



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
11.05.2005 Patentblatt 2005/19

(51) Int Cl.7: F02D 41/14

(21) Anmeldenummer: 04105189.7

(22) Anmeldetag: 20.10.2004

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

(72) Erfinder:
• Baumann, Julian
76185, Karlsruhe (DE)
• Schlegl, Thomas
93055, Regensburg (DE)
• Torkzadeh, Dara Daniel
76135, Karlsruhe (DE)

(30) Priorität: 07.11.2003 DE 10351958

(71) Anmelder: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
80333 München (DE)

(54) **Dämpfungseinrichtung und Dämpfungsverfahren zur Unterdrückung von Torsionsschwingungen in einem Antriebsstrang**

(57) Die Erfindung betrifft eine Dämpfungseinrichtung mit einer Erfassungseinrichtung (4, 7) zur Ermittlung einer die Torsion eines Antriebsstrangs (3) einer Brennkraftmaschine (1) wiedergebenden mechanischen Zustandsgröße ($\Delta\alpha_{\text{MODELL}}$, $\Delta\alpha_{\text{IST}}$) und einer Stelleinrichtung (2) zur Ansteuerung einer Brennkraft-

maschine (1) mit einer Stellgröße in Abhängigkeit der mechanischen Zustandsgröße ($\Delta\alpha_{\text{MODELL}}$, $\Delta\alpha_{\text{IST}}$). Es wird vorgeschlagen, dass die mechanische Zustandsgröße ($\Delta\alpha_{\text{MODELL}}$, $\Delta\alpha_{\text{IST}}$) von einem Prädiktorglied (4) ermittelt wird, das ein Modell des Antriebsstrangs (3) und/oder der Brennkraftmaschine (1) enthält.

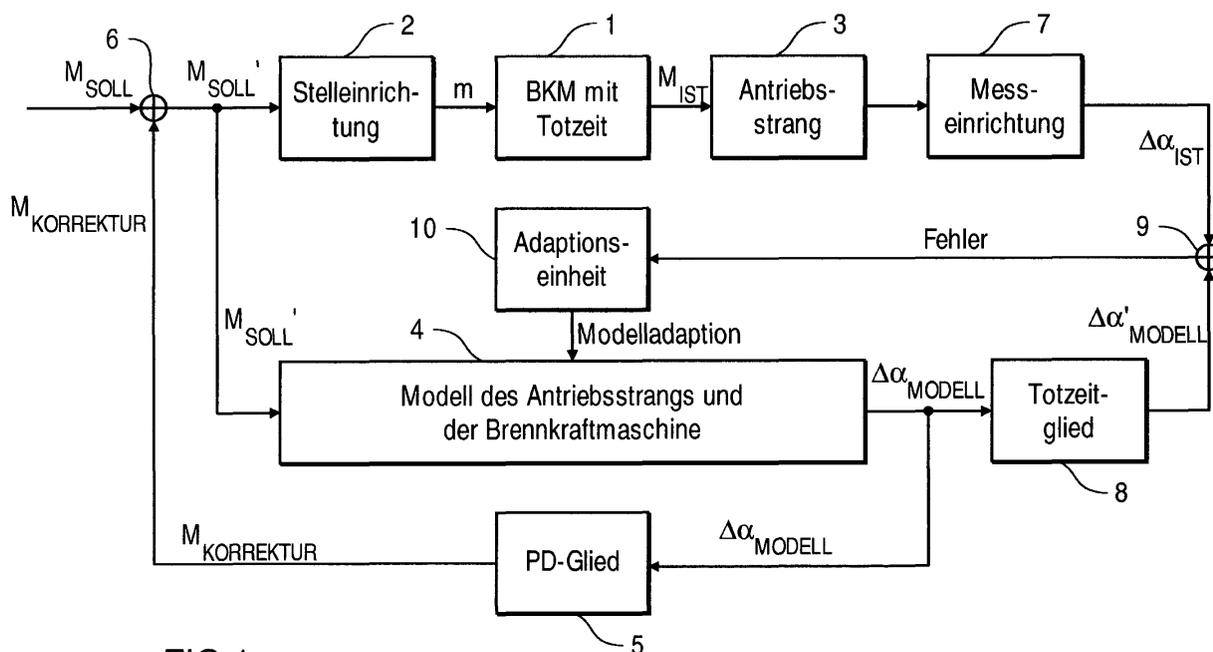


FIG 1

Beschreibung

[0001] Dämpfungseinrichtung und Dämpfungsverfahren zur Unterdrückung von Torsionsschwingungen in einem Antriebsstrang

[0002] Die Erfindung betrifft eine Dämpfungseinrichtung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und ein Dämpfungsverfahren gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 15.

[0003] Durch technische Verbesserungen insbesondere bei der Direkteinspritztechnik konnte die Dynamik der Leistungsentfaltung von Brennkraftmaschinen deutlich gesteigert werden. Dadurch kommt es zu ausgeprägten Lastsprüngen in Antriebssträngen von Kraftfahrzeugen, die diese Brennkraftmaschinen zum Antrieb verwenden. Lastsprünge stellen eine breite Anregung im Frequenzbereich für das schwingungsfähige System Antriebsstrang dar. Dadurch können niederfrequente Torsionsschwingungen im Antriebsstrang ausgelöst werden. Die Eigenform der tiefsten Torsionsschwingung besteht dabei aus einer Winkelverdrehung des Motors gegenüber den angetriebenen Rädern. Eine solche Schwingung macht sich besonders als Ruckeln in Längsrichtung des Fahrzeugs bemerkbar und reduziert die Fahrbarkeit des Kraftfahrzeugs beträchtlich. Des Weiteren stellen diese Schwingungen wie auch die Lastsprünge selbst eine hohe Belastung für den Antriebsstrang dar, wodurch der Verschleiß erhöht wird und es zu Materialermüdungen kommen kann.

[0004] Eine bekannte Möglichkeit, die Schwingungen und deren negative Auswirkungen zu unterdrücken, besteht darin, die Schwingung aus einem von einem Drehzahlsensor an der Brennkraftmaschine aufgenommenen Messsignal herauszufiltern, und durch die Brennkraftmaschine ein Gegendrehmoment zur Schwingung aufzubringen. Dazu wird das Signal des Drehzahlsensors mit einem Tiefpass gefiltert und phasenverschoben.

