



(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2010 055 373.5**

(22) Anmeldetag: **21.12.2010**

(43) Offenlegungstag: **21.06.2012**

(51) Int Cl.: **B60W 30/14 (2006.01)**

B60W 30/16 (2006.01)

B60W 40/02 (2006.01)

(71) Anmelder:

Daimler AG, 70327, Stuttgart, DE

(72) Erfinder:

**Bonnet, Christophe, Dipl.-Ing., 70771, Leinfelden-
Echterdingen, DE; Fritz, Hans, Dipl.-Ing. Dr.,
73061, Ebersbach, DE; Holzäpfel, Marc, 72135,
Dettenhausen, DE; Schiemenz, Heiko, Dipl.-Ing.,
70186, Stuttgart, DE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Regelung einer Längsdynamik eines Kraftfahrzeugs und Kraftfahrzeug, in dem das Verfahren angewendet wird**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Regelung einer Längsdynamik eines Kraftfahrzeugs (100) mit den Schritten:

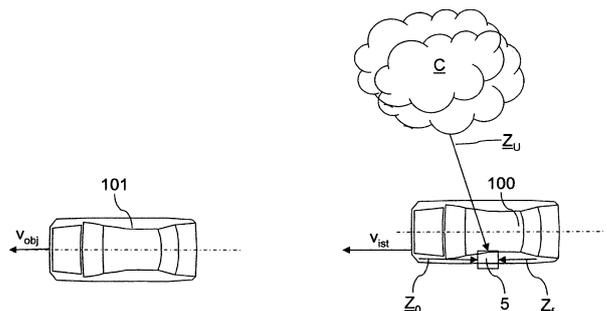
–Ermitteln einer Umgebung des Kraftfahrzeugs (100) kennzeichnenden Umgebungsgröße (Z_0 , Z_n) mittels einer Objekterkennungseinheit,

–Ermitteln einer einen Fahrzustand des Kraftfahrzeugs (100) kennzeichnenden Fahrzustandsgröße (Z_f) mittels einer Fahrzustandserkennungseinheit,

–Ermitteln einer Soll-Beschleunigung des Kraftfahrzeugs (100) in Abhängigkeit von der Fahrzustandsgröße (Z_f) und der Umgebungsgröße (Z_0 , Z_n),

–Regelung der Längsdynamik des Kraftfahrzeugs (100) in Abhängigkeit der Soll-Beschleunigung mittels einer Motorsteuereinheit und einer Bremssteuereinheit.

Um eine verbesserte, insbesondere kraftstoff sparende, Regelung der Längsdynamik des Kraftfahrzeugs zu ermöglichen, wird die Soll-Beschleunigung zusätzlich in Abhängigkeit eines Gewichtungsfaktors zum Absenken einer Empfindlichkeit des Verfahrens in für das Kraftfahrzeug weniger kritischen Situationen ermittelt.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Regelung einer Längsdynamik eines Kraftfahrzeugs nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie ein Kraftfahrzeug in dem das Verfahren angewendet wird.

[0002] Verfahren zur Regelung einer Längsdynamik eines Kraftfahrzeugs sind bekannt. Entsprechende Verfahren und/oder Vorrichtungen sind auch als Geschwindigkeitsregelsysteme und/oder Abstandsregelsysteme bekannt. Dabei ist es möglich, bei einer freien Fahrt eine Sollgeschwindigkeit des Kraftfahrzeugs einzustellen. Im Falle einer Folgefahrt ist es möglich, einen Sollabstand zu einem vorausfahrenden Objekt einzuhalten bzw. einzustellen. Dazu erforderliche Stelleingriffe können mittels einer Momentenansteuerung einer Antriebseinheit, beispielsweise eines Verbrennungsmotors und/oder mittels einer Bremsvorrichtung zum Einleiten eines Bremsmoments erfolgen. Für entsprechende Stelleingriffe fällt bei Beschleunigungsvorgängen ein Energieverbrauch und bei Bremsvorgängen ein Verschleiß der angesteuerten Bremsvorrichtung an. Aus der DE 42 09 047 C1 ist ein Verfahren zur Regelung des Abstands zwischen fahrenden Fahrzeugen bekannt. Das Verfahren ist unabhängig von einer Art der Abstandserfassung anwendbar. Es wird im Verlauf einer Abstandsregelung durch Auswertung wenigstens der Eigenfahrgeschwindigkeit v_2 und des Lenkwinkels β des Folgefahrzeugs die Fahrsituation in i Klassen eingeteilt, in Abhängigkeit von der klassierten Fahrsituation ein Regelgesetz R_i für die Bremsung der Antriebskraft aus einer Menge von i Gesetzen ausgewählt und das situationsabhängige Regelgesetz für die Gesamtantriebskraft F_a mit dem auf Sollabstand S_S geregelt werden soll, als Summe der i mit geschwindigkeitsbereichsweise wenigstens flankenüberlappenden Klassierungsfunktionen k_i gewichteten Einzelregelgesetze R_i gebildet.

