



(10) **DE 10 2008 052 992 B4** 2020.10.29

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2008 052 992.3**
(22) Anmeldetag: **23.10.2008**
(43) Offenlegungstag: **30.04.2009**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **29.10.2020**

(51) Int Cl.: **B60G 17/018 (2006.01)**
B60G 23/00 (2006.01)
B60G 21/10 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(66) Innere Priorität:
10 2007 051 207.6 26.10.2007

(73) Patentinhaber:
Volkswagen AG, 38440 Wolfsburg, DE

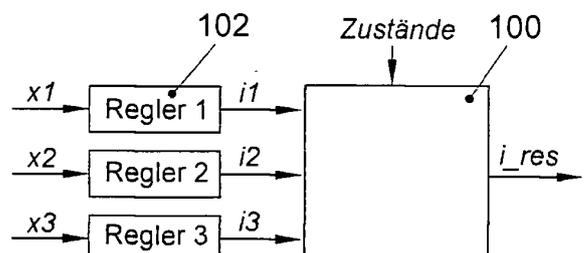
(72) Erfinder:
Arenz, Andrea, Dr., 38458 Velpke, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	39 18 735	A1
DE	41 05 937	A1
DE	41 19 323	A1
DE	43 03 160	A1
DE	101 20 918	A1
DE	101 25 228	A1

(54) Bezeichnung: **Verfahren und System zur Beeinflussung der Bewegung eines in seinen Bewegungsabläufen steuerbaren oder regelbaren Fahrzeugaufbaus eines Kraftfahrzeuges und Fahrzeug**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zur Erzeugung von Signalen zur Beeinflussung der Bewegung eines in seinen Bewegungsabläufen steuerbaren oder regelbaren Fahrzeugaufbaus eines Kraftfahrzeuges, wobei sensorisch die Bewegung des Fahrzeugaufbaus ermittelt wird, die den ermittelten Sensorwerten entsprechenden Sensorsignale einem Dämpferregler zugeführt werden und der Dämpferregler wenigstens ein Steuersignal zur Ansteuerung von Aktuatoren, insbesondere semi-aktiven oder aktiven Dämpfern, liefert, mittels denen die Bewegung des Fahrzeugaufbaus beeinflusst werden kann, dadurch gekennzeichnet, dass mittels des Dämpferreglers aus den Sensorsignalen unter Berücksichtigung von definierten Zuständen in Abhängigkeit von wählbaren Anforderungen an die Bewegung des Fahrzeugaufbaus und Fahrsicherheitsanforderungen mittels zustandsabhängiger Regelalgorithmen das wenigstens eine Steuersignal zur Ansteuerung der Aktuatoren ermittelt wird, wobei das wenigstens eine Steuersignal aus einer Kombination von wenigstens zwei mittels unterschiedlicher zustandsabhängiger Regelalgorithmen gelieferten Signalen ermittelt wird, als das wenigstens eine Steuersignal ein direkt die Aktuatoren beeinflussender Steuerstrom bereitgestellt wird, wobei aus von Einzelreglern bereitgestellten Eingangsströmen ein resultierender Strom ermittelt wird, der der Steuerstrom für die Dämpfer ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erzeugung von Signalen zur Beeinflussung der Bewegung eines in seinen Bewegungsabläufen steuerbaren oder regelbaren Fahrzeugaufbaus eines Kraftfahrzeuges, wobei sensorisch die Bewegung des Fahrzeugaufbaus ermittelt wird, die den ermittelten Sensorwerten entsprechenden Sensorsignale einem Dämpferregler zugeführt werden, der Dämpferregler wenigstens ein Steuersignal zur Ansteuerung von Aktuatoren, insbesondere von semiaktiven oder aktiven Dämpfern, liefert, mittels denen die Bewegung des Fahrzeugaufbaus beeinflusst werden kann. Die Erfindung betrifft ferner ein System zur Durchführung des Verfahrens und ein Fahrzeug, insbesondere Kraftfahrzeug, mit einem System zur Beeinflussung der Bewegung eines in seinen Bewegungsabläufen steuerbaren oder regelbaren Fahrzeugaufbaus.

[0002] Verfahren und Systeme der gattungsgemäßen Art sind bekannt. So ist beispielsweise aus DE 39 18 735 A1 ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Dämpfung von Bewegungsabläufen an Fahrwerken von Personen- und Nutzkraftfahrzeugen bekannt, bei denen aus einer sensorisch ermittelten Bewegung zweier Fahrzeugmassen mittels einer Signalverarbeitungsschaltung ein Steuersignal für einen steuerbaren, an den Fahrzeugmassen angreifenden Aktuator gebildet wird. Für eine komfortable und dennoch sichere Fahrwerkabstimmung ist vorgesehen, die sensorisch ermittelten Signale über eine der Signalverarbeitungsschaltung angehörenden Schaltungsanordnung mit frequenzabhängigem Übertragungsverhalten zu leiten. Hierdurch soll erreicht werden, dass aufgrund der frequenzabhängigen Verarbeitung der Sensorsignale keine statische Kennlinie für die Aktuatorsteuerung beziehungsweise Aktuatorregelung eingesetzt wird, sondern eine von dem Frequenzinhalt des Bewegungsablaufs abhängige Aktuatorsteuerung beziehungsweise Aktuatorregelung erfolgt. Hierdurch soll das Ziel eines möglichst hohen Fahrkomforts bei einer auch in Grenzbereichen des Fahrzustandes sicheren Auslegung des Fahrwerks erzielt werden. Diesem Ansatz liegt der Gedanke zugrunde, dass dem Zielkonflikt zwischen gewünschtem Fahrkomfort, das heißt komfortable und weiche Auslegung, und Fahrdynamik, das heißt sportliche und straffe Abstimmung, einerseits und einer ausreichenden Fahrsicherheit andererseits entsprochen werden soll. Für Fahrkomfort und Fahrdynamik ist eine Dämpfung der Bewegung des Aufbaus entscheidend, während für eine Fahrsicherheit eine Radlast beziehungsweise Radlastschwankung entscheidend ist.

[0003] Bekannt sind im Wesentlichen drei Dämpfersysteme für Fahrzeuge, wobei einer Federanordnung zwischen Rad und Aufbau ein Aktuator parallel geschaltet ist. Bekannt sind passive, semi-aktive und

aktive Dämpfersysteme. Bei passiven Dämpfersystemen ist eine Veränderung der Dämpferkraft während des Fahrbetriebes nicht vorgesehen. Bei semi-aktiven Dämpfersystemen kann die Dämpferkraft durch eine Veränderung eines Ölfluidstromes unter Verwendung eines oder mehrerer Ventile verändert werden. Auf diese Art und Weise können die Dämpfungseigenschaften verändert werden. Semi-aktive Dämpfersysteme arbeiten rein energieabsorbierend. Bei aktiven Dämpfersystemen kann eine gewünschte Dämpferkraft sowohl dämpfend als auch energieeinbringend in jede Richtung bereitgestellt werden.

[0004] Bei den bekannten Verfahren und Systemen zur Beeinflussung der Bewegung des Fahrwerkes ist nachteilig, dass als Ausgangsgröße aus eingesetzten Reglermodulen eine Kraft angefordert wird. Dies hat den Nachteil, dass zusätzlich eine Dämpfergeschwindigkeit als Zusatzgröße benötigt wird, um über eine Kennfeldumrechnung zu der eigentlichen Stellgröße, dem Steuerstrom, zu gelangen. Darüber hinaus kann auch bei einer konstanten Kraftanforderung der Strom sich in Abhängigkeit von der Dämpfergeschwindigkeit ändern. Da eine Kennfeldumrechnung fehlerbehaftet ist, wird auch die resultierende Dämpferkraft entsprechend unstetig. Gerade im Bereich von niedrigen Dämpfergeschwindigkeiten, die insbesondere häufig bei Querdynamikvorgängen vorliegen, ist dies nachteilig, da hier die größten Nichtlinearitäten und Ungenauigkeiten im Kennfeld vorliegen. Darüber hinaus ist bekannt, dass im Geschwindigkeitsnulldurchgang im Kennfeld der Dämpfer in der Regel weich gestellt wird. Gerade bei Dämpfergeschwindigkeiten, die um null herum pendeln wird dann bei einer konstanten Kraftanforderung ein ständig pendelnder Strom gestellt, der kontraproduktiv für die eigentliche Regelung ist.

[0005] DE 43 03 160 A1 offenbart ein System zur Regelung und/oder Steuerung eines Kraftfahrzeugfahrwerks. Es ist vorgesehen, dass abhängig von einem Fahrzustand des Fahrzeuges steuerungs- und/oder Regelungsblöcke einzeln oder in Gruppen zu- oder abgeschaltet beziehungsweise aus- oder eingeblendet werden, sodass eine Beladungs- und/oder fahrbahnabhängige Regelung möglich ist.

[0006] DE 41 05 937 A1 offenbart ein Verfahren und eine Anordnung zur Steuerung der Dämpfung des Fahrwerks eines Kraftfahrzeugs. Es ist vorgesehen, dass sicherheitsorientierte Eingangsgrößen daraufhin geprüft werden, ob eine mittlere bis hohe Dämpfung erforderlich ist. Die Dämpfung wird zutreffendenfalls entsprechend eingestellt. Ist eine mittlere bis hohe Dämpfung nicht erforderlich, wird eine niedrige Dämpfung in Abhängigkeit von komfortorientierten Eingangsgrößen eingestellt.