[0005] Das beschriebene Verfahren weist jedoch den Nachteil auf, dass es nahe der Stabilitätsgrenze betrieben werden muss, um wirksam zu sein. Problematisch ist hierbei insbesondere, dass das Dämpfungsrehmoment mit einer Frequenz aufgebracht wird, die der Torsionsresonanzfrequenz entspricht. Deswegen führen bereits kleine Fehler bei der Berechnung des Gegendrehmoments oder kleine Änderungen im mechanischen Verhalten des Antriebsstrangs unter Umständen zu Instabilitäten. Dabei ist zu berücksichtigen, dass sich die mechanischen Eigenschaften des Antriebsstrangs im Allgemeinen über die Lebensdauer eines Kraftfahrzeugs verändern, beispielsweise kommt es zu Verschleiß an Zahnradern oder zu einer Änderung der elastischen Eigenschaften von Wellenkupplungen. Ein weiterer Nachteil des Verfahrens ist, dass nur auf bereits existierende Schwingungen reagiert werden kann, die Dämpfung setzt also erst ein, wenn die hohe Belastung für den Antriebsstrang bereits vorhanden ist.

[0006] Der Erfindung liegt also die Aufgabe zugrunde,

mit möglichst geringem Aufwand Schwingungen im Antriebsstrang zu unterdrücken, wobei insbesondere hohe Belastungen des Antriebsstrangs und Ruckelbewegungen des Fahrzeugs vermieden werden sollen.

5 **[0007]** Die Aufgabe wird mit einer Dämpfungseinrichtung gemäß Anspruch 1 und einem Dämpfungsverfahren gemäß Anspruch 15 gelöst.

[0008] Die Erfindung geht von der physikalischen Erkenntnis aus, dass die Brennkraftmaschine, der Antriebsstrang oder der Drehzahlsensor eine Totzeit aufweisen, welche die Regelung von Dämpfungsrehmomenten zur Unterdrückung von Torsionsschwingungen im Antriebsstrang erschwert. Beispielsweise führt eine erhöhte Kraftstoffzufuhr nicht unmittelbar zu einem erhöhten Antriebsdrehmoment der Brennkraftmaschine, da die Kraftstoffmenge getaktet in die Brennräume eingespritzt wird, wodurch Zeitverluste entstehen.

10 **[0009]** Vorteilhafterweise wird deshalb im Rahmen der Erfindung ein Prädiktorglied eingesetzt, um eine mechanische Zustandsgröße des Antriebsstrangs als Antwort auf eine Stellgröße zu ermitteln. Dies hat den Vorteil, dass die Stellgröße in Abhängigkeit von der ermittelten mechanischen Zustandsgröße festgelegt werden kann und die Brennkraftmaschine mit der so modifizierten Stellgröße angesteuert wird. Damit wird bereits

20 **[0010]** Die Stellgröße für die Brennkraftmaschine kann beispielsweise die der Brennkraftmaschine zugeführte Kraftstoffmenge sein. Es ist jedoch auch vorstellbar, andere Stellgrößen, wie beispielsweise die Drosselklappenstellung zu beeinflussen.

25 **[0011]** Die mechanische Zustandsgröße gibt vorzugsweise die zeitliche Veränderung der Torsion des Antriebsstrangs wieder, um Torsionsschwingungen deutlich von den anderen im Betrieb üblichen Belastungen zu unterscheiden.

30 **[0012]** Die erfindungsgemäße Vorrichtung berücksichtigt vorzugsweise das eingestellte Übersetzungsverhältnis des Getriebes und andere Übersetzungen im Antriebsstrang. So kann die Dämpfungseinrichtung einen Signaleingang zur Aufnahme eines das Übersetzungsverhältnis des Getriebes wiedergebenden Signals umfassen.

35 **[0013]** Das Prädiktorglied weist vorzugsweise ein Modell der Brennkraftmaschine und des Antriebsstrangs auf, um die mechanische Zustandsgröße zu ermitteln. Ein Modell hat den Vorteil, dass es eine rechnerische Vorhersage der mechanischen Antwort auf vorgegebene Ansteuerungen ermöglicht.

40 **[0014]** Vorzugsweise ist das in dem Prädiktorglied enthaltene Modell im wesentlichen totzeitfrei. Da besonders die Brennkraftmaschine aufgrund des Verbrennungsprozesses eine Totzeit aufweist, hat dies den Vorteil eines Zeitgewinns. Wird vor einem Regelungseingriff die tatsächliche Antwort des Antriebsstrangs auf die Stellgröße abgewartet, so können während der dabei verstreichenden Totzeit weitere schwingungsanregende Impulse durch die Stellgröße gegeben werden, ohne

dass dagegen geregelt wird. Wird dagegen die Antwort zeitnah, d.h. so schnell es die Recheneinheit des Modells erlaubt, berechnet, so können Torsionsschwingungen bereits im Anfangsstadium unterdrückt werden oder es kann die Anregung von Torsionsschwingungen unterdrückt werden.

[0015] Vorzugsweise ist der Ausgang des Prädiktorglieds mit dem Eingang eines Übertragungsglieds verbunden, das selbst ausgangsseitig mit dem Stellglied verbunden ist, um die Stellgröße anhand der mit dem Modell ermittelten Zustandsgröße zu beeinflussen. Das Übertragungsglied unterdrückt damit eine Schwingung, die sich einstellen würde, falls das Stellglied die Brennkraftmaschine mit einer Steuergröße ansteuert, die die Grundlage der Berechnung mit dem Modell des Antriebsstrangs war. Stellt also das Übertragungsglied fest, dass die vom Modell ausgegebene mechanische Zustandsgröße eine Schwingung wiedergibt, so wirkt sie dieser Schwingung entgegen, bevor diese Schwingung tatsächlich auftreten kann.

[0016] Vorteilhafterweise weist das Übertragungsglied ein P-Glied oder ein PD-Glied auf. Das P-Glied verändert die Stellgröße in einer proportionalen Abhängigkeit von der ermittelten Zustandsgröße. Es entspricht damit einem bekannten P-Regler, der ein proportionales Übertragungsverhalten aufweist. Da die Ermittlung der Zustandsgröße durch das Prädiktorglied im wesentlichen keine Totzeit aufweist, wird mit der proportionalen Übertragungscharakteristik des P-Glieds eine stabile Unterdrückung von Schwingungen im Antriebsstrang erreicht. Alternativ kann auch ein PD-Glied eingesetzt werden, das die Stellgröße zusätzlich oder ausschließlich in einer Abhängigkeit von der zeitlichen Änderung der ermittelten Zustandsgröße verändert. Das Übertragungsverhalten des PD-Glieds entspricht im wesentlichen dem eines PD-Reglers. Das PD-Glied bewirkt dabei eine Phasenvoreilung der Stellgröße gegenüber der ermittelten Zustandsgröße, wodurch eine Stabilisierung erreicht wird.