[0003] Aufgabe der Erfindung ist es, eine verbesserte Regelung der Längsdynamik eines Kraftfahrzeugs zu ermöglichen, insbesondere ein sicheres und zuverlässiges und zudem Kraftstoff sparendes Fahrgeschwindigkeitsregelsystem und/oder Abstandsregelsystem anzugeben, welche in stationären und ungefährlichen Fahrsituationen den Schwerpunkt auf Kraftstoff sparen und welche in dynamischen und mit Gefahr verbundenen Fahrsituationen den Schwerpunkt auf schnelles und sicheres Regelverhalten legen.

[0004] Die Aufgabe ist bei einem Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 dadurch gelöst, dass die Sollbeschleunigung zusätzlich in Abhängigkeit eines Gewichtungsfaktors zum Absenken einer Empfindlichkeit eines Regelverhaltens in für das Kraftfahrzeug weniger kritischen Situationen ermittelt wird. Vorteilhaft kann der Gewichtungsfaktor in

das Ermitteln der Sollbeschleunigung derart eingehen, dass entsprechende Regeleinriffe in für das Kraftfahrzeug weniger kritischen Situationen weniger stark ausfallen, insbesondere eine geringere Verstärkung aufweisen. Im Gegensatz kann vorteilhaft in kritischen Situationen ein schneller und präziser Regeleinriff erfolgen, also mittels des Gewichtungsfaktors eine höhere Verstärkung vorgegeben werden.

[0005] Bei einer Ausführungsform des Verfahrens ist ein Ermitteln des Gewichtungsfaktors in Abhängigkeit einer Ist-Beschleunigung und eines Geschwindigkeitsregelfehlers vorgesehen. Vorteilhaft geben die Ist-Beschleunigung und der Geschwindigkeitsregelfehler ein Maß für die Situation, in der sich das Kraftfahrzeug befindet. Vorteilhaft kann der Gewichtungsfaktor in Abhängigkeit der Situation ermittelt werden.

[0006] Bei einer weiteren Ausführungsform des Verfahrens ist im Folge- bzw. Abstandsregelbetrieb ein Ermitteln des Gewichtungsfaktors in Abhängigkeit eines Abstandsregelfehlers und/oder einer Relativgeschwindigkeit zu einem vorausfahrenden Fahrzeug vorgesehen. Insbesondere im Abstandsregelbetrieb geben die Relativgeschwindigkeit und der Abstand ein Maß für die Situation wieder, in der sich das Kraftfahrzeug befindet. Vorteilhaft kann der Gewichtungsfaktor in Abhängigkeit der Situation ermittelt werden.

[0007] Bei einer weiteren Ausführungsform des Verfahrens ist ein Multiplizieren von Regelparametern mit dem Gewichtungsfaktor zum Ermitteln der Soll-Beschleunigung vorgesehen. Vorteilhaft kann die Soll-Beschleunigung im Sinne einer Führungsgröße als Eingangsgröße einer entsprechenden Beschleunigungsregeleinheit des Kraftfahrzeugs dienen. Vorteilhaft kann mittels der Beeinflussung der Soll-Beschleunigung durch das Multiplizieren der Regelparameter mit dem Gewichtungsfaktor eine Kreisverstärkung bzw. Regelverstärkung eines entsprechenden Regelkreises zur Regelung der Längsdynamik des Kraftfahrzeugs beeinflusst bzw. eingestellt werden.