[0007] Aus der DE 41 19 323 A1 ist ebenfalls ein Verfahren zur Regelung der Dämpferkraft bekannt,

wobei aus zwei Eingangsströmen ein resultierender Strom ermittelt wird.

[0008] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und ein System der gattungsgemäßen Art anzugeben, mittels denen in einfacher und sicherer Weise eine Regelung der Bewegung eines Fahrzeugaufbaus mit elektronisch ansteuerbaren Aktuatoren (Dämpfern) unter Berücksichtigung von Fahrkomfort, Fahrdynamik und Fahrsicherheit möglich ist.

[0009] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch ein Verfahren mit den im Anspruch 1 genannten Merkmalen, ein System mit den in Anspruch 20 genannten Merkmalen und durch ein Fahrzeug mit einem System nach Anspruch 21 gelöst.

[0010] Mittels des Dämpferreglers wird aus den Sensorsignalen unter Berücksichtigung von definierten Zuständen, in Abhängigkeit von wählbaren Anforderungen an die Bewegung des Fahrzeugaufbaus und Fahrsicherheitsanforderungen, mittels zustandsabhängiger Regelalgorithmen das wenigstens eine Steuersignal zur Ansteuerung der Aktuatoren ermittelt. Das wenigstens eine Steuersignal wird aus einer Kombination von wenigstens zwei mittels unterschiedlicher zustandsabhängigen Regelalgorithmen gelieferten Signalen ermittelt. Das wenigstens eine Steuersignal wird als ein direkt die Aktuatoren beeinflussender Steuerstrom bereitgestellt, wobei aus von Einzelreglern bereitgestellten Eingangsströmen ein resultierender Strom ermittelt wird, der der Steuerstrom für die Dämpfer ist. Hierdurch ist vorteilhaft möglich, dem Fahrkomfort und Fahrdynamik einerseits und Fahrsicherheit andererseits durch die spezielle Einbindung der zustandsabhängigen Regelalgorithmen bei der Ermittlung eines resultierenden Steuersignals Rechnung zu tragen. Durch die Berücksichtigung der definierten Zustände bei der Bereitstellung der Steuersignale für die Aktuatoren, das heißt also bei der Einstellung der Dämpfung der Bewegung des Fahrzeugaufbaus, wird neben den Komfortanforderungen eines Fahrzeugführers auch den dynamischen Fahrzuständen des Fahrzeuges insbesondere auch unter Berücksichtigung sicherheitskritischer Zustände Rechnung getragen.

[0011] Da das wenigstens eine Steuersignal als ein direkt die Aktuatoren beeinflussender Steuerstrom bereitgestellt wird, entfällt einerseits das Erfordernis der Bereitstellung einer Dämpfergeschwindigkeit als Zusatzgröße und andererseits ist die aus dem Stand der Technik bekannte Kennfeldumrechnung zu der eigentlichen Stellgröße nicht mehr erforderlich.

[0012] In weiterer bevorzugter Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass als wählbare Anforderung an die Bewegung des Fahrzeugaufbaus wenigstens zwischen Komfort und Sportlichkeit gewählt wer-

den kann, wobei insbesondere die Wahl stufenlos und/oder in Stufen zwischen hohem Komfort und hoher Sportlichkeit erfolgt. Hierdurch wird in einfacher Weise eine Anpassung der Beeinflussung der Bewegung des Fahrzeugaufbaus an die individuellen Bedürfnisse eines Fahrzeugführers möglich.

[0013] Darüber hinaus ist in bevorzugter Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen, dass bei der Ermittlung des wenigstens einen Steuersignals als definierte Zustände, Fahrzustände und/oder Beladungszustände und/oder Energiezustände und/oder Fahreraktivitäten berücksichtigt werden. Hierdurch lassen sich sehr vorteilhaft als Fahrzustände die Vertikaldynamik und/oder die Längsdynamik und/oder die Querdynamik des Fahrzeuges berücksichtigen. Darüber hinaus können sehr vorteilhaft als Energiezustände die Energiezustände des Aufbaus und/oder der Räder und/oder der Straße und/oder des Aktuators berücksichtigt werden. Ferner lassen sich als Fahreraktivitäten vorteilhaft der Betätigungszustand des Gaspedals und/oder des Bremspedals und/oder der Lenkung und/oder der Getriebebeschaltung berücksichtigen. Ein aus diesen möglichen Zuständen in beliebiger Kombination ermitteltes Steuersignal führt zu einer sehr komfortablen Anpassung der Bewegung des Fahrzeugaufbaus an die vom Fahrzeugführer tatsächlich gestellten Anforderungen. Insgesamt ist somit ein sehr harmonischer Bewegungsablauf des Fahrzeugaufbaus einstellbar, der vom Fahrzeugführer beziehungsweise den Fahrzeuginsassen als angenehm und komfortabel empfunden wird.

[0014] Ferner ist in bevorzugter Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen, Steuergrößen zusammenzufassen (zu kombinieren), die direkt proportional zu der Stellgröße des Aktors sind. Dies können sowohl dimensionslose Größen (zum Beispiel Werte von 0...100 oder 0...1) oder aber direkt Ströme oder entsprechende andere Ansteuergrößen des Aktors, (beispielsweise eine Spannung) sein.

[0015] Darüber hinaus ist in bevorzugter Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen, auch gemischte Steuergrößen mit unterschiedlichen Einheiten zu kombinieren, wobei vorzugsweise eine Konvertierung auf eine Einheit erfolgt. In diesem Fall dient eine Konvertierungseinheit dazu, alle Größen auf eine festgelegte (physikalische) Einheit, insbesondere eine Einheit, die direkt proportional zur Steuergröße der Aktoren ist, zu vereinheitlichen.

[0016] Prinzipiell könnten auch Kräfte als Eingangsgrößen berücksichtigt werden, allerdings ist dann eine Umrechnungseinheit von der Aktorausgangsgröße „Kraft“ in die Aktorstellgröße „Strom“ notwendig. Es ist hierbei bevorzugt, der Einheit weitere Eingangsgrößen zuzuführen, wie die Dämpfergeschwindigkeit für die Umrechnung Kraft zu Strom.

[0017] Die Zustandsgrößen können in weiteren bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung auch dazu verwendet werden, eine oder mehrere Größen oder aber bereits kombinierte Größen zu korrigieren beziehungsweise zu verändern. Beispielsweise kann es vorteilhaft sein, den energetischen (Straßen-)Zustand zu verwenden und die Steuergröße so zu verändern, dass das Fahrzeug nicht komplett unterdämpft oder überdämpft sind und so Radspringen auftreten kann. Es ist vorteilhaft, diese Zustandseinheiten nicht in allen (vorangeschalteten) Modulen einzeln zu integrieren und somit mehrfach zu rechnen sondern einmal am Ende zu berücksichtigen.

[0018] Ein weiterer definierter Zustand kann der Fahrzustand sein. Bei einem nicht bewegten Fahrzeug im Stillstand belastet es das Bordnetz und verbraucht Strom unnötigerweise, wenn weiterhin Steuergrößen angefordert werden. Eine reine Betrachtung, zum Beispiel über die Größe der Fahrgeschwindigkeit ist hier aber nicht ausreichend, da auch bei Fahrgeschwindigkeit Null noch Bewegungen auftreten können, die entsprechend bedämpft werden sollen. Ein typisches Beispiel hierfür ist ein Abbremsvorgang, bei dem die Nickbewegung wesentlich während des Fahrzeugstillstandes erfolgt. Vielmehr ist unter Berücksichtigung auch der Fahrzeuggeschwindigkeit ein Fahrzustand zu ermitteln, der entsprechend die Steuergröße nur auf Null setzt, wenn sich das Fahrzeug nicht mehr (aufbauseitig) bewegt und sich im Stillstand befindet. Hierbei kann ferner berücksichtigt werden, dass auch bei niedrigen Batteriespannungen kein Strom gefordert werden soll, um das Bordnetz nicht unnötig zu belasten.

[0019] Ein weiterer definierter Zustand ist der Fahrsicherheitszustand. Dieser ergibt sich zum Beispiel eindeutig, wenn fahrsicherheitsrelevante Systeme im Eingriff sind wie das ABS (Antiblockiersystem), das ESP (elektronisches Stabilitätsprogramm) oder das AWW (Anhaltewegverkürzung) und so weiter. Hier ist die Steuergröße in jedem Fall so zu wählen, dass die Fahrerassistenzsysteme nicht behindert werden, zum Beispiel durch sich stark ändernde oder zu hohe oder zu niedrige Dämpfkräfte. Je nach energetischem (Straßen-)Zustand kann hier entweder ein Steuerbereich bestimmt werden, in dem sich die Steuergröße bewegt oder die Steuergröße selbst bestimmt werden, so dass sich eine möglich optimale dynamische Radlastschwankung ergibt. Ein ganz anderer kritischer Zustand ist gegeben, wenn sich die Temperatur der Ansteuereinheit, dies kann im Steuergerät oder aber auch in einer Dämpferspule sein, aufgrund der Stromanforderungen zu stark erhöht. In diesem Fall ist es aus Bauteilschutzgründen essentiell, den Strom zu begrenzen. Falls kein Strom mehr für einen fahrsicherheitskritischen Betrieb mehr möglich ist, muss entsprechend der Dämpfer in einen gesicherten Zustand gehen (zum Beispiel über Null-Beleuchtung und eine definierte Passiv-Kennlinie).