[0017] Vorteilhafterweise weist die Dämpfungseinrichtung eine Regelschleife zur Adaption des Prädiktorglieds auf. Dies bietet den Vorteil, dass das Prädiktorglied an veränderte Bedingungen angepasst werden kann. So kann beispielsweise das Prädiktorglied in Abhängigkeit einer Veränderung der mechanischen Eigenschaften des Antriebsstrangs so verändert werden, dass es die Antwort des Antriebsstrangs auf eine Ansteuerung der Brennkraftmaschine mit einer Stellgröße nach einer Veränderung der mechanischen Eigenschaften des Antriebsstrangs zuverlässig vorhersagen kann. Die Anpassung kann beispielsweise darin bestehen, die Parameter des Zwei-Massen-Schwingers zu verändern. In einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung stützt der Regelkreis die Modellzustände. Damit können Störungen und Modellungenauigkeiten unmittelbar korrigiert werden, was die Qualität der Vorhersage des Prädiktorglieds erhöht.

[0018] Vorteilhafterweise weist die Dämpfungsein-

richtung eine Messeinrichtung zur Messung der Zustandsgröße des Antriebsstrangs auf. Dadurch erhält die Dämpfungseinrichtung Informationen über die tatsächliche Antwort des Antriebsstrangs und der Brennkraftmaschine auf eine Ansteuerung mit einer Stellgröße, die der Dämpfungseinrichtung vorzugsweise bekannt ist. Die Messeinrichtung kann einen Winkelgeschwindigkeitsaufnehmer an einem angetriebenen Rad umfassen, beispielsweise der Winkelgeschwindigkeitsaufnehmer eines bereits vorhandenen Anti-Blockier-Systems (ABS). Wird zusätzlich die Drehzahl der Brennkraftmaschine und das Übersetzungsverhältnis des Antriebsstrangs berücksichtigt, kann damit eine zeitliche Veränderung der Torsion des Antriebsstranges ermittelt werden. Weiterhin können auch Winkelgeschwindigkeitssensoren im Bereich des Getriebes oder an einer anderen Stelle des Antriebsstrangs eingesetzt werden, wodurch Torsionsschwingungen im Antriebsstrang präziser erfasst werden können. Außerdem ist vorstellbar, die Torsion des Antriebsstrangs beispielsweise mit Dehnmessstreifen oder magnetostriktiven Sensoren zu messen.

[0019] Weist die Messeinrichtungen eine Totzeit auf, so ergibt sich ein zusätzlicher Zeitgewinn durch die Ermittlung der Antwort des Antriebsstrangs in dem im Wesentlichen totzeitfreien Modell. Die Messeinrichtung zur Messung der Drehzahl eines Rades kann beispielsweise eine Totzeit aufweisen, da sie eine bestimmte Winkeldrehung des Rades abwarten muss, bevor die nächste Messmarke eine Messstelle der Messeinrichtung erreicht.

[0020] Die Dämpfungseinrichtung umfasst in einer bevorzugten Ausführungsform ein Totzeitglied zur Simulation der Totzeit der Brennkraftmaschine, des Antriebsstrangs oder der Messeinrichtung. Wird das Totzeitglied eingangsseitig mit dem Prädiktorglied verbunden, so kann eine totzeitbehaftete Zustandsgröße aus der vom Prädiktorglied ermittelten Zustandsgröße berechnet werden. Dies hat den Vorteil, dass der Dämpfungseinrichtung eine Information über die vom Prädiktorglied vorhergesagte Zustandsgröße zu einem Zeitpunkt bereitgestellt wird, an dem diese Zustandsgröße am Antriebsstrang tatsächlich auftreten sollte. Vorzugsweise wird die Totzeit in Abhängigkeit von der Drehzahl der Brennkraftmaschine simuliert. Beispielsweise kann die Totzeit indirekt linear von der Drehzahl abhängig sein. Die Berücksichtigung der Drehzahl hat den Vorteil, dass die Totzeit präziser bestimmt werden kann.

[0021] In einer Vergleichereinheit der Dämpfungseinrichtung wird vorzugsweise ein Vergleich der gemessenen Zustandsgröße mit der berechneten totzeitbehafteten Zustandsgröße vorgenommen. Dadurch kann erkannt werden, ob die vom Modell des Prädiktorglieds ermittelte Zustandsgröße in Übereinstimmung mit der tatsächlich am Antriebsstrang auftretenden Zustandsgröße ist. Dies stellt eine Qualitätskontrolle des Modells des Prädiktorglieds dar. Die Vergleichereinheit kann dabei sowohl die Phasenlage als auch die Amplitude der

berechneten totzeitbehafteten Zustandsgröße überprüfen.

[0022] Mit dem Ausgang der Vergleichereinheit ist vorteilhafterweise eine Adaptionseinheit verbunden. Diese Adaptionseinheit hat die Aufgabe, das Prädiktorglied in Abhängigkeit von dem Vergleich der gemessenen Zustandsgröße mit der berechneten, totzeitbehafteten Zustandsgröße zu adaptieren. Stellt die Adaptionseinheit beispielsweise fest, dass von dem Prädiktorglied eine leichte Torsionsschwingung vorhergesagt wird, diese tatsächlich aber am Antriebsstrang wesentlich größer auftritt, so kann die Adaptionseinheit das Modell des Antriebsstrangs dahingehend beeinflussen, dass die Amplitude der vorhergesagten Antwort bei zukünftigen Berechnungen größer ausfällt. Vorzugsweise passt die Adaptionseinheit das Modell des Antriebsstrangs und der Brennkraftmaschine nicht unmittelbar bei einer ersten Fehlererkennung an, sondern integriert die auftretenden Fehler über einen längeren Zeitraum, beispielsweise über Minuten, Stunden oder auch Wochen und Monate. Damit kann die Adaptionseinheit erkennen, ob sich das mechanische Verhalten des Antriebsstrangs über einen längeren Zeitraum verändert und dementsprechend das Modell des Antriebsstrangs und der Brennkraftmaschine anpassen. Vorzugsweise beeinflusst die Adaptionseinheit einzelne Parameter des Modells des Prädiktorglieds, wie beispielsweise die Dämpfung oder die Federsteifigkeit eines Zwei-Massen-Schwingers. Vorteile können sich auch aus einer Stützung der Modellzustände durch die Adaptionseinheit ergeben. Damit sind auch kurzfristige Modellkorrekturen möglich, die das Vorhersageverhalten des Modells verbessern.

[0023] Vorzugsweise enthält die Regelschleife das Prädiktorglied, das Totzeitglied, die Messeinrichtung, das Vergleichsglied und die Adaptionseinheit. Es ist jedoch auch vorstellbar, die Regelschleife in einer anderen Form anzuordnen, so kann beispielsweise zusätzlich eine Adaptionseinheit zur Adaption des Totzeitglieds vorgesehen werden, falls festgestellt wird, dass die berechnete totzeitbehaftete Zustandsgröße eine konstante Phasenverschiebung gegenüber der gemessenen Zustandsgröße aufweist.