[0008] Bei einer weiteren Ausführungsform des Verfahrens ist vorgesehen, den Gewichtungsfaktor als Kennlinie zu ermitteln, die um eine Nulllage der Ist-Beschleunigung und/oder des Geschwindigkeitsregelfehlers und/oder der Relativgeschwindigkeit und/oder des Abstandsregelfehlers einen wannenförmigen Verlauf, insbesondere einen zweiseitig rampenförmig begrenzten Verlauf, aufweist. Vorteilhaft kann bei geringen Ist-Beschleunigungen und/oder einem geringen Geschwindigkeitsregelfehler und/oder bei einer geringen Relativgeschwindigkeit und/oder bei einem geringen Abstandsregelfehler auf eine vergleichsweise unkritische Situation geschlossen werden. Dies ist im Bereich der Nulllage der Fall, in dem die Kennlinie einen niedrigen Wert aufweist. Für größer werdende Ist-Beschleunigungen und/oder Geschwindigkeitsregelfehler und/oder Relativgeschwin-

digkeiten und/oder Abstandsregelfehler, steigt die Kennlinie an, was mit einer Erhöhung des Gewichtungsfaktors und damit verbunden einer Erhöhung der Verstärkung des entsprechenden Regelkreises verbunden ist. Vorteilhaft kann so in einem stationären und/oder eingeschwungenen Zustand und/oder bei vergleichsweise geringen Beschleunigungen eine sehr sanfte, Kraftstoff sparende und/oder komfortorientierte Regelung und/oder Steuerung der Längsdynamik des Kraftfahrzeugs erfolgen.

[0009] Bei einer weiteren Ausführungsform des Verfahrens ist ein asymmetrisches Ermitteln des Gewichtungsfaktors vorgesehen. Unter asymmetrischem Ermitteln des Gewichtungsfaktors kann verstanden werden, dass die Kennlinie um die Nulllage der Ist-Beschleunigung und/oder des Geschwindigkeitsregelfehlers und/oder Abstandsregelfehlers und/oder der Relativgeschwindigkeit einen asymmetrischen Verlauf aufweist. Dies kann beispielsweise dazu genutzt werden, dass zur Einleitung von beschleunigenden Eingriffen betragsmäßig höhere Regelabweichungen erforderlich sind als zur Einleitung von verzögernden Eingriffen. Vorteilhaft ist grundsätzlich eine erforderliche Verzögerung des Kraftfahrzeugs als kritischer einzustufen, da beispielsweise in einem Folgeregelbetrieb dies mit der Gefahr eines Kollidierens mit dem vorausfahrenden Objekt verbunden ist. Vorteilhaft kann mittels des asymmetrischen Verlaufs sichergestellt werden, dass im Falle einer kritischen Annäherung an das vorausfahrende Objekt schneller eine entsprechend harte Regelung bzw. Reglerparametrierung vorgenommen wird als im gegenteiligen, unkritischen Fall, nämlich dann wenn sich das vorausfahrende Objekt von dem Fahrzeug entfernt. Vorteilhaft kann auf ein Entfernen des vorausfahrenden Objekts sehr sanft, insbesondere Kraftstoff sparend und/oder komfortorientiert reagiert werden, wobei hingegen auf eine drohende Kollision mit höchst möglicher Sicherheit, also schnellen und präzisen Regeleingriffen reagiert werden kann.

[0010] Die Aufgabe ist außerdem bei einem Kraftfahrzeug mit einer Vorrichtung zur Regelung einer Längsdynamik des Kraftfahrzeugs, ausgelegt, eingerichtet und/oder konstruiert zum Durchführen eines vorab beschriebenen Verfahrens gelöst. Es ergeben sich die vorab beschriebenen Vorteile.