[0020] In weiteren Fällen ist vorteilhaft, Stromänderungen aufgrund von fahrerinitiierten Modi wechseln (Komfort zu Sport oder ähnlich) zu verzögern oder zu unterdrücken. Dies ist beispielsweise sinnvoll in längs- und/oder querdynamischen sportlichen Zuständen.

[0021] Weitere wichtige Zustände können sich zum Beispiel ergeben, wenn ein- oder mehrere Sensoren und/oder Can-Größen und/oder Aktorgrößen fehlerhaft detektiert wurden. Auch auf diesen Zustand beziehungsweise diese Zustände muss das Stromberechnungsmodul entsprechend reagieren.

[0022] Aus diesen Aufzählungen wird bereits deutlich, dass viele unterschiedliche Zustände existieren, die entsprechend bei der Berechnung der resultierenden Ausgangsgröße Berücksichtigung finden sollten. Dies kann in unterschiedlichster Form umgesetzt sein. Zum einen können Zustandsgrößen ermittelt und verwendet werden, die dann Entscheider oder Kombiniere ansteuern. Zum anderen können die Zustände auch strukturell umgesetzt werden, zum Beispiel in Form von (Regelkreis-)Elementanordnungen oder Verbindungen/Verknüpfungen.

[0023] In weiterer bevorzugter Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass über „Sicherheitsanforderungen“ und/oder „Fahrsicherheitsanforderung“ und/oder weitere Zustände, insbesondere den energetischen (Straßen-)Zustand, eine Begrenzung des Stellbereichs des Aktors sowohl bezüglich der Min- als auch der Maxgrenze erfolgt.

[0024] Ferner ist bevorzugt, in bestimmten Zuständen oder zur Aufrechterhaltung der Fahrsicherheit notwendig, den Aktor beziehungsweise die Aktoren stromlos zu schalten.

[0025] Bezüglich der unterschiedlichen Anforderungen kann in bevorzugter Ausgestaltung der Erfindung eine Priorisierung stattfinden. Als Beispiel sei ein Strom aus dem Vertikaldynamikmodul und ein Strom aus dem Querdynamikmodul gefordert. Über das Vertikaldynamikmodul werden Komfortansprüche und über das Querdynamikmodul stärker die sportlichen Ansprüche bedient. Bei einer Maxbildung der Anforderungen würde daher meist der Querstrom dominieren. Jetzt ist es aber durchaus möglich, dass im Querdynamikmodul aus Gründen der Beeinflussung der Steuertendenz, ein Minstrom für ein Dämpferpaar für eine Zeit x gefordert ist. Dieser Minstrom soll nun nicht durch die Vertikaldynamik überschrieben werden, da dann die Steuertendenz nicht ungewollt und undefiniert verändert wird. Eine reine Maxbildung der Ströme ist daher in diesem Fall/Zustand nicht zielführend.

[0026] Generell empfehlenswert ist die Priorisierung „Sicherheitsanforderungen“ über (= höher als) „Fahr-

sicherheitsanforderung“ über „Fahrodynamikanforderung“ über „Fahrkomfortanforderung“. Es können jedoch auch andere Varianten gewählt werden. Entsprechend der Wahl der Priorisierung werden die Ströme dann zusammengefasst. Bevorzugt können diesbezüglich auch weitere Unterpriorisierungen vorteilhaft sein.

[0027] In weiterer bevorzugter Ausgestaltung der Erfindung kann eine Umrechnungseinheit in das Stromberechnungsmodul eingefügt werden, die einen festgelegten Stellbereich der Eingangsgrößen, ob von 0 bis 1 oder von beispielsweise $i_{\min}=0.2A$ bis $i_{\max}=2A$, in einen „anderen“ Stellbereich der Ausgangsgrößen umwandelt, zum Beispiel $i_{\min}=2.5A$ und $i_{\max}=0.5A$. Die Abstimmung sämtlicher Reglerparameter kann dabei in den gewohnten Einheiten erfolgen, unabhängig davon welcher Aktor beziehungsweise Dämpfer in dem Fahrzeug verbaut wird.

[0028] Ferner ist in bevorzugter Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen, eine Halte-Abklingfunktion für einen oder mehrere Eingangsgrößen zu definieren. Es können aber auch erst Eingangsgrößen zusammengefasst werden und nachfolgend durch die Halte-Abklingfunktion laufen, um so den Rechenaufwand zu minimieren.

[0029] Darüber hinaus ist bevorzugt, die Eingangsgrößen oder zusammengefasste Zwischengrößen zu filtern, um so Amplitude und/oder Phase nach vorgegebenen Kriterien zu verändern.

[0030] In weiterer bevorzugter Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, eine Korrekturvorrichtung zur Beeinflussung des Aktorverhaltens zu integrieren.

[0031] Ebenso sind spezielle Anforderungen zur Ansteuerung von Dämpfern integrierbar. Es ist beispielsweise für manche Dämpfer ein (kurzfristiger) definierter Strom notwendig, um einen eindeutigen Übergang zwischen passivem Sicherheitszustand und geregelterm Betrieb zu erzielen.

[0032] In bevorzugter Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, Teile der Stromberechnungseinheit in andere Module auszulagern. Dies kann zum Beispiel zum Funktionsverständnis beitragen oder aber auch dazu führen, dass gewünschte Messgrößen vorliegen und so weiter.

[0033] Der Einsatz der Erfindung ist bei der Regelung von ansteuerbaren Dämpfern vorgesehen. Diesbezüglich ist es bevorzugt, Ausgangsgrößen aus unterschiedlichen Reglermodulen, wie Vertikaldynamik, Querdynamik, Längsdynamik und/oder Endlagen zusammenzufassen beziehungsweise zu kombinieren.

[0034] Die Aufgabe wird ferner durch ein System zur Beeinflussung der Bewegung eines in seinen Be-

wegungsabläufen steuerbaren oder regelbaren Fahrzeugaufbaus eines Kraftfahrzeuges mit den in Anspruch 20 genannten Merkmalen gelöst. Dadurch, dass der Dämpferregler die Regelungsmodule umfasst, mittels denen aus den Sensorsignalen unter Berücksichtigung von definierten Zuständen, in Abhängigkeit von wählbaren Anforderungen an die Bewegung des Fahrzeugaufbaus und Fahrsicherheitsanforderungen, wenigstens ein aus wenigstens zwei Zuständen resultierendes Steuersignal für die Aktuatoren generierbar ist, ist vorteilhaft möglich, den Dämpferregler modular aufzubauen und in im Fahrzeug bestehende Systeme, beispielsweise in ein Steuergerät, in einfacher Art und Weise zu integrieren.

[0035] Bevorzugt ist vorgesehen, dass der Dämpferregler eine Eingangsschnittstelle, ein Signaleingangsmodule, ein Reglermodul, ein Signalausgangsmodule und eine Ausgangsschnittstelle umfasst. Hierdurch lässt sich in einfacher Weise eine gegebenenfalls hierarchisch aufeinander aufgebaute Ermittlung der Steuersignale für die Aktuatoren implementieren. Vorzugsweise umfasst das Signalausgangsmodule ein Stromberechnungsmodul, wodurch die Bereitstellung eines die Stellmittel der Aktuatoren direkt ansteuerndes Stromsignals durch den Dämpferregler möglich wird. Eine Zuordnung einzelner Teilmodule ist innerhalb der modularen Struktur des Dämpferreglers nach funktionellen und/oder hierarchischen Gesichtspunkten variabel möglich.

[0036] Weitere bevorzugte Ausgestaltungen ergeben sich aus den übrigen, in den Unteransprüchen genannten Merkmalen.

[0037] Die Erfindung wird nachfolgend in Ausführungsbeispielen anhand der zugehörigen Zeichnungen erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 schematisch ein Kraftfahrzeug mit einer Dämpferregelung;

Fig. 2 eine Prinzipskizze eines Kraftfahrzeuges mit vertikalen Eck-Aufbaugeschwindigkeiten;

Fig. 3 eine Prinzipskizze eines Kraftfahrzeuges mit vertikalen Modal-Aufbaugeschwindigkeiten;

Fig. 4 eine Prinzipskizze eines Kraftfahrzeuges mit im Dämpfersystem angeordneten Sensoren und den resultierenden Rad-, Aufbau- und Dämpfergeschwindigkeiten;

Fig. 5 ein Beispielkennfeld eines geregelten Dämpfers;

Fig. 6 eine Grobstruktur der Funktionsmodule einer Dämpferregelung;

Fig. 7 ein Blockschaltbild eines Standardregelkreises;

Fig. 8 ein Blockschaltbild eines erweiterten Regelkreises;

Fig. 9 eine Prinzipskizze einer Kombinationseinheit zur Ermittlung eines resultierenden Stroms unter Verwendung von Zuständen/Zustandsgrößen;

Fig. 10 eine Prinzipskizze einer Aufteilung einer Kombinationseinheit in Modulelemente und ein Gesamtelement;

Fig. 11 eine Beispielausführung einer Kombinationseinheit mit zustandsabhängiger Zusammenfassung und

Fig. 12 eine Ergänzung der Kombinationseinheit aus **Fig. 11** mit weiteren zustandsabhängigen Korrekturen.