[0024] Die Dämpfungseinrichtung weist vorzugsweise einen Bremssignaleingang auf. Dies hat den Vorteil, dass die Dämpfungseinrichtung die Unterdrückung der Torsionsschwingungen in Abhängigkeit von einem Bremssignal ausführen kann. So kann beispielsweise bei einer starken Verzögerung, die seitens des Fahrers des Kraftfahrzeugs gewünscht wird, die Dämpfungseinrichtung funktionslos geschaltet werden, um eine Kraftstoffzuführung zur Brennkraftmaschine durch die Dämpfungseinrichtung zu verhindern. Es ist auch vorstellbar, dass das mechanische Modell des Antriebsstrangs an einen Bremseingriff angepasst wird, falls beispielsweise eine Antischlupfregelung einen Bremseingriff an einem Antriebsrad vornimmt.

[0025] In einer weiteren vorteilhaften Ausführungs-

form weist die erfindungsgemäße Dämpfungseinrichtung einen Eingang zur Aufnahme eines Gaspedalsignals auf, wobei die Unterdrückung der Torsionsschwingungen in Abhängigkeit des Gaspedalsignals vorgenommen werden kann. Besondere Vorteile ergeben sich durch die Berücksichtigung der zeitlichen Veränderung der Gaspedalstellung. So kann beispielsweise bei einer Erhöhung des vom Fahrer gewünschten Antriebsmoments der Brennkraftmaschine entsprechend einer Zunahme des Gaspedalsignals die Dämpfungseinrichtung mit anderen Parametern betrieben werden als bei einer Abnahme des Gaspedalsignals. Beispielsweise kann die Brennkraftmaschine mit dem Antriebsstrang unterschiedliche Totzeiten für Veränderungen des gewünschten Moments in verschiedene Richtungen aufweisen. Des Weiteren kann es vorteilhaft sein, dass bei einem plötzlichen Loslassen des Gaspedals die Dämpfungseinrichtung außer Kraft gesetzt wird, da unter Umständen angenommen werden kann, dass der Fahrer eine starke Verzögerung des Fahrzeugs einleiten möchte.

[0026] Die Erfindung umfasst ferner eine Motorsteuerung mit einer Dämpfungseinrichtung in einer der beschriebenen Ausführungsformen. Eine solche Motorsteuerung ist besonders dazu geeignet, die Brennkraftmaschine so anzusteuern, dass verschleißerhöhende Belastungsspitzen und Ruckelbewegungen in Längsrichtung des Fahrzeugs vermieden werden.

[0027] Des Weiteren umfasst die Erfindung ein Dämpfungsverfahren, das beispielsweise mit einer der beschriebenen Dämpfungseinrichtungen durchgeführt werden kann.

[0028] Vorzugsweise wird zur Unterdrückung von Torsionsschwingungen im Antriebsstrang der Brennkraftmaschine die Drehzahl der Brennkraftmaschine ermittelt und die Zustandsgröße mit einem vorgegebenen zeitlichen Abstand wiederholt ermittelt, wobei der zeitliche Abstand in Abhängigkeit von der Drehzahl der Brennkraftmaschine festgelegt wird. Bei höheren Drehzahlen der Brennkraftmaschine wird beispielsweise die einzuspritzende Kraftstoffmenge in kürzeren Abständen berechnet als bei niedrigeren Drehzahlen. Daher ist es von Vorteil, wenn die Zustandsgröße, die die Torsionsschwingungen des Antriebsstrangs wiedergibt, bei höheren Drehzahlen in kürzeren Abständen berechnet wird, um die einzuspritzende Kraftstoffmenge anzupassen.

[0029] Vorteilhafterweise wird die Zustandsgröße vor jedem Einspritzvorgang ermittelt. Dadurch kann vermieden werden, dass ein Einspritzvorgang vorgenommen wird, mit dem Torsionsschwingungen angeregt werden könnten. Alternativ kann es jedoch auch ausreichend sein, die Zustandsgröße bei einer Brennkraftmaschine mit mehreren Brennräumen nur vor jedem Einspritzvorgang eines bestimmten Brennraums zu berechnen. Dies hat den Vorteil, dass weniger Rechenkapazität benötigt wird. Unter Umständen kann auch eine Ermittlung der Zustandsgröße in noch größeren Abständen sinn-

voll sein.

[0030] Die Erfindung wird nachfolgend anhand der beiden beigefügten Figuren näher beschrieben. Es zeigen:

Figur 1 eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Dämpfungseinrichtung und

Figur 2 ein Flussdiagramm eines erfindungsgemäßen Dämpfungsverfahrens.

[0031] Figur 1 zeigt schematisch ein regelungstechnisches Ersatzschaltbild, bei dem eine Brennkraftmaschine 1 von einer Stelleinrichtung 2 angesteuert wird. In der Zeichnung ist dargestellt, dass die Stellgröße, mit der die Brennkraftmaschine 1 von der Stelleinrichtung 2 angesteuert wird, die Kraftstoffmenge m eines Einspritzvorgangs ist. Tatsächlich kann die Stelleinrichtung 2 weitere Parameter der Brennkraftmaschine 1 steuern, beispielsweise die Drosselklappenstellung.

[0032] Die Brennkraftmaschine 1 treibt über einen Antriebsstrang 3 die Räder eines Fahrzeugs an. Der Antriebsstrang 3 umfasst mehrere Wellen, ein Getriebe, ein Differenzial und Gelenke zur Momentenübertragung zwischen den einzelnen Komponenten. Der Antriebsstrang 3 wird von der Brennkraftmaschine 1 mit dem Moment M_{IST} angetrieben.

[0033] Die Stelleinrichtung 2 stellt die einzuspritzende Kraftstoffmenge m entsprechend der Vorgabe des Antriebsmoments M'_{SOLL} der Brennkraftmaschine 1 ein. Die Stelleinrichtung 2 bedient sich dabei eines Steuer-

verfahrens, das in verschiedenen Ausführungsformen dem Fachmann hinlänglich bekannt ist.

[0034] Die Dämpfungseinrichtung umfasst ein Prädiktorglied 4, das ein Modell der Brennkraftmaschine 1 und des Antriebsstrangs 3 enthält. Das Modell ist ein Torsionsschwinger mit zwei Massenträgheitsmomenten und einem Drehfederdämpfeglied zwischen den beiden Massenträgheitsmomenten. Hierbei entspricht ein Massenträgheitsmoment dem Massenträgheitsmoment der bewegten Teile der Brennkraftmaschine 1. Das Drehfederdämpferelement stellt den Antriebsstrang 3 mit seinen Komponenten dar. Das zweite Massenträgheitsmoment des Modells entspricht den angetriebenen Rädern und der Masse des Fahrzeugs, die mit einem Trägheitsradius entsprechend dem Radius der Räder in die Berechnung des zweiten Massenträgheitsmomentes eingehen. M'_{SOLL} wird als Belastungsmoment auf das Modell aufgebracht. Das Prädiktorglied 4 errechnet hieraus anhand des Modells die Winkelgeschwindigkeit der Welle der Brennkraftmaschine 1, an der der Antriebsstrang 3 angeschlossen ist, und die Winkelgeschwindigkeit der angetriebenen Räder. Hierbei berücksichtigt das Modell das eingestellte Übersetzungsverhältnis des Getriebes. Der Ausgang des Prädiktorglieds 4 enthält ein Signal, das die Differenz $\Delta\alpha_{MODELL}$ der beschriebenen Winkelgeschwindigkeiten darstellt.