[0011] Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung, in der – gegebenenfalls unter Bezug auf die Zeichnung – zumindest ein Ausführungsbeispiel im Einzelnen beschrieben ist. Beschriebene und/oder bildlich dargestellte Merkmale bilden für sich oder in beliebiger, sinnvoller Kombination den Gegenstand der Erfindung, gegebenenfalls auch unabhängig von den Ansprüchen, und können insbesondere zusätzlich auch Gegenstand einer oder mehrerer separaten Anmeldung/en sein. Gleiche, ähnliche und/oder funk-

tionsgleiche Teile sind mit gleichen Bezugszeichen versehen. Es zeigen:

[0012] [Fig. 1](#) eine schematische Ansicht eines Kraftfahrzeugs mit einer Vorrichtung zur Regelung einer Längsdynamik des Kraftfahrzeugs, wobei das Kraftfahrzeug einem vorausfahrenden Objekt abstandsgeregelt folgt;

[0013] [Fig. 2](#) ein Blockschaltbild einer Abstandsregeltempomateinheit inklusive vorgeschalteter und nachgeschalteter Steuer- und/oder Messglieder des in [Fig. 1](#) gezeigten Kraftfahrzeugs;

[0014] [Fig. 3](#) ein Detailblockschaltbild einer Regleranpassungseinheit sowie einer Geschwindigkeitsregleinheit des in [Fig. 1](#) gezeigten Blockschaltbilds;

[0015] [Fig. 4](#) ein weiteres Detailschaltbild der Regleranpassungseinheit sowie einer Abstandsregleinheit des in [Fig. 2](#) gezeigten Blockschaltbilds;

[0016] [Fig. 5](#) ein Detailblockschaltbild einer ECO-Zone-Bestimmungseinheit des in [Fig. 3](#) gezeigten Blockschaltbilds; und

[0017] [Fig. 6](#) ein Detailblockschaltbild einer Logikeinheit des in [Fig. 3](#) gezeigten Blockschaltbilds.

[0018] [Fig. 1](#) zeigt eine schematische Ansicht eines Fahrzeugs **100**, das einem Objekt **101** folgt, beispielsweise ebenfalls einem Fahrzeug. Das Kraftfahrzeug **100** weist eine Abstandsregeltempomateinheit **5** auf. Mittels der Abstandsregeltempomateinheit **5** ist das Kraftfahrzeug **100** in der Lage, in einem geschwindigkeits- und/oder beschleunigungsgeregelten Zustand selbsttätig dem Objekt **101** zu folgen. Ferner ist die Abstandsregeltempomateinheit **5** dazu ausgelegt, eine Ist-Geschwindigkeit v_{ist} des Kraftfahrzeugs **100** in Abhängigkeit einer Sollgeschwindigkeit einzustellen, falls sich vor dem Kraftfahrzeug **100** kein Objekt **101** befindet.

[0019] Als Eingangsgrößen gehen in die Abstandsregeltempomateinheit **5** ein Objektpositions- und Zustandsdatenvektor Z_O , ein Vektor mit Fahrzustandsdaten Z_f sowie ein Vektor mit Umgebungsdaten Z_U ein. Der Vektor Z_U mit Umgebungsdaten kann mittels fahrzeugeigenen Sensoreinheiten und/oder in Kommunikation mit weiteren Einheiten, insbesondere über eine Dateninfrastrukturwolke C, beispielsweise anhand von Kartendaten und/oder satellitengestützter Navigation, erfolgen.

[0020] [Fig. 2](#) zeigt ein Blockschaltbild der in [Fig. 1](#) gezeigten Abstandsregeltempomateinheit **5** des Kraftfahrzeugs **100**. Zur Erzeugung des Objektpositions- und Zustandsdatenvektors Z_O ist eine Objekterkennungseinheit **1** vorgesehen. Zum Erzeugen des Vektors Z_f mit den Fahrzustandsdaten ist

eine Fahrzustandserkennungseinheit **2** vorgesehen. Zum Erfassung und/oder Ermitteln des Vektors Z_U mit den Umgebungsdaten ist eine Umgebungserfassungseinheit **12** vorgesehen, wobei die Umgebungserfassungseinheit **12** insbesondere karten- und satellitengestützt ist.

[0021] Zur Bedienung der Abstandsregeltempomateinheit **5** ist eine Bedien- und Anzeigeeinheit **3** vorgesehen. Diese kommuniziert mit einer Regleranpassungseinheit **4** und tauscht dazu Anzeigedaten S_a und Bediendaten S_b aus. Die Vektoren Z_r , Z_U und Z_O gehen als Eingangsgrößen in die Regleranpassungseinheit **4** ein. Außerdem gehen diese als Eingangsgrößen in eine Geschwindigkeitsregelungseinheit **6** sowie eine Abstandsregelungseinheit **7** der Abstandsregeltempomateinheit **5** ein. Die Geschwindigkeitsregelungseinheit **6** dient zum Beeinflussen der Ist-Geschwindigkeit v_{ist} des Kraftfahrzeugs **100** und ermittelt dazu eine Soll-Beschleunigung a_{Soll_VR} . Dazu weist die Geschwindigkeitsregelungseinheit **6** insbesondere einen Fahrgeschwindigkeitsregler auf.

