverlauf zweckmäßig zwischen $1/4$ und $1/2$ der Schwingungsdauer der Ruckelschwingung. Hierdurch wird erreicht, daß der Triebstrang durch das lokale Maximum im Momentenverlauf vorgespannt wird und im Umkehr-

punkt der Schwingungsauslenkung das obere Motormoment M_o erreicht wird, wodurch Ruckelschwingungen kompensiert werden.

[0025] Wird wie in Fig. 1 dargestellt ein Rechteckimpuls geringer Dauer und hoher Amplitude als lokales Maximum vorgegeben, kann eine kürzestmögliche Zeitspanne t_0 bis t_2 für das lokale Maximum und das lokale Minimum von insgesamt $1/4$ der Schwingungsdauer der Ruckelschwingung eingestellt werden. Der Übergang vom unteren Motormoment M_u zum oberen Motormoment M_o erfolgt in kürzestmöglicher Zeit.

[0026] Die Zeitspanne t_0 bis t_2 erhöht sich, wenn die Amplitude des rechteckförmigen lokalen Maximums verringert wird und sich über eine längere Zeitdauer t_0 bis t_1 erstreckt. Dadurch ändert sich zugleich das Niveau und die Zeitdauer t_1 bis t_2 des lokalen Minimums.

[0027] Andererseits kann auch das Niveau des lokalen Maximums und das Niveau des lokalen Minimums festgelegt werden, woraus sich die Zeitspannen für das lokale Maximum und das lokale Minimum zwangsweise ergeben.

[0028] Fig. 2 zeigt einen modifizierten Verlauf für eine rechteckförmige Momentenfunktion. Gemäß der mit durchgezogener Linie eingetragenen Funktion in Fig. 2 beträgt die Zeitspanne für das lokale Maximum und das lokale Minimum jeweils etwa $1/6$ der Schwingungsdauer der Ruckelschwingung, so daß die gesamte Zeitspanne t_0 bis t_2 für lokales Maximum und lokales Minimum etwa $1/3$ der Schwingungsdauer der Ruckelschwingung dauert, wobei diese Verhältnisse insbesondere für die Bedingung gelten, daß das lokale Maximum M_{max} das gleiche Momentenniveau wie der obere Momentenwert M_o aufweist.

[0029] Gemäß der strichpunktierter Linie in Fig. 2 wird die Zeitspanne t_0 bis t_1 für das lokale Maximum M_{max} bei zugleich geringerer Amplitude verlängert. Dabei verkürzt sich die Dauer des lokalen Minimums zwischen t_1 und t_2 bei gleichbleibender Höhe des lokalen Minimums. Die gesamte Zeitspanne von t_0 bis t_2 für lokales Maximum und Minimum ist erhöht.

[0030] Wie in Fig. 2 gestrichelt eingezeichnet, kann das lokale Minimum von einem Wert größer als Null ausgehend erhöht werden. Dabei vergrößert sich die Zeitspanne t_1 bis t_2 . Der obere Momentenwert M_o wird später erreicht und die Zeitspanne t_0 bis t_1 verringert sich. Das untere Motormoment M_u liegt bei den in Fig. 2 gezeigten Ausführungsbeispielen bei Null.

[0031] Fig. 3 zeigt das Motormoment in einer weiteren Ausführung mit rechteckförmigem Verlauf, bei dem ein Lastwechsel von Schubbetrieb auf Zugbetrieb stattfindet. Das untere Motormoment M_u nimmt einen Wert kleiner als Null ein, in diesem Zustand befindet sich der Motor im Schubbetrieb. Zum Zeitpunkt t_0 steigt das Motormoment auf das lokale Maximum M_{max} , das unterhalb des Niveaus des oberen Motormoments M_o liegt (durchgezogene Linie). Im Zeitpunkt t_1 fällt das Moment auf das lokale Minimum M_{min} größer Null, ver-

harrt auf diesem Niveau und steigt im Zeitpunkt t_2 auf das obere Motormoment M_o .

[0032] Die Momentendifferenz zwischen dem lokalen Maximum M_{max} und dem lokalen Minimum M_{min} kann gegebenenfalls stark reduziert werden. Wie in Fig. 3 gestrichelt eingezeichnet, kann das lokale Minimum das gleiche Niveau aufweisen wie das lokale Maximum, so daß sich für den Momentenverlauf zwischen unterem und oberem Motormoment eine zweistufige Treppenfunktion ergibt. In dieser Ausführung verschiebt sich der das Ende des lokalen Minimums markierende Zeitpunkt t_2 nach hinten.

[0033] Eine weitere Ausführung ist in Fig. 3 mit strichpunktierter Linie eingetragen. Das lokale Maximum M_{max} liegt auf einem vergleichsweise höheren Niveau als bei der durchgezogenen Funktion und sinkt im Zeitpunkt t_1 früher auf das lokale Minimum M_{min} ab, dessen Niveau unterhalb des vergleichbaren Niveaus der durchgezogenen Funktion liegt. Die Zeitspanne t_1 bis t_2 für die Dauer des lokalen Minimums ist verkürzt, der obere Momentenwert M_o wird früher erreicht.