[0035] Die Differenz $\Delta\alpha_{MODELL}$ entspricht der zeitlichen Veränderung der Torsion des Antriebsstrangs 3

zwischen Brennkraftmaschine 1 und angetriebenen Rädern. Um eine Torsionsschwingung möglichst wirksam zu unterdrücken, wird entsprechend einer klassischen mechanischen Dämpfung von einem PD-Glied 5 ein Dämpfungs Drehmoment $M_{KORREKTUR}$ entsprechend der Torsionsgröße $\Delta\alpha_{MO-DELL}$, die die zeitlichen Veränderung der Torsion wiedergibt, errechnet. Das PD-Glied 5 entspricht einem an sich bekannten PD-Regler, wobei die Kennzahlen für den proportionalen und den differentiellen Teil in Versuchen angepasst werden. Dabei wirkt ein größerer D-Anteil stabilisierend.

[0036] Das vom PD-Glied 5 berechnete Korrektormoment $M_{KORREKTUR}$ wird zu einem vom Fahrer vorgegebenen Drehmoment M_{SOLL} der Brennkraftmaschine 1 in einem Addierer 6 addiert. Das Ergebnis dieser Addition ist das Drehmoment M'_{SOLL} , das das Eingangssignal für die Stelleinrichtung 2 und das Prädiktorglied 4 darstellt. Im Einzelnen können in diesem Kreislauf durch mehrere iterative Schritte immer weiter verbesserte Momentenvorgaben M'_{SOLL} errechnet werden.

[0037] Die dargestellte Dämpfungseinrichtung unterdrückt insbesondere deswegen sehr wirkungsvoll Torsionsschwingungen im Antriebsstrang 3, da sie nicht wie ein Regelverfahren aufgrund von Totzeiten im Regelkreis stabilitätskritisch ist. Die Brennkraftmaschine 1 weist eine Totzeit auf, die hauptsächlich durch den Brennvorgang bedingt ist. Die Totzeit der Brennkraftmaschine 1 beträgt bei einer Drehzahl von 800 Umdrehungen pro Minute (Upm) etwa 40 ms. Die Totzeit ist indirekt proportional zur Drehzahl. Aufgrund dieser Totzeit ist eine Messung der mechanischen Antwort des Antriebsstrangs 2 und der Brennkraftmaschine 1 auf die Stellgröße m der Stelleinrichtung 2 erst nach dieser Totzeit möglich.

[0038] Dagegen weist das Prädiktorglied 4 mit dem Modell des Antriebsstrangs 3 und der Brennkraftmaschine 1 im wesentlichen keine Totzeit auf. Die Zeitspanne, nach der am Signalausgang des Prädiktorglieds 4 die Antwort auf die Eingangsgröße M'_{SOLL} bereitsteht, hängt nur von der Rechengeschwindigkeit des Prädiktorglieds 4 ab. Die Zeitspanne ist bei Einsatz üblicher mikroelektronischer Bauteile weit geringer als die Totzeit der Brennkraftmaschine 1. Daher ist eine zeitnahe Berechnung eines Korrektormoments $M_{KORREKTUR}$ möglich.

[0039] Zur Überprüfung der Vorhersagequalität und zu einer eventuellen Modelladaptation des Modells des Prädiktorglieds 4 wird mit einer Messeinrichtung 7 die tatsächliche zeitliche Veränderung $\Delta\alpha_{IST}$ der Torsion des Antriebsstrangs 3 gemessen. Die Messeinrichtung 7 umfasst einen Drehzahlsensor an der Brennkraftmaschine 1, der die Drehzahl der Brennkraftmaschine 1 misst, und Drehzahlsensoren an jedem angetriebenen Rad. Üblicherweise wird in einem Kraftfahrzeug ohnehin die Drehzahlen der Brennkraftmaschine 1 und der Räder gemessen, beispielsweise im Rahmen einer Antriebschlupfregelung. Die Messeinrichtung 7 errechnet

aus den Signalen der einzelnen Drehzahlsensoren die zeitliche Veränderung $\Delta\alpha_{IST}$ der Torsion des Antriebsstrangs 2. Um diese gemessene zeitliche Veränderung $\Delta\alpha_{IST}$ der Torsion des Antriebsstrangs 3 mit der errechneten zeitlichen Veränderung $\Delta\alpha_{MODELL}$ vergleichen zu können, ist es notwendig, die berechnete Zustandsgröße $\Delta\alpha_{MODELL}$ mit einem Totzeitglied 8 zeitlich zu verschieben. In einer Vergleichereinheit 9 wird die mit dem Totzeitglied 8 und dem Prädiktorglied 4 errechnete zeitliche Veränderung $\Delta\alpha'_{MODELL}$ der Torsion des Antriebsstrangs 3 mit der gemessenen zeitlichen Veränderung $\Delta\alpha_{IST}$ der Torsion des Antriebsstrangs 3 verglichen. Das Ergebnis dieses Vergleichs stellt den Fehler der Vorhersage des Prädiktorglieds 4 dar. Der Fehler dient als Eingangsgröße für eine Adaptionseinheit 10, die die Aufgabe hat, das Modell des Prädiktorglieds 4 zu adaptieren. Dies geschieht durch Parameteranpassung, beispielsweise der Feder- und Dämpfungskonstanten des Zwei-Massen-Schwinger-Modells. Dadurch ist gewährleistet, dass das Prädiktorglied 4 auch bei veränderten mechanischen Eigenschaften der Brennkraftmaschine 1 und des Antriebsstrangs 3 weiterhin richtig die Antwort des Antriebsstrangs 3 auf ein Antriebsmoment M'_{SOLL} vorhersagt.

[0040] In Figur 2 ist ein erfindungsgemäßes Dämpfungsverfahren dargestellt. Es beginnt mit der Vorgabe eines gewünschten Motorantriebsmoments M_{SOLL} durch den Fahrer. Im nächsten Schritt wird die mechanische Antwort des Antriebsstrangs und der Brennkraftmaschine auf das gewünschte Motorantriebsmoment M_{SOLL} berechnet. Das Ergebnis ist die Zustandsgröße $\Delta\alpha_{MODELL}$, die die zeitliche Veränderung der Torsion des Antriebsstrangs darstellt. Hierbei wird die Torsion des Antriebsstrangs zwischen der Brennkraftmaschine und den angetriebenen Rädern berechnet.