[0038] **Fig. 1** zeigt schematisch in Draufsicht ein insgesamt mit 10 bezeichnetes Kraftfahrzeug. Aufbau und Funktion von Kraftfahrzeugen sind allgemein bekannt, so dass im Rahmen der vorliegenden Beschreibung hierauf nicht näher eingegangen wird.

[0039] Das Kraftfahrzeug **10** besitzt vier Räder **12**, **14**, **16** und **18**. Die Räder **12**, **14**, **16** und **18** sind über eine bekannte Radaufhängung an einem Aufbau **20** des Kraftfahrzeuges **10** befestigt. Unter Aufbau **20** wird im Rahmen der Erfindung allgemein die Fahrzeugkarosserie mit der Fahrgastzelle verstanden. Zwischen den Rädern **12**, **14**, **16** und **18** einerseits und dem Aufbau **20** ist jeweils ein Dämpfer **22**, **24**, **26** beziehungsweise **28** angeordnet. Die Dämpfer **22**, **24**, **26** und **28** sind parallel zu nicht dargestellten Federn angeordnet. Die Dämpfer **22**, **24**, **26** und **28** sind beispielsweise als semi-aktive Dämpfer ausgebildet, das heißt durch Anlegen eines Steuersignals an ein Stellmittel der Dämpfer kann die Dämpferkraft variiert werden. Das Stellmittel ist üblicher Weise als elektromagnetisches Ventil ausgebildet, so dass das Stellsignal ein Steuerstrom für das Ventil ist.

[0040] Jedem Rad beziehungsweise jedem Dämpfer ist ein Wegsensor **30**, **32**, **34** beziehungsweise **36** zugeordnet. Die Wegsensoren sind als Relativwegsensoren ausgebildet, das heißt diese messen eine Veränderung des Abstandes des Aufbaus **20** von dem jeweiligen Rad **12**, **14**, **16** beziehungsweise **18**. Typischerweise werden hier sogenannte Drehwinkel-Wegsensoren eingesetzt, deren Aufbau und Funktion allgemein bekannt sind.

[0041] Der Aufbau **20** umfasst ferner drei an definierten Punkten angeordnete Vertikalbeschleunigungssensoren **38**, **40** und **42**. Diese Beschleunigungssensoren **38**, **40** und **42** sind fest an dem Aufbau **20** angeordnet und messen die Vertikalbeschleunigung des Aufbaus im Bereich der Räder **12**, **14** beziehungsweise **18**. Im Bereich des linken hinteren Rades **16** kann die Beschleunigung aus den drei anderen

Beschleunigungssensoren rechnerisch ermittelt werden, so dass hier auf die Anordnung eines eigenen Beschleunigungssensors verzichtet werden kann.

[0042] Die Anordnung der Sensoren ist hier lediglich beispielhaft. Es können auch andere Sensoranordnungen, beispielsweise ein vertikaler Aufbaubeschleunigungssensor und zwei Drehwinkelsensoren oder dergleichen, zum Einsatz kommen.

[0043] Das Kraftfahrzeug **10** umfasst ferner ein Steuergerät **44**, das über Signalbeziehungsweise Steuerleitungen mit den Stellmitteln der Dämpfer **22**, **24**, **26** und **28**, den Wegsensoren **30**, **32**, **34** und **36** und den Beschleunigungssensoren **38**, **40** und **42** verbunden ist. Das Steuergerät **44** übernimmt die nachfolgend noch näher zu erläuternde Dämpferregelung. Daneben kann das Steuergerät **44** selbstverständlich auch weitere, hier nicht zu betrachtende Funktionen innerhalb des Kraftfahrzeuges **10** übernehmen. Das Kraftfahrzeug **10** umfasst ferner ein Schaltmittel **46**, beispielsweise einen Taster, ein Drehrad oder dergleichen, mittels dem von einem Fahrzeugführer eine Anforderung an die Bewegung des Aufbaus **20** gewählt werden kann. Hier kann beispielsweise zwischen der Anforderung „Komfort“, der Anforderung „Sport“ und der Anforderung „Basis“ gewählt werden. Die Wahl ist entweder stufenförmig zwischen den drei Modi oder stufenlos mit entsprechenden Zwischenmodi möglich.

[0044] Das Schaltmittel **46** ist ebenfalls mit dem Steuergerät **44** verbunden.

[0045] **Fig. 2** zeigt eine Prinzipskizze des Kraftfahrzeuges **10**, wobei hier der Aufbau **20** als ebene Fläche angedeutet ist. An den Ecken des Aufbaus **20** sind jeweils die Räder **12**, **14**, **16** und **18** über eine Feder-Dämpfer-Kombination in an sich bekannter Art und Weise angeordnet. Die Feder-Dämpfer-Kombination besteht aus den Dämpfern **22**, **24**, **26** und **28** und jeweils parallel geschalteten Federn **48**, **50**, **52** und **54**. An den Ecken des Aufbaus **20** sind die in **Fig. 1** dargestellten Beschleunigungssensoren **38**, **40** beziehungsweise **42** angeordnet, mittels denen die vertikale Geschwindigkeit an den Ecken des Aufbaus **20** bestimmt werden kann. Hierbei handelt es sich um die Geschwindigkeiten v_{A_vl} (Geschwindigkeit Aufbau vorne links), v_{A_vr} (Geschwindigkeit Aufbau vorne rechts), v_{A_hl} (Geschwindigkeit Aufbau hinten links) und v_{A_hr} (Geschwindigkeit Aufbau hinten rechts). Die Geschwindigkeit kann aus den mittels der Beschleunigungssensoren gemessenen Beschleunigungen durch Integration errechnet werden.

[0046] **Fig. 3** zeigt wiederum die Prinzipskizze des Kraftfahrzeuges **10**, wobei gleiche Teile wie in den vorhergehenden Figuren mit gleichen Bezugszeichen versehen und nicht nochmals erläutert sind. In einem Schwerpunkt **56** sind die Modalbewegungen

des Aufbaus **20** verdeutlicht. Dies ist einerseits ein Hub **58** in vertikaler Richtung (z-Richtung), ein Nicken **61**, das heißt eine Drehbewegung um eine in der y-Achse liegende Querachse, und ein Wanken **63**, das heißt eine Drehbewegung um eine in der x-Achse liegende Längsachse des Kraftfahrzeuges **10**.

[0047] Fig. 4 zeigt eine weitere Prinzipskizze des Kraftfahrzeuges **10**, wobei hier, in Ergänzung zu der Darstellung in Fig. 2, weitere Signale dargestellt sind. Zusätzlich sind hier die Dämpfergeschwindigkeiten vD dargestellt, wobei vD_{vl} die Dämpfergeschwindigkeit für den Dämpfer **22** (vorne links), vD_{vr} die Dämpfergeschwindigkeit für den Dämpfer **24** (vorne rechts), vD_{hl} die Dämpfergeschwindigkeit für den Dämpfer **26** (hinten links) und vD_{hr} die Dämpfergeschwindigkeit für den Dämpfer **28** (hinten rechts) ist. Die Dämpfergeschwindigkeiten können über eine Differenzierung aus den Signalen der Wegsensoren **30**, **32**, **34** beziehungsweise **36** (Fig. 1) ermittelt werden. In Fig. 4 sind ferner die Radgeschwindigkeiten vR angedeutet. Hier steht Geschwindigkeit vR_{vl} für das Rad **12** (vorne links), vR_{vr} für das Rad **14** (vorne rechts), vR_{hl} für das Rad **16** (hinten links) und vR_{hr} für das Rad **18** (hinten rechts). Die Radgeschwindigkeiten vR können beispielsweise über Radbeschleunigungssensoren ermittelt werden.

[0048] Da sowohl die Aufbaugeschwindigkeiten vA , die Dämpfergeschwindigkeiten vD und die Radgeschwindigkeiten vR alle den gleichen Richtungsvektor besitzen (in z-Richtung), besteht der Zusammenhang $vD=vA-vR$. Hierdurch müssen nicht alle Messgrößen in Form von Messsignalen vorliegen, sondern können aus den anderen Messgrößen errechnet werden.

[0049] In Fig. 5 ist beispielhaft ein Kraft-Geschwindigkeits-Kennfeld eines geregelten Dämpfers dargestellt. Aufbau und Funktion von geregelten Dämpfern sind allgemein bekannt, so dass im Rahmen der vorliegenden Beschreibung hierauf nicht näher eingegangen wird. Hierbei kommen entweder semi-aktive Dämpfer oder aktive Dämpfer zum Einsatz. Entscheidend ist, dass über eine Beeinflussung der Dämpfergeschwindigkeit die Dämpferkraft eingestellt werden kann. Die Dämpferkraft wirkt parallel zu den Kräften der Federn (vergleiche Fig. 2 bis Fig. 4), so dass hierüber die Bewegung des Aufbaus **20** in seinen Bewegungsabläufen beeinflusst werden kann. Zur Beeinflussung der Dämpfergeschwindigkeit ist an den Dämpfern ein elektromagnetisches Ventil oder ein anderes geeignetes Ventil angeordnet, das durch Anlegen eines entsprechenden Steuerstromes ein Durchflussquerschnitt für ein Medium, insbesondere ein Hydrauliköl, beeinflusst werden. Das in Fig. 5 dargestellte Beispielkennfeld zeigt verschiedene Kennlinien, wobei die Dämpferkraft in Newton über der Dämpfergeschwindigkeit vD in mm/s für verschiedene Stellströme aufgetragen ist. Die Dämpfer weisen

eine große Spreizung auf, das heißt je nach anliegendem Stellstrom sind große Variationen zwischen den Dämpfergeschwindigkeiten und der Dämpferkraft einstellbar. Zur Verdeutlichung ist eine Kennlinie **57** eingetragen, die einem passiven Dämpfer entsprechen würde. Durch diese große Spreizung des Dämpfers wird eine effektive Regelung erst möglich, wobei eine Weichkennung unterhalb der passiven Kennlinie **57** liegen sollte und eine Hartkennung deutlich über der Kennlinie **57** liegen sollte. Deutlich wird auch die bereits große Spreizung bei niedrigen Dämpfergeschwindigkeiten vD sowie der im Wesentlichen lineare Verlauf der Stromlinien im Kennfeld.