[0022] Die Abstandsregelungseinheit **7** dient zum geregelten Folgen des Objekts **101** und erzeugt dazu eine Soll-Beschleunigung a_{Soll_AR} , insbesondere als Ausgangsgröße eines Abstandsreglers. Die Soll-Beschleunigungen a_{Soll_VR} und a_{Soll_AR} gehen als Eingangsgröße in eine Soll-Beschleunigungskoordinateneinheit **8** ein, die eine einheitliche Soll-Beschleunigung a_{Soll} als Ausgangsgröße ausgibt. Die Soll-Beschleunigung a_{Soll} des Soll-Beschleunigungskoordinators **8** geht als Eingangsgröße in eine Beschleunigungsregelungseinheit **9** ein. Der Beschleunigungsregelungseinheit **9**, die beispielsweise als Führungsregler zum Einstellen der Soll-Beschleunigung a_{Soll} ausgelegt sein kann, sind eine Motorsteuereinheit **10** sowie eine Bremssteuereinheit **11** des Kraftfahrzeugs **100** nachgeschaltet. Die Motorsteuereinheit **10** steuert einen nicht näher dargestellten Motor des Kraftfahrzeugs **100** und empfängt dazu ein Stellsignal U_m , beispielsweise um ein Motormoment einzustellen und/oder eine Fahrstufenwahl auszuführen.

[0023] Die Bremssteuereinheit **11** steuert eine nicht näher dargestellte Verzögerungsvorrichtung, insbesondere Bremse, des Kraftfahrzeugs **100** und empfängt dazu von der Beschleunigungsregelungseinheit **9** ein Stellsignal U_b .

[0024] Erfindungsgemäß steuert die Regleranpassungseinheit **4** zusätzlich die Geschwindigkeitsregelungseinheit **6** sowie die Abstandsregelungseinheit **7**, so dass die Soll-Beschleunigung a_{Soll} zusätzlich in Abhängigkeit einer Ausgangsgröße der Regleranpassungseinheit **4** ermittelt wird. Dazu gibt die Regleranpassungseinheit **4** einen Gewichtungsfaktor $Gain_VR$ an die Geschwindigkeitsregelungseinheit **6**. An die Abstandsregelungseinheit **7** gibt die Regleranpassungseinheit **4** einen Gewichtungsfaktor $Gain_AR$ aus. Mittels der Gewich-

tungsfaktoren $Gain_VR$ und $Gain_AR$ werden die Geschwindigkeitsregelungseinheit **6** und die Abstandsregelungseinheit **7** fahrsituationsabhängig dynamisch parametrisiert.

[0025] Fig. 3 zeigt ein Detailblockschaltbild der in Fig. 2 gezeigten Geschwindigkeitsregelungseinheit **6** sowie Regleranpassungseinheit **4**.

[0026] Die Geschwindigkeitsregelungseinheit **6** sowie die Regleranpassungseinheit **4** empfangen als Eingangsgrößen eine Soll-Geschwindigkeit v_{Soll} des Kraftfahrzeugs **100**, welche beispielsweise vom Fahrer über den Tempomathebel als Wunsch- bzw. Setz-Geschwindigkeit vorgegeben werden kann, die Ist-Geschwindigkeit v_{ist} des Kraftfahrzeugs **100** sowie eine Ist-Beschleunigung a_{ist} des Kraftfahrzeugs **100**. Diese Größen gehen in eine ECO-Zone-Bestimmungseinheit **41** für einen Fahrgeschwindigkeitsregler der Geschwindigkeitsregelungseinheit **6** ein. Der ECO-Zone-Bestimmungseinheit **41** ist eine Logikeinheit **42** der Regleranpassungseinheit **4** nachgeschaltet. Die Logikeinheit **42** dient zur Aktivierung und Deaktivierung des Gewichtungsfaktors $Gain_VR$ für den Fahrgeschwindigkeitsregler. Entsprechend weist die Logikeinheit **42** als Ausgangsgröße den Gewichtungsfaktor $Gain_VR$ auf.