[0034] Fig. 4 zeigt einen rampenförmigen Momentenverlauf zwischen dem punktförmig ausgebildeten lokalen Maximum M_{max} und dem ebenfalls punktförmig ausgebildeten lokalen Minimum M_{min} sowie zwischen dem lokalen Minimum und dem oberen Momentenwert M_o , wodurch sich ein V-förmiger Kurvenverlauf zwischen M_{max} und M_o ergibt. Das lokale Maximum M_{max} liegt bei der mit durchgezogenem Strich eingezeichneten Funktion etwa auf dem Niveau des oberen Momentenwerts M_o , das lokale Minimum M_{min} hat einen Wert größer Null. Die Zeitspanne t_0 bis t_1 für das Absinken des Motormoments von M_{max} auf M_{min} ist etwa gleich groß wie die Zeitspanne t_1 bis t_2 für das Ansteigen des Motormoments von M_{min} auf M_o .

[0035] Das lokale Maximum der strichpunktierter Funktion liegt geringfügig unterhalb des Maximums der durchgezogenen Funktion und fällt auf ein tieferes lokales Minimum ab, das zu einem späteren Zeitpunkt t_1 erreicht wird. Der rampenförmige Anstieg auf den oberen Momentenwert M_o erfolgt mit einem größeren Gradienten, wobei der obere Momentenwert M_o zu einem früheren Zeitpunkt t_2 im Vergleich zur durchgezogenen Funktion erreicht wird.

[0036] Gemäß einer nicht gezeigten Ausführung kann der obere Momentenwert bei den gleichen zuvor beschriebenen Parametern aber auch später erreicht werden.

[0037] Der mit einer Strich-Doppelpunkt-Linie gekennzeichnete Momentenverlauf beginnt im lokalen Maximum M_{max} , dessen Niveau abgesenkt ist, und verläuft in einer flach abfallenden Rampe zum lokalen Minimum M_{min} , das zu einem früheren Zeitpunkt t_1 erreicht wird. Der rampenförmige Anstieg zum oberen Momentenwert M_o weist einen größeren Gradienten auf als die abfallende Rampe; der obere Momentenwert M_o wird zu einem späteren Zeitpunkt t_2 erreicht.

[0038] Anstelle eines punktförmigen lokalen Mini-

mums kann es zweckmäßig sein, im lokalen Minimum einen Abschnitt gleichbleibenden Momentenniveaus vorzusehen, wodurch sich ein etwa trapezförmiger Verlauf des lokalen Minimums ergibt.

[0039] Sowohl die rechteckförmigen als auch die V-förmigen Momentenverläufe können durch die Wahl von zwei Parametern festgelegt werden. Bei der Wahl des lokalen Minimums und des lokalen Maximums werden die Zeitpunkte t_1 und t_2 für das Ende des lokalen Maximums bzw. des lokalen Minimums in engen Grenzen vorbestimmt. Bei der Wahl eines Momentenwerts für Maximum oder Minimum und eines Zeitpunktes werden der jeweils andere Momentenwert bzw. der jeweils andere Zeitpunkt in engen Grenzen vorbestimmt.

[0040] Wie gestrichelt eingezeichnet, kann es zweckmäßig sein, die Übergänge zwischen den verschiedenen Momentenniveaus geglättet auszuführen, um einen in der ersten und gegebenenfalls auch einen in der zweiten Ableitung stetigen Kurvenverlauf für das Motormoment zu erhalten. Die dargestellten Kurvenverläufe können durch Polynome angenähert werden.

[0041] Gemäß einer weiteren vorteilhaften, sägezahnähnlichen Ausführung fällt der Momentenverlauf rampenförmig vom lokalen Maximum zum lokalen Minimum ab und steigt im Zeitpunkt t_2 sprunghaft auf das Niveau des oberen Momentenwerts M_o . Der Verlauf dieser Funktion wird durch die Parameter M_{max} , M_{min} und t_2 festgelegt, wobei t_2 zugleich den Beginn und das Ende des lokalen Minimums markiert. Wird einer der bestimmenden Parameter frei gewählt, werden den beiden anderen Parametern enge Grenzen zur Variation gesetzt. Je größer der Gradient der vom Maximum auf das Minimum abfallenden Rampe, um so niedriger liegt das Niveau des Minimums und um so früher wird der Zeitpunkt t_2 erreicht, in dem der sprunghafte Anstieg auf den oberen Momentenwert M_o erfolgt.

[0042] Außer den gezeigten Kurvenverläufen können auch beliebige weitere Kurvenverläufe für das Motormoment herangezogen werden, soweit die Bedingung erfüllt ist, daß das Moment ausgehend vom unteren Moment M_u zunächst auf ein lokales Maximum M_{max} ansteigt, anschließend auf ein lokales Minimum M_{min} abfällt und dann wieder auf das obere Moment M_o ansteigt. Diese Kurvenverläufe können beispielsweise aus Meßpunkten, die gegebenenfalls durch Polynome geglättet werden, gewonnen werden.