[0041] Im nächsten Schritt wird ein Korrekturmoment $M_{KORREKTUR}$ berechnet, das durch einfache Multiplikation der Zustandsgröße $\Delta\alpha_{MODELL}$ mit einer Konstanten P berechnet wird. Da die Zustandsgröße $\Delta\alpha_{MODELL}$ die zeitliche Veränderung der Torsion des Antriebsstrangs darstellt, entspricht $M_{KORREKTUR}$ einem mechanischen Dämpfungsmoment.

[0042] Danach wird durch eine Addition des Korrekturmoments $M_{KORREKTUR}$ und des vorgegebenen Moments M_{SOLL} die Eingangsgröße M'_{SOLL} für die Ermittlung der zugeführten Kraftstoffmenge berechnet. Die Stelleinrichtung der Brennkraftmaschine wird dementsprechend mit M'_{SOLL} im nächsten Schritt angesteuert.

[0043] Nachfolgend wird auf der Grundlage des Ansteuerdrehmoments M'_{SOLL} die Zustandsgröße $\Delta\alpha_{MODELL}$ neu berechnet. In diesem Schritt wird dementsprechend eine Vorhersage über die zukünftige tatsächliche Antwort des Systems bestehend aus Brennkraftmaschine und Antriebsstrang auf die Ansteuerung mit M'_{SOLL} gemacht.

[0044] Anschließend wird an der berechneten Zustandsgröße eine Totzeit simuliert, die der tatsächlichen Totzeit der Brennkraftmaschine entspricht. Das Ergeb-

nis dieser Simulation ist eine totzeitbehaftete Zustandsgröße $\Delta\alpha'_{MODELL}$, die der tatsächlichen zeitlichen Veränderung der Torsion des Antriebsstrangs entspricht, falls die Zustandsgröße richtig vorhergesagt wurde.

[0045] Um diese Vorhersage zu überprüfen, wird im nächsten Schritt die tatsächliche zeitliche Veränderung der Torsion des Antriebsstrangs $\Delta\alpha_{IST}$ gemessen. Falls sich beim anschließenden Vergleich der gemessenen mit der vorausgerechneten Größe herausstellt, dass die Vorhersage falsch ist, so wird eine Parameteranpassung des Modells vorgenommen.

[0046] Nach der Parameteranpassung oder direkt nach dem Vergleich, falls der Vergleich ergeben hat, dass die Vorhersage richtig war, wird überprüft, ob die Brennkraftmaschine abgestellt werden soll. Falls dies nicht der Fall ist, springt das Verfahren zum ersten Schritt zurück, und fragt ein neues Wunschmoment M_{SOLL} des Fahrers ab. Ansonsten wird die Brennkraftmaschine abgestellt und das Verfahren beendet.

[0047] Die Erfindung ist nicht auf das vorgehend beschriebene Ausführungsbeispiel und das beschriebene Verfahren beschränkt sondern umfasst auch andere Vorrichtungen und Verfahren, soweit diese von dem Erfindungsgedanken Gebrauch machen.

Patentansprüche

1. Dämpfungseinrichtung zur Unterdrückung von Torsionsschwingungen im Antriebsstrang (3) einer Brennkraftmaschine (1), mit

- einer Erfassungseinrichtung (4, 7) zur Ermittlung einer die Torsion des Antriebsstrangs (3) wiedergebenden mechanischen Zustandsgröße ($\Delta\alpha_{MODELL}$, $\Delta\alpha_{IST}$) und
- einer Stelleinrichtung (2) zur Ansteuerung der Brennkraftmaschine (1) mit einer Stellgröße (m) in Abhängigkeit von der ermittelten Zustandsgröße ($\Delta\alpha_{MODELL}$, $\Delta\alpha_{IST}$),

dadurch gekennzeichnet,

dass die Erfassungseinrichtung (4, 7) ein Prädiktorglied (4) aufweist, das ein Modell des Antriebsstrangs (3) und/oder der Brennkraftmaschine (1) enthält und die Zustandsgröße ($\Delta\alpha_{MODELL}$) als Antwort des Antriebsstrangs (3) und/oder der Brennkraftmaschine (1) auf die Stellgröße (m) an Hand des Modells ermittelt.

2. Dämpfungseinrichtung nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

dass das in dem Prädiktorglied (4) enthaltene Modell im wesentlichen totzeitfrei ist, wohingegen die Brennkraftmaschine (1) und/oder der Antriebsstrang (3) eine Totzeit (t_{TOT}) aufweisen.