[0050] Anhand der bisherigen Erläuterungen wird deutlich, dass es für eine effektive Regelung des Bewegungsablaufes des Aufbaus auf die Bereitstellung eines Stellstromes für das Steuermittel der Dämpfer ankommt. Nachfolgend wird auf die Bereitstellung dieses Stellstromes unter Berücksichtigung der Umsetzung der erfindungsgemäßen Lösungen näher eingegangen.

[0051] Fig. 6 zeigt in einem Blockschaltbild eine Grobstruktur der Funktionsmodule zur erfindungsgemäßen Dämpferregelung. Die einzelnen Module sind aus Gründen der Übersichtlichkeit und Verständlichkeit gekapselt dargestellt. Die gesamte Struktur ist vorteilhafterweise hierarchisch über mehrere Ebenen aufgebaut. Die Funktionsmodule sind in einem Dämpferregler, vorzugsweise dem Steuergerät **44** (Fig. 1) integriert. Die Dämpferregelung umfasst ein Signaleingangsmodul **60**, ein Hilfsfunktionsmodul **62**, ein Reglermodul **64**, ein Auswertemodul **66** und ein Signalausgangsmodul **68**. In dem Signaleingangsmodul **60** werden die Sensorsignale der Wegsensoren **30**, **32**, **34** beziehungsweise **36** und der Beschleunigungssensoren **38**, **40** und **42** sowie weitere, über den CAN-Bus des Kraftfahrzeuges zur Verfügung stehende, Signale eingelesen. Das Hilfsfunktionsmodul **62** umfasst ein Man-Machine-Interfacemodul **70**, ein Filtermodul **72** und ein Beladungserkennungsmodul **74**.

[0052] Das Reglermodul **64** umfasst ein Straßenerkennungsmodul **76**, ein Endlagendämpfungsmodul **78**, ein Querdynamikmodul **80**, ein Längsdynamikmodul **82** sowie ein Vertikaldynamikmodul **84**. Das Auswertelogikmodul **66** umfasst ein Stromberechnungsmodul **86**. Die Reglermodule **76**, **78**, **80**, **82** und **84** generieren vorteilhafterweise einen Strom, oder eine Größe, die proportional zum Strom ist. Im Stromberechnungsmodul **86** findet die Stromberechnung aller Reglerausgangsgrößen zu Steuergrößen für die Dämpfer **22**, **24**, **26** beziehungsweise **28** statt. Über das Signalausgangsmodul **68** werden diese Stellströme den Dämpfern zur Verfügung gestellt. Sowohl das Signaleingangsmodul **60** als auch das Signalausgangsmodul **68** können optional selbstverständlich auch weitere Signale empfangen beziehungsweise

se ausgeben, je nach Ausstattung des betreffenden Kraftfahrzeuges.

[0053] In **Fig. 7** ist ein Standardregelkreis dargestellt. Dieser besteht aus einer Strecke **90**, einem Regler **92** und einer negativen Rückkopplung der Regelgröße, das heißt des Istwertes auf dem Regler **92**. Die Regeldifferenz wird aus der Differenz zwischen Sollwert (Führungsgröße) und Regelgröße berechnet. Die Stellgröße wirkt auf die Strecke **90** und damit auf die Regelgröße. Die Störgröße bewirkt eine, normalerweise unerwünschte, Veränderung der Regelgröße, die kompensiert werden muss. Die Eingangsgröße des Reglers **92** ist die Differenz aus dem gemessenen Istwert der Regelgröße und dem Sollwert. Der Sollwert wird auch als Führungsgröße bezeichnet, dessen Wert durch den gemessenen Istwert nachgebildet werden soll. Da der Istwert durch Störgrößen verändert werden kann, muss der Istwert dem Sollwert nachgeführt werden. Eine in einem Vergleichler **94** festgestellte Abweichung des Istwertes von dem Sollwert, die sogenannte Regeldifferenz, dient als Eingangsgröße für den Regler **92**. Durch den Regler **92** wird festgelegt, wie das Regelungssystem auf die festgestellten Abweichungen reagiert, beispielsweise schnell, träge, proportional, integrierend oder dergleichen. Als Ausgangsgröße des Reglers **92** ergibt sich eine Stellgröße, welche auf eine Regelstrecke **90** Einfluss nimmt. Die Regelung dient hauptsächlich zur Beseitigung von Störgrößen, um diese auszuregeln.

[0054] In **Fig. 8** ist eine detailliertere Darstellung des Regelkreises gemäß **Fig. 7** dargestellt. Es ist ein erweiterter Regelkreis mit den zusätzlichen Elementen Stellglied **96** und Messglied **98** gezeigt. Im Beispiel der erfindungsgemäßen Dämpferregelung setzt sich die Stelleinrichtung beziehungsweise das Stellglied **96** aus einer elektronischen Komponente und einer elektrohydraulischen Komponente zusammen. Die elektronische Komponente entspricht dem Stromregler im Steuergerät **44**, während die elektrohydraulische Komponente dem elektrisch ansteuerbaren Ventil der Dämpfer **22, 24, 26** beziehungsweise **28** entspricht. In den nachfolgenden Ausführungen sollen diese jedoch nicht weiter betrachtet werden. Diese werden als ideal angenommen beziehungsweise ihr Einfluss wird vernachlässigt. Somit stimmt idealisiert der Reglerausgang, der die Steuergröße liefert, mit der Stellgröße überein oder ist zu dieser zumindest proportional. Der Regler **92** gemäß **Fig. 7** ist hierbei aufgeteilt in den eigentlichen Regler **92** und das Stellglied **96**. Der Regler **92** dient dazu, eine Größe zu bestimmen, mit der auf eine durch den Vergleichler **94** festgestellte Regeldifferenz über das Stellglied **96** reagiert werden soll. Das Stellglied **96** liefert die notwendige Energie in der geeigneten physikalischen Form, um auf den Prozess beziehungsweise die Regelstrecke einzuwirken. In dem Messglied **98** wird der Istwert gemessen. Die Störgröße kann bei ei-

ner Regelung der Bewegung eines Fahrzeugaufbaus **20** in Unebenheiten der Fahrbahn, seitlich wirkenden Kräften, wie beispielsweise Wind oder dergleichen, oder ähnlichen Einflüssen begründet sein.

[0055] Unter Berücksichtigung der allgemein bekannten Funktionsweise anhand der in den **Fig. 7** und **Fig. 8** erläuterten Reglerstrukturen zeigt **Fig. 9** eine Möglichkeit der Stromberechnung in dem Stromberechnungsmodul **86**. In einer Kombinationseinheit **100** zur Ermittlung eines resultierenden Stromes i_{res} wird dieser aus den, von Einzelreglern **102** bereitgestellten, verschiedenen Eingangsströmen i_1, i_2, i_3 unter Verwendung von Zuständen/Zustandsgrößen ermittelt. Die Eingangsströme i können hierbei die von den Regelmodulen **76, 78, 80, 82** beziehungsweise **84** gelieferten Ströme sein. Der resultierende Strom i_{res} ist dann der Steuerstrom für die Dämpfer.

[0056] Der Vollständigkeit halber sei darauf hingewiesen, dass es sich bei den Strömen i_1, i_2, i_3 um Vektoren handeln kann, zum Beispiel in Form von Strömen für Dämpferströme vorne links, vorne rechts, hinten links und hinten rechts: Entsprechend resultiert auch ein Vektor als Ausgangsgröße mit $i_{res} = [i_{vr}; i_{vr}; i_{hl}; i_{hr}]$.

[0057] Im Stromberechnungsmodul **86** werden diese Sollströme für die Basissoftware generiert. Diese werden an die Schnittstelle (Signalausgangsmodul **68**) übergeben. Die Basissoftware prägt diese Sollströme über den Stromregler, beispielsweise einen Zweipunktregler, PID-Regler mit PWM-Ansteuerung, den Dämpfern auf. Es wird als auf den vorgegebenen Sollstrom entsprechend geregelt.