[0043] Die Momentenverläufe können in einer Steuer- und Regelungseinheit berechnet bzw. in Speichern der Steuer- und Regelungseinheit abgelegt, in diskreten Schritten abgetastet und als Stellsignal diversen Motor-komponenten zugeführt werden, über die das Motormoment beeinflußt werden kann. Das Motormoment kann beispielsweise über eine Zündwinkelverstellung, eine Zündaussetzung, die Kraftstoffeinspritzung, eine Abgasrückführung oder einen Abgasturbolader oder ähnliches eingestellt werden. Weiterhin ist es möglich, das Motormoment über eine Drosselklappenregelung einzustellen, indem das Stellglied der Drosselklappe

zur Erzeugung des lokalen Maximums schlagartig und kurzzeitig geöffnet, anschließend für das lokale Minimum wieder geschlossen und schließlich zum Erreichen des oberen Momentenwerts wieder geöffnet wird.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Vermeidung von Ruckelschwingungen beim Beschleunigen von Kraftfahrzeugen durch Veränderung des Motormoments, **dadurch gekennzeichnet**, daß bei Betätigung des Fahrpedals das Motormoment gemäß einem vorgegebenen Motor-Momentenverlauf zwischen einem unteren Momentenwert (M_u) und einem oberen Momentenwert (M_o) verändert wird, wobei der Motor-Momentenverlauf benachbart zum unteren Momentenwert (M_u) ein lokales Maximum (M_{max}) und zwischen dem lokalen Maximum (M_{max}) und dem oberen Momentenwert (M_o) ein lokales Minimum (M_{min}) aufweist.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Zeitspanne zwischen dem unteren Momentenwert (M_u) und dem oberen Momentenwert (M_o) 1/4 bis 1/2 der Schwingungsdauer der Ruckelschwingung beträgt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Dauer des lokalen Maximums (M_{max}) maximal 1/2 der Schwingungsdauer der Ruckelschwingung beträgt.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Dauer des lokalen Minimums (M_{min}) maximal 1/4 der Schwingungsdauer der Ruckelschwingung beträgt.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Zeitspanne ($t_1 - t_0$) zwischen dem lokalen Maximum (M_{max}) und dem lokalen Minimum (M_{min}) gleich ist wie Zeitspanne ($t_2 - t_1$) zwischen dem lokalen Minimum (M_{min}) und dem oberen Momentenwert (M_o).
6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß das lokale Minimum (M_{min}) nach 1/4 der Schwingungsdauer der Ruckelschwingung erreicht wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß mit zunehmender Dauer des lokalen Maximums (M_{max}) die Amplitude des lokalen Maximums

- (M_{\max}) reduziert wird.
8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Amplitude des lokalen Minimums (M_{\min}) gleich bleibt und die Dauer des lokalen Minimums (M_{\min}) reduziert wird. 5
9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Gesamtdauer für das lokale Maximum (M_{\max}) und das lokale Minimum (M_{\min}) erhöht ist. 10
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß mit zunehmender Dauer des lokalen Minimums (M_{\min}) die Amplitude des lokalen Minimums (M_{\min}) erhöht wird. 15
11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Amplitude des lokalen Maximums (M_{\max}) gleich bleibt und die Dauer des lokalen Maximums (M_{\max}) reduziert wird. 20
25
12. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Gesamtdauer für das lokale Maximum (M_{\max}) und das lokale Minimum (M_{\min}) erhöht ist. 30
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Momentenverlauf zumindest abschnittsweise eine Rechteckfunktion ist. 35
14. Verfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, daß das lokale Maximum (M_{\max}) und das lokale Minimum (M_{\min}) jeweils eine näherungsweise rechteckförmige Stufe der Rechteckfunktion bilden. 40
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Momentenverlauf zwischen dem lokalen Maximum (M_{\max}) und dem oberen Momentenwert (M_o) als stetige Funktion ausgebildet ist. 45
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 15, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Momentenverlauf zwischen dem lokalen Maximum (M_{\max}) und dem lokalen Minimum (M_{\min}) rampenförmig ausgebildet ist. 50
17. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 16, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Momentenverlauf zwischen dem lokalen Minimum (M_{\min}) und dem oberen Momentenwert (M_o) rampenförmig ausgebildet ist. 55
18. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 16, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Momentenverlauf zwischen dem lokalen Minimum (M_{\min}) und dem oberen Momentenwert (M_o) sprunghaft ausgebildet ist.
19. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 18, **dadurch gekennzeichnet**, daß das lokale Minimum (M_{\min}) punktförmig ausgebildet ist.
20. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 18, **dadurch gekennzeichnet**, daß das lokale Minimum (M_{\min}) einen Abschnitt konstanten Momentenniveaus aufweist.