3. Dämpfungseinrichtung nach Anspruch 1 oder 2,

- gekennzeichnet durch**
ein Übertragungsglied (5), das eingangsseitig mit dem Prädiktorglied (4) und ausgangsseitig mit dem Stellglied (2) verbunden ist, um die Stellgröße (m) an Hand der mit dem Modell ermittelten Zustandsgröße ($\Delta\alpha_{\text{MODELL}}$) zu beeinflussen.
4. Dämpfungseinrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Übertragungsglied (5) ein P-Glied oder ein PD-Glied (5) aufweist.
5. Dämpfungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **gekennzeichnet durch** eine Regelschleife (4, 7, 8, 9, 10) zur Adaption des Prädiktorglieds (4).
6. Dämpfungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **gekennzeichnet durch** eine Messeinrichtung (7) zur Messung der Zustandsgröße ($\Delta\alpha_{\text{IST}}$) des Antriebsstrangs (3).
7. Dämpfungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Messeinrichtung (7) totzeitbehaftet ist.
8. Dämpfungseinrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 7, **gekennzeichnet durch** ein eingangsseitig mit dem Prädiktorglied (4) verbundenes Totzeitglied (8) zur Simulation der Totzeit (t_{TOT}) der Brennkraftmaschine (1) und/oder des Antriebsstrangs (3) und/oder der Messeinrichtung (7) und zur Ausgabe einer berechneten totzeitbehafteten Zustandsgröße ($\Delta\alpha'_{\text{MODELL}}$).
9. Dämpfungseinrichtung nach Anspruch 8, **gekennzeichnet durch** eine eingangsseitig mit dem Totzeitglied (8) und der Messeinrichtung (7) verbundenen Vergleichereinheit (9) zum Vergleich der gemessenen Zustandsgröße ($\Delta\alpha_{\text{IST}}$) mit der berechneten, totzeitbehafteten Zustandsgröße ($\Delta\alpha'_{\text{MODELL}}$).
10. Dämpfungseinrichtung nach Anspruch 9, **gekennzeichnet durch** eine eingangsseitig mit dem Ausgang der Vergleichereinheit (9) und ausgangsseitig mit dem Prädiktorglied (4) verbundenen Adaptionseinheit (10) zur Adaption des Prädiktorglieds (4) in Abhängigkeit des Vergleichs.
11. Dämpfungseinrichtung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Regelschleife (4, 7, 8, 9, 10) das Prädiktorglied (4), das Totzeitglied (8), die Messeinrichtung (7), das Vergleichsglied (9) und die Adaptionseinheit (10) aufweist.
12. Dämpfungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **gekennzeichnet durch** einen Bremssignaleingang zur Aufnahme eines Bremssignals, wobei die Unterdrückung der Torsionsschwingungen in Abhängigkeit des Bremssignals vorgenommen wird.
13. Dämpfungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **gekennzeichnet durch** einen Gaspedalsignaleingang zur Aufnahme eines Gaspedalsignals, wobei die Unterdrückung der Torsionsschwingungen in Abhängigkeit des Gaspedalsignals vorgenommen wird.
14. Motorsteuerung mit einer Dämpfungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13.
15. Dämpfungsverfahren zur Unterdrückung von Torsionsschwingungen im Antriebsstrang (3) einer Brennkraftmaschine (1), das folgende Schritte aufweist:
- Ermitteln einer die Torsion des Antriebsstrangs (3) wiedergebenden mechanischen Zustandsgröße ($\Delta\alpha_{\text{MODELL}}$, $\Delta\alpha_{\text{IST}}$) und
 - Ansteuern der Brennkraftmaschine (1) mit einer Stellgröße (m) in Abhängigkeit von der ermittelten Zustandsgröße ($\Delta\alpha_{\text{MODELL}}$, $\Delta\alpha_{\text{IST}}$), **gekennzeichnet durch** den folgenden Schritt:
 - Ermitteln der Zustandsgröße ($\Delta\alpha_{\text{MODELL}}$) als Antwort auf die Stellgröße (m) an Hand eines Modells des Antriebsstrangs (3) und/oder der Brennkraftmaschine (1).
16. Dämpfungsverfahren nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Modell im wesentlichen totzeitfrei ist, wohingegen die Brennkraftmaschine (1) und/oder der Antriebsstrang (3) eine Totzeit (t_{TOT}) aufweisen.
17. Dämpfungsverfahren nach Anspruch 15 oder 16, **gekennzeichnet durch** die folgenden Schritte:
- Ermittlung der Drehzahl der Brennkraftmaschine (1)
 - Wiederholte Ermittlung der Zustandsgröße ($\Delta\alpha_{\text{MODELL}}$) mit einem vorgegebenen zeitlichen Abstand, wobei der zeitliche Abstand in Abhängigkeit von der Drehzahl der Brennkraftmaschine

ne (1) festgelegt wird.

18. Dämpfungsverfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 17,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Zustandsgröße ($\Delta\alpha_{\text{MODELL}}$) vor jedem Einspritzvorgang ermittelt wird. 5
19. Dämpfungsverfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 18,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Stellgröße (m) mit einer proportionalen Abhängigkeit von der ermittelten Zustandsgröße ($\Delta\alpha_{\text{MODELL}}$) geändert wird. 10
20. Dämpfungsverfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 19,
dadurch gekennzeichnet, dass die Stellgröße (m) mit einer Abhängigkeit von der zeitlichen Änderung der ermittelten Zustandsgröße ($\Delta\alpha_{\text{MODELL}}$) geändert wird. 15
21. Dämpfungsverfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 20,
gekennzeichnet durch
 folgende Schritte: 25
- Simulieren der Totzeit (t_{TOT}) der Brennkraftmaschine (1) und/oder des Antriebsstrangs (3),
 - Berechnen einer totzeitbehafteten Zustandsgröße ($\Delta\alpha'_{\text{MODELL}}$), 30
 - Messen der tatsächlichen Zustandsgröße ($\Delta\alpha_{\text{IST}}$) des Antriebstrangs (3) und
 - Vergleich der gemessenen Zustandsgröße ($\Delta\alpha_{\text{IST}}$) mit der berechneten, totzeitbehafteten Zustandsgröße ($\Delta\alpha'_{\text{MODELL}}$). 35
22. Dämpfungsverfahren nach Anspruch 21,
dadurch gekennzeichnet,
dass die tatsächlichen Zustandsgröße ($\Delta\alpha_{\text{IST}}$) des Antriebstrangs (3) mit einer totzeitbehafteten Messeinrichtung (7) gemessen wird und die Totzeit der Messeinrichtung simuliert wird. 40
23. Dämpfungsverfahren nach Anspruch 21 oder 22,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Totzeit (t_{TOT}) in Abhängigkeit von der Drehzahl der Brennkraftmaschine (1) simuliert wird. 45
24. Dämpfungsverfahren nach einem der Ansprüche 21 bis 23,
gekennzeichnet durch
 folgenden Schritt: 50
- Adaption des Modells des Antriebsstrangs (3) und/oder der Brennkraftmaschine (1) in Abhängigkeit des Vergleichs. 55
25. Dämpfungsverfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 24,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Unterdrückung der Torsionsschwingungen in Abhängigkeit eines Bremsengriffs im Antriebsstrang (3) vorgenommen wird.
26. Dämpfungsverfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 25,
gekennzeichnet durch
 folgenden Schritt:
 Ausschalten der Unterdrückung der Torsionsschwingungen bei einem Bremsengriff im Antriebsstrang (3).
27. Dämpfungsverfahren nach einem der Ansprüche 20 bis 26,
gekennzeichnet durch
 dass eine Kennzahl der proportionalen Abhängigkeit der Stellgröße (m) von der ermittelten Zustandsgröße ($\Delta\alpha_{\text{MODELL}}$) und/oder von der zeitlichen Änderung der ermittelten Zustandsgröße ($\Delta\alpha_{\text{MODELL}}$) in Abhängigkeit von der zeitlichen Änderung des Gaspedalsignals verändert wird.