[0058] Nach der in **Fig. 10** gezeigten Variante kann das Stromberechnungsmodul **86** auch eine Aufteilung in Modulelemente und Gesamtelement beinhalten. Hierbei sind beispielsweise Modulelemente **104** und **106** vorgesehen, die jeweils ein Reglermodul und eine Kombinationseinheit umfassen. Von diesen Modulen werden unter Berücksichtigung von Zustandsgrößen bereits Reglerausgangsströme i^*_1 beziehungsweise i^*_2 bereitgestellt. Die Kombinationseinheit **108** wertet die Reglerausgangsgrößen aus den Modulen **104** und **106**, wie beispielsweise das Straßenerkennungsmodul **76**, das Endlagendämpfungsmodul **78**, das Querdynamikmodul **80**, das Längsdynamikmodul **82** und das Vertikaldynamikmodul **84** aus, um die für den momentanen Fahrzustand am besten geeigneten Dämpfer-Sollströme i_{res} auszugeben.

[0059] **Fig. 11** zeigt eine Beispielausführung einer Kombinationseinheit. Eingangsgrößen sind die Ströme i_1, i_2 und i_3 , die zunächst in einer Konvertierungseinheit **110** auf entsprechend des gewünschten Ausgangsgrößen-Stellbereichs konvertiert wer-

den. Die daraus resultierenden Größen können (optional) in einem Filter **112** bezüglich. Amplitude und Phase angepasst werden. Statt des Filters kann aber zum Beispiel auch eine Halte-Abklingfunktion Verwendung finden. Anschließend werden die Größen falls nötig korrigiert in einer Korrekturereinrichtung **114** über zustandsabhängige Signale wie den energetischen (Straßen-)Zustand, den Fahrzustand z_{Fahr} oder den Modus-Zustand z_{Modus} . Abschließend werden die Größen in einer zusammenfassenden Einheit **116** zu dem Strom i_{ges} zusammengeführt. Diese Zusammenfassung erfolgt unter Verwendung von Priorisierungen (wie Fahrsicherheit > Fahrdynamik oder > Fahrkomfort), die strukturell umgesetzt sind oder mittels priorisierter Zustandsgrößen und Schaltern.

[0060] Fig. 12 zeigt eine weiterführende Ergänzung der Kombinationseinheit aus Fig. 11. In dieser wird der Strom i_{ges} entsprechend von Sicherheits- oder Fahrsicherheitszuständen z_{sicherh} beziehungsweise z_{fahrsich} durch einen Begrenzer **118** begrenzt. Dies kann zum Beispiel über Min- und Max-Begrenzungen oder zustandsabhängigen dynamischen oberen und unteren Grenzlinien erfolgen. Anschließend kann bei Bedarf eine Aktorkorrektur **120** vorgenommen werden. Hierfür empfiehlt sich die zusätzliche Eingangsgröße der Dämpfergeschwindigkeit v_D . In einem Schalter **122** wird abschließend entschieden ob der angeforderte Strom i_{ges} gestellt wird oder aber ob das System durch die Zustandsanforderung „stromlos“ zum Beispiel mit Null bestromt wird.

[0061] Die Erfindung betrifft also ein Verfahren oder Regelungssystemkomponente zur Kombination mehrerer Reglerausgangs- oder Steuergrößen, wobei eine oder mehrere Kombinationseinheiten sowie die Kombinationsstruktur(en) abhängig von definierten Zuständen oder Zustandsgrößen sind, so dass Eingangsgrößen unter Verwendung der Kombinationseinrichtung zusammengefasst werden zu den für den oder die Aktoren notwendigen Steuergrößen.

Bezugszeichenliste

10	Kraftfahrzeug	30	Wegsensor
12	Rad	32	Wegsensor
14	Rad	34	Wegsensor
16	Rad	36	Wegsensor
18	Rad	38	Beschleunigungssensoren
20	Aufbau	40	Beschleunigungssensoren
22	Dämpfer	42	Beschleunigungssensoren
24	Dämpfer	44	Steuergerät
26	Dämpfer	46	Schaltmittel
28	Dämpfer	48	Feder
		50	Feder
		52	Feder
		54	Feder
		56	Schwerpunkt
		57	Kennlinie
		58	Hub
		60	Signaleingangsmodul
		61	Nicken
		62	Hilfsfunktionsmodul
		63	Wanken
		64	Reglermodul
		66	Signalausgangsmodul
		68	Signalausgangsmodul
		70	Man-Machine-Interfacemodul
		72	Filtermodul
		74	Beladungserkennungsmodul
		76	Straßenerkennungsmodul
		78	Endlagendämpfungsmoduls
		80	Querdynamikmodul
		82	Längsdynamikmodul
		84	Vertikaldynamikmodul
		86	Stromberechnungsmodul
		90	Strecke
		92	Regler
		94	Vergleicher
		96	Stellglied
		98	Messglied
		100	Kombinationseinheit
		102	Einzelregler
		104	Modulelemente

106	Modulelemente
108	Kombinationseinheit
110	Konvertierungseinheit
112	Filter
114	Korrekturereinrichtung
116	Einheit
118	Begrenzer
120	Aktorkorrektur
122	Schalter

Patentansprüche

1. Verfahren zur Erzeugung von Signalen zur Beeinflussung der Bewegung eines in seinen Bewegungsabläufen steuerbaren oder regelbaren Fahrzeugaufbaus eines Kraftfahrzeuges, wobei sensorisch die Bewegung des Fahrzeugaufbaus ermittelt wird, die den ermittelten Sensorwerten entsprechenden Sensorsignale einem Dämpferregler zugeführt werden und der Dämpferregler wenigstens ein Steuersignal zur Ansteuerung von Aktuatoren, insbesondere semi-aktiven oder aktiven Dämpfern, liefert, mittels denen die Bewegung des Fahrzeugaufbaus beeinflusst werden kann, **dadurch gekennzeichnet**, dass mittels des Dämpferreglers aus den Sensorsignalen unter Berücksichtigung von definierten Zuständen in Abhängigkeit von wählbaren Anforderungen an die Bewegung des Fahrzeugaufbaus und Fahrsicherheitsanforderungen mittels zustandsabhängiger Regelalgorithmen das wenigstens ein Steuersignal zur Ansteuerung der Aktuatoren ermittelt wird, wobei das wenigstens ein Steuersignal aus einer Kombination von wenigstens zwei mittels unterschiedlicher zustandsabhängigen Regelalgorithmen gelieferten Signalen ermittelt wird, als das wenigstens ein Steuersignal ein direkt die Aktuatoren beeinflussender Steuerstrom bereitgestellt wird, wobei aus von Einzelreglern bereitgestellten Eingangsströmen ein resultierender Strom ermittelt wird, der der Steuerstrom für die Dämpfer ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass als wählbare Anforderungen an die Bewegung des Fahrzeugaufbaus wenigstens zwischen Komfort und Sportlichkeit gewählt werden kann.

3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Wahl stufenlos oder in Stufen zwischen hohem Komfort und hoher Sportlichkeit erfolgen kann.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei der Ermittlung des wenigstens einen Steuersignals Fahrzustände und/oder Beladungszustände und/oder Ener-

giezustände und/oder Fahreraktivitäten berücksichtigt werden.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass Steuergrößen zusammengefasst werden, die proportional zur Steuergröße (Strom) des Aktors oder zur Ausgangsgröße (Kraft) des Aktors sind.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass Steuergrößen mit unterschiedlichen Einheiten kombiniert werden, wobei die aus Eingangsgrößen unterschiedlichen Einheiten in eine Größe umgerechnet werden, die direkt proportional zur Steuergröße der anzusteuenden Aktoren ist.

7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Konvertierung weitere Größen zugeführt werden, die für eine Konvertierung der Eingangsgröße in die Ausgangsgröße notwendig sind.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei der Ausführung einer oder mehrerer Kombinationen eine Zustandspriorisierung „Sicherheitsanforderungen“ über (= höher/wichtiger als) „Fahrsicherheitsanforderung“ über „Fahrdynamikanforderung“ über „Fahrkomfortanforderung“ erfolgt.

9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass Sicherheitsanforderungen resultieren aus Sensor- und/oder Aktorfehlern, Komponentenschutz der Steuereinrichtung (Steuergerät und/oder Spule), Unterspannung oder dergleichen.

10. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass Fahrsicherheitsanforderungen resultieren aus Fahrerassistenzsystemen wie ABS (Antiblockiersystem), ESP (elektronisches Stabilitätsprogramm), AWV (Anhaltewegverkürzung) oder dergleichen.

11. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass Fahrdynamikanforderungen resultieren aus Längsverzögerungs- oder Querruckanforderungen oder dergleichen.

12. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass Fahrkomfortanforderungen resultieren aus Vertikaldynamik- oder Längsbeschleunigungsanforderungen oder dergleichen.

13. Verfahren nach Anspruch 8 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass die einzelnen Anforderungen Unterpriorisierungen unterliegen.

14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Eingangsgrößen oder die kombinierten Eingangsgrößen

über Zustandsgrößen korrigiert werden, insbesondere über den energetischen (Straßen-)Zustand, den Modus, den Fahrzustand.

15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass über „Sicherheitsanforderungen“ und/oder „Fahrsicherheitsanforderung“ und/oder weitere Zustände, insbesondere den energetischen (Straßen-)Zustand eine Begrenzung des Stellbereichs des Aktors sowohl bezüglich der Min- als auch der Maxgrenze erfolgt.

16. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei definierten Zuständen der Aktor stromlos geschaltet wird.

17. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass Eingangsgrößen und/oder kombinierte Zwischengrößen über eine Halte-Abklingfunktion mit einem definierten zeitlichen Verhalten beaufschlagt werden können.

18. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Übertragungsverhalten von Eingangsgrößen und/oder von kombinierte Zwischengrößen über ein oder mehrere Filter veränderbar ist.

19. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine zusätzliche Korrektur zur Beeinflussung des Aktorverhaltens integriert wird.

20. System zur Beeinflussung der Bewegung eines in seinen Bewegungsabläufen steuerbaren oder regelbaren Fahrzeugaufbaus eines Kraftfahrzeuges, mit Sensoren, welche die Bewegung des Fahrzeugaufbaus relativ zu wenigstens drei Fahrzeugrädern erfassen, mit Sensoren, welche die Vertikalbeschleunigung des Fahrzeugaufbaus erfassen, mit steuerbaren oder regelbaren Aktuatoren, insbesondere semi-aktiven oder aktiven Dämpfern, die zwischen dem Fahrzeugaufbau und den Fahrzeugrädern angeordnet sind, mit einem Dämpferregler, mittels dem die Sensorsignale verarbeitet werden und wenigstens ein Ansteuersignal für die Aktuatoren bereitgestellt wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Dämpferregler Regelungsmodule umfasst, mittels denen aus den Sensorsignalen unter Berücksichtigung von definierten Zuständen, in Abhängigkeit von wählbaren Anforderungen an die Bewegung des Fahrzeugaufbaus und Fahrsicherheitsanforderungen, wenigstens ein Steuersignal für die Aktuatoren generierbar ist, wobei das wenigstens eine Steuersignal aus einer Kombination von wenigstens zwei von unterschiedlichen Regelalgorithmen gelieferten Signalen ermittelt wird, wobei das wenigstens eine Steuersignal ein direkt die Aktuatoren beeinflussender Steuerstrom bereitgestellt wird, und wobei aus von den Regelungsmodulen bereitgestellten Eingangsströmen ein resul-

tierender Strom ermittelt wird, der der Steuerstrom für die Dämpfer ist..

21. Fahrzeug, insbesondere Kraftfahrzeug, mit einem System zur Beeinflussung der Bewegung eines in seinen Bewegungsabläufen steuerbaren oder regelbaren Fahrzeugaufbaus nach Anspruch 20.

Es folgen 5 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

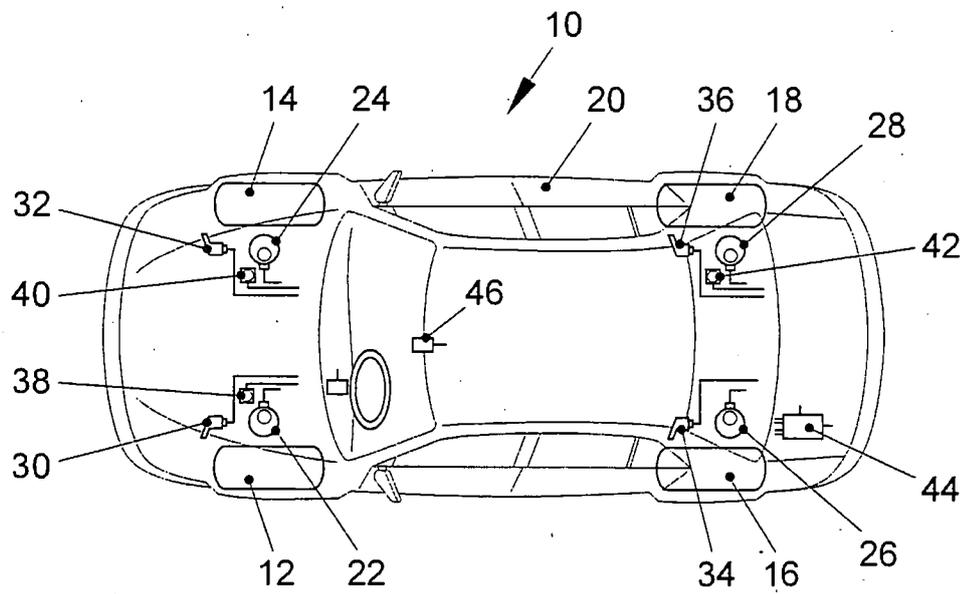


FIG. 1

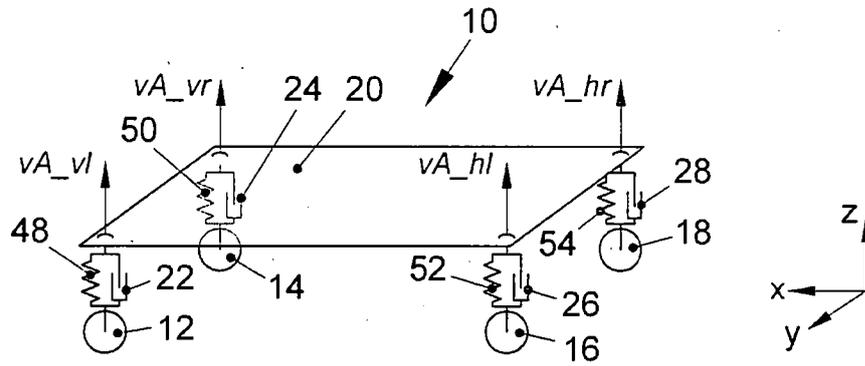


FIG. 2

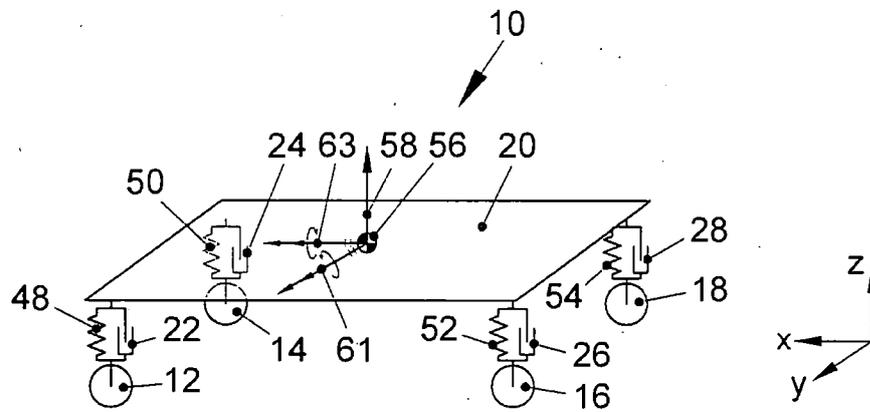


FIG. 3

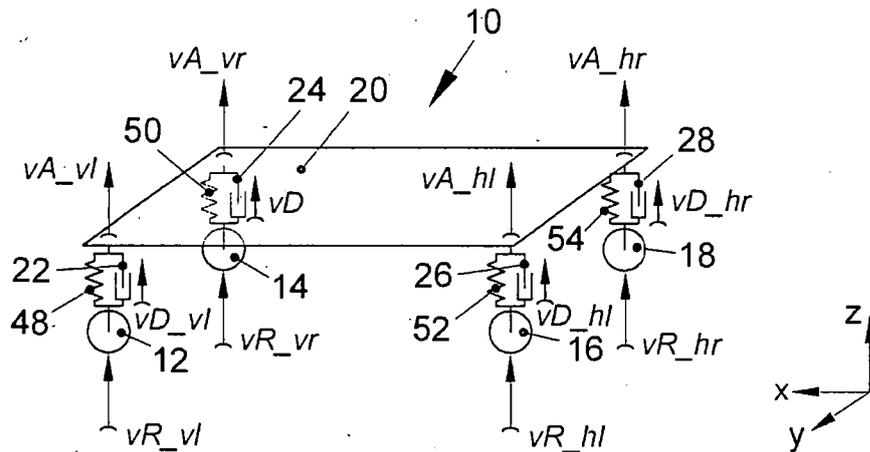


FIG. 4

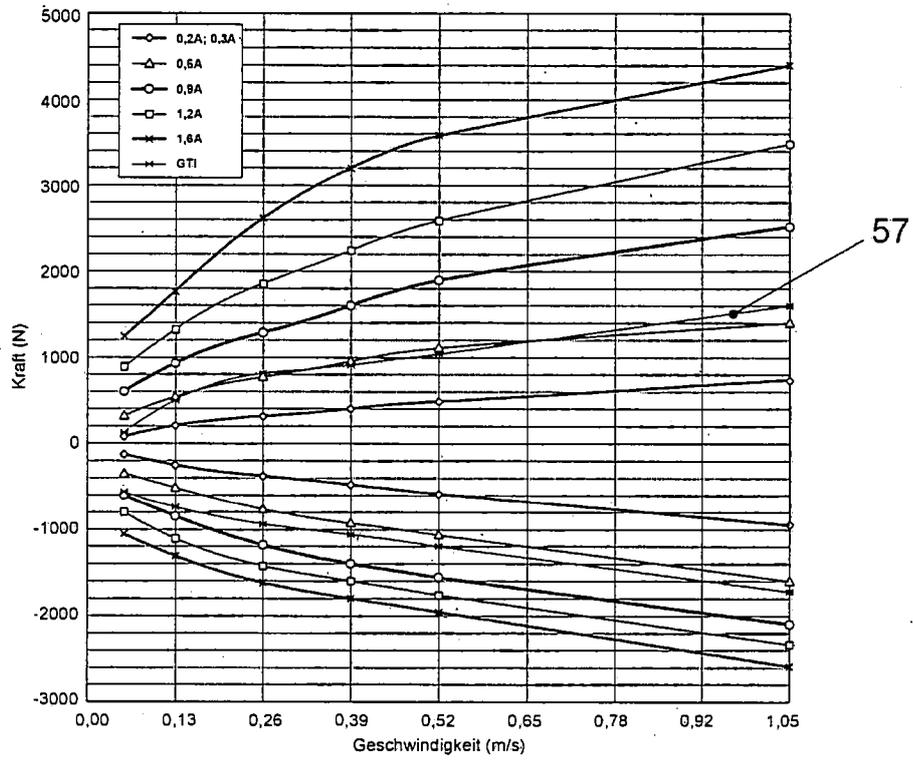


FIG. 5

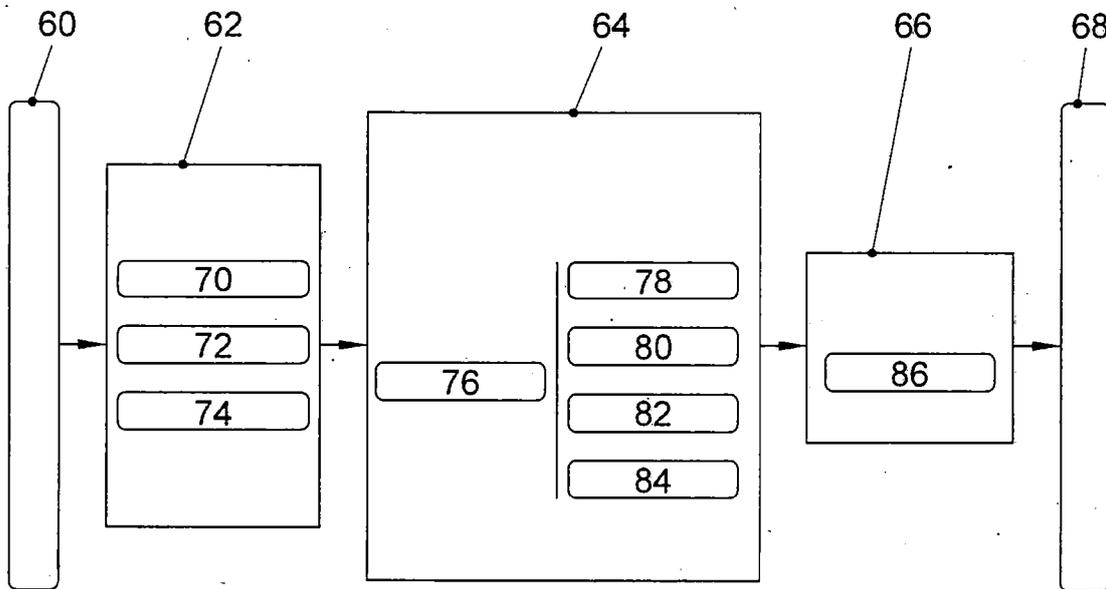


FIG. 6

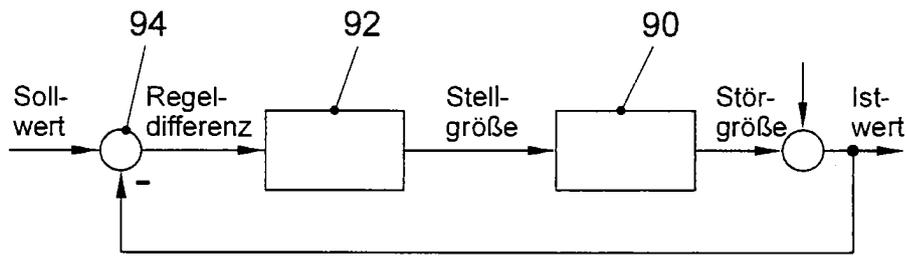


FIG. 7

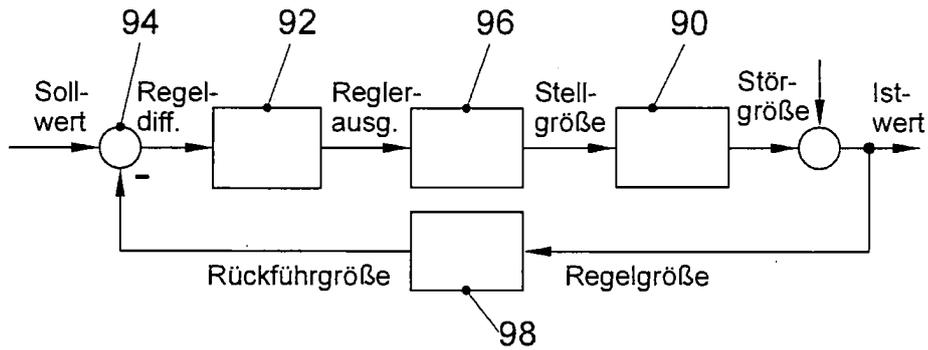


FIG. 8

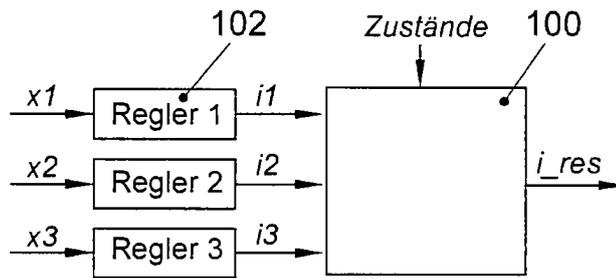


FIG. 9

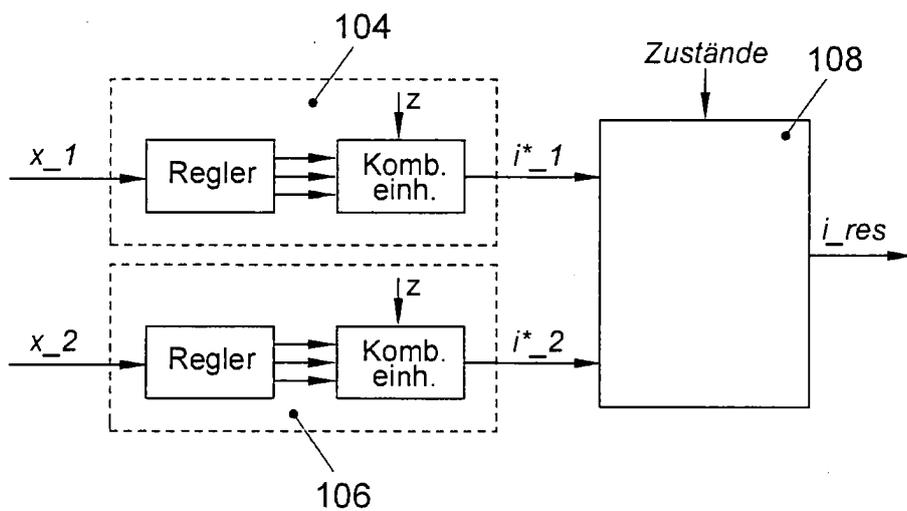


FIG. 10

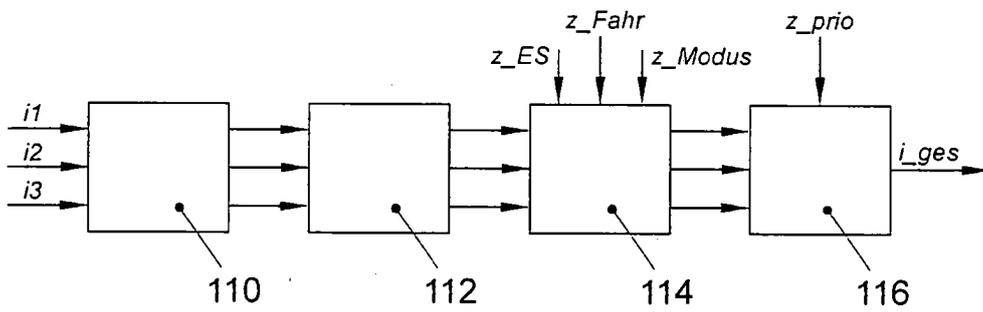


FIG. 11

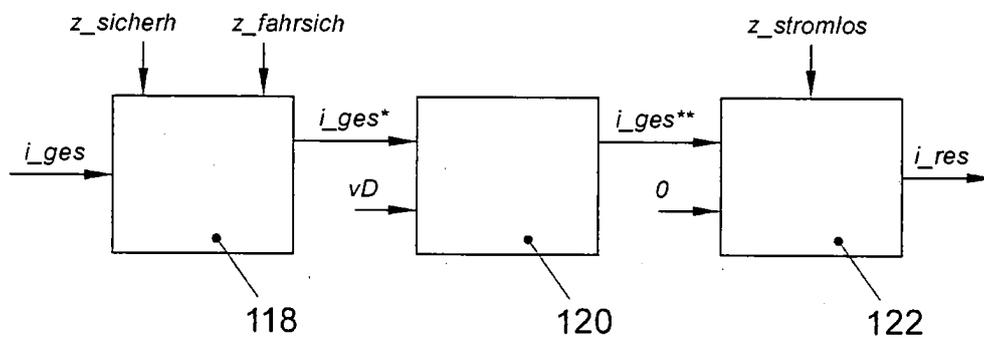


FIG. 12