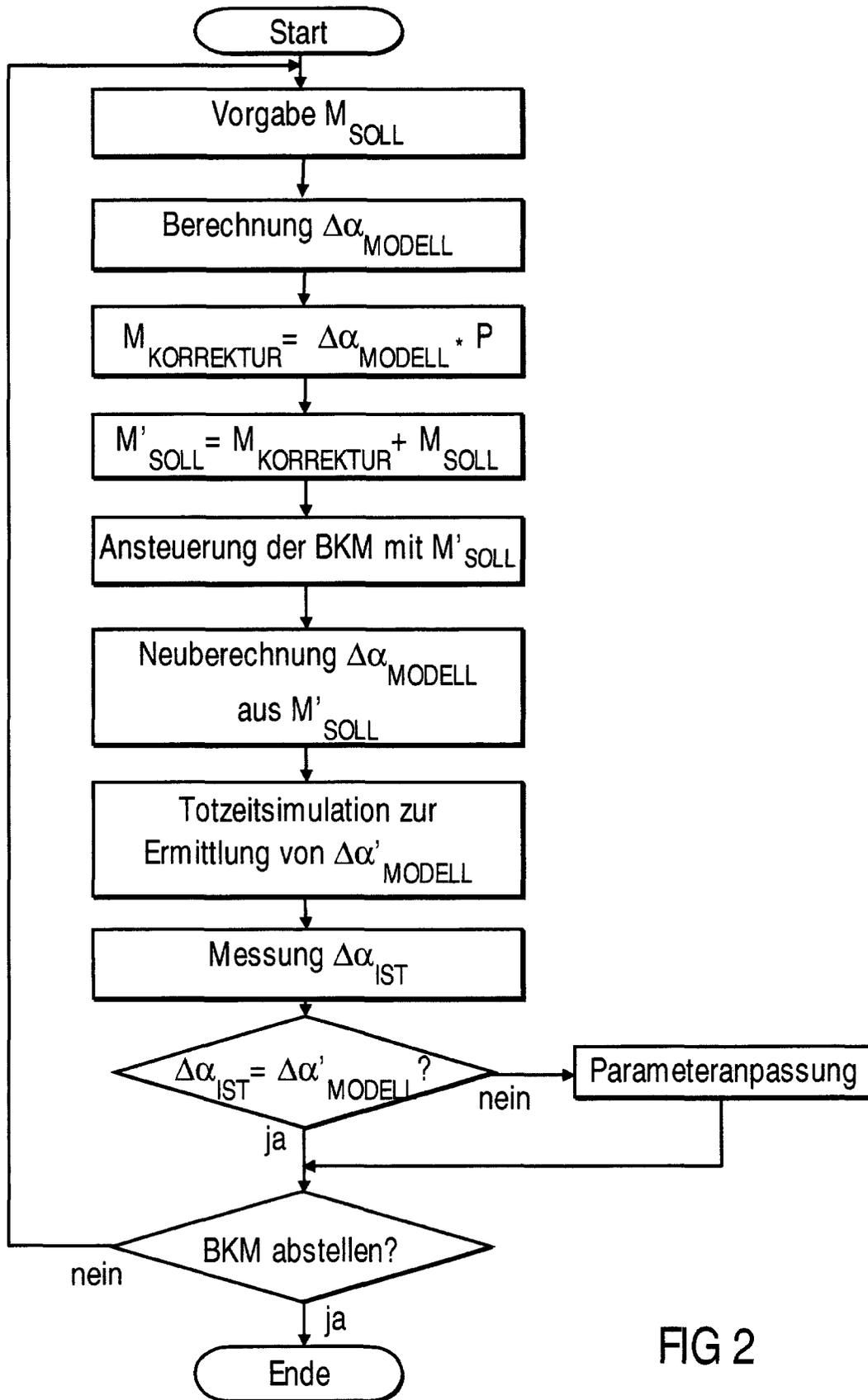


FIG 2



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 04 10 5189

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	EP 0 924 421 A (TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA) 23. Juni 1999 (1999-06-23) * Absätze [0031], [0032], [0038] *	1-4, 8-20,25, 26	F02D41/14
A	----- -----	5,21-24, 27	
X	GB 2 262 818 A (* RICARDO INTERNATIONAL PLC) 30. Juni 1993 (1993-06-30) * Seite 8, Zeile 31 - Seite 9, Zeile 18; Abbildung 1 * * Seite 12, Zeilen 2-9 *	1,5-10, 14-17, 21-24	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
X	EP 1 260 693 A (MAZDA MOTOR CORPORATION) 27. November 2002 (2002-11-27) * Absatz [0024]; Anspruch 1 *	1,2	
X	DE 102 36 202 A1 (FORD GLOBAL TECHNOLOGIES, INC) 13. März 2003 (2003-03-13) * Absatz [0029]; Abbildung 3 *	1,2	G05D
X	US 6 202 630 B1 (YIP JAMES W) 20. März 2001 (2001-03-20) * Anspruch 1 *	1	
X	US 6 022 294 A (SAITO ET AL) 8. Februar 2000 (2000-02-08) * Spalte 7, Zeilen 23-53; Abbildung 2 *	1,14,15	
X	DE 198 51 548 A1 (MITSUBISHI DENKI K.K., TOKIO/TOKYO) 18. November 1999 (1999-11-18) * Spalte 9, Zeilen 26-34 *	1	
	----- -/--		

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

Recherchenort München	Abschlußdatum der Recherche 3. März 2005	Prüfer Pöll, A
<p>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</p> <p>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur</p> <p>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p>		



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	US 6 182 003 B1 (MAIER-LANDGREBE ROLF) 30. Januar 2001 (2001-01-30) * Spalte 2, Zeilen 15-28 * * Spalte 9, Zeilen 54-60 * -----	1	
A	US 6 524 223 B2 (F. GRAF ET AL) 25. Februar 2003 (2003-02-25) * Spalte 3, Zeilen 35-40; Abbildung 1 * -----	1	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTES SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 3. März 2005	Prüfer Pöll, A
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

2 EPO FORM 1503.03.82 (P04C03)

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

EP 04 10 5189

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

03-03-2005

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0924421	A	23-06-1999	JP 3405163 B2	12-05-2003
			JP 11182290 A	06-07-1999
			DE 69822418 D1	22-04-2004
			DE 69822418 T2	03-03-2005
			EP 0924421 A2	23-06-1999
			US 6065449 A	23-05-2000

GB 2262818	A	30-06-1993	KEINE	

EP 1260693	A	27-11-2002	JP 2002349331 A	04-12-2002
			JP 2002349332 A	04-12-2002
			JP 2003041987 A	13-02-2003
			EP 1260693 A2	27-11-2002
			US 2003116130 A1	26-06-2003

DE 10236202	A1	13-03-2003	US 2003069776 A1	10-04-2003
			GB 2379034 A ,B	26-02-2003

US 6202630	B1	20-03-2001	KEINE	

US 6022294	A	08-02-2000	JP 11094068 A	09-04-1999
			JP 11094065 A	09-04-1999
			BR 9803463 A	26-10-1999
			CA 2247174 A1	17-03-1999
			CN 1214424 A	21-04-1999

DE 19851548	A1	18-11-1999	JP 11324770 A	26-11-1999
			FR 2778698 A1	19-11-1999

US 6182003	B1	30-01-2001	DE 19632939 A1	30-10-1997
			BR 9702186 A	16-03-1999
			WO 9740998 A1	06-11-1997
			EP 0835190 A1	15-04-1998
			JP 11511093 T	28-09-1999

US 6524223	B2	04-04-2002	DE 10025586 A1	06-12-2001
			FR 2809353 A1	30-11-2001
			US 2002039950 A1	04-04-2002

EPO FORM P0461

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