[0027] An einer Subtraktionsstelle der Geschwindigkeitsregelungseinheit **6** wird ein Sollwert/Istwert-Vergleich vorgenommen, wobei von der Sollgeschwindigkeit v_{Soll} des Kraftfahrzeugs **100** die Ist-Geschwindigkeit v_{ist} des Kraftfahrzeugs **100** abgezogen wird. Als Ausgangsgröße der Subtraktionsstelle wird ein Geschwindigkeitsregelfehler v_{err} ermittelt.

[0028] Der Geschwindigkeitsregelfehler v_{err} wird mit einem Regelparameter K_v für den Geschwindigkeitsregelfehler v_{err} verrechnet, insbesondere multipliziert.

[0029] Die Soll-Geschwindigkeit v_{Soll} des Kraftfahrzeugs **100** geht in eine Bestimmungseinheit **63** der Geschwindigkeitsregelungseinheit **6** ein. Die Bestimmungseinheit **63** dient für eine interne Soll-Beschleunigungsermittlung und weist entsprechend eine interne Soll-Beschleunigung a_{Soll_intern} als Ausgangsgröße auf. Die interne Soll-Beschleunigung a_{Soll_intern} kann beispielsweise gemäß der Formel

$$a_{Soll_intern} = d/dt(v_{Soll})$$

und/oder

$$a_{Soll_intern} = (v_{Soll} - v_{ist})/T_v$$

ermittelbar, wobei T_v eine Zeitspanne, insbesondere ein gewünschtes Zeitverhalten, aufweist.

[0030] Die interne Soll-Beschleunigung a_{Soll_intern} wird an einer weiteren Subtraktionsstelle mit der Ist-

Beschleunigung a_{Ist} des Fahrzeugs **100** verrechnet, wobei a_{Ist} von $a_{\text{Soll_intern}}$ abgezogen wird. Als Ausgangsgröße der Subtraktionsstelle ergibt sich ein Beschleunigungsregelfehler a_{err} , der mit einem Regelparameter K_a für den Beschleunigungsregelfehler a_{err} verrechnet, insbesondere multipliziert wird.

[0031] Dem Regelparameter K_v ist eine Multiplikationseinheit **61** nachgeschaltet, die das Ausgangssignal bzw. den mit dem Geschwindigkeitsregelfehler v_{err} verrechneten, insbesondere multiplizierten Regelparameter K_v mit dem Gewichtungsfaktor Gain_VR multipliziert. Dem Regelparameter K_a ist eine weitere Multiplikationseinheit **62** nachgeschaltet. Die weitere Multiplikationseinheit **62** multipliziert den Regelparameter K_a bzw. den mit dem Beschleunigungsregelfehler a_{err} verrechneten, insbesondere multiplizierten, Regelparameter K_a ebenfalls mit dem Gewichtungsfaktor Gain_VR der Logikeinheit **42** der Regleranpassungseinheit **4**. Den Multiplikationseinheiten **61** und **62** ist eine Additionsstelle nachgeschaltet, so dass die Ausgangssignale der Multiplikationseinheiten **61** und **62** addiert werden. Als Ergebnis der Addition liefert die Geschwindigkeitsregelungseinheit **6** die Soll-Beschleunigung $a_{\text{Soll_VR}}$.

[0032] [Fig. 4](#) zeigt ein Detailblockschaltbild der in [Fig. 2](#) gezeigten Regleranpassungseinheit **4** sowie der Abstandsregelungseinheit **7**. Diese empfangen als Eingangsgrößen einen Ist-Abstand d_{Ist} zwischen dem in [Fig. 1](#) gezeigten Kraftfahrzeug **1** und dem vorausfahrenden Objekt **101**, die Objektgeschwindigkeit v_{obj} des Objekts **101**, die Ist-Geschwindigkeit des Kraftfahrzeugs **100**, eine Objektbeschleunigung a_{obj} des Objekts **101** sowie die Ist-Beschleunigung a_{Ist} des Kraftfahrzeugs **100**. Diese Größen gehen als Eingangsgrößen in eine ECO-Zone-Bestimmungseinheit **43** für die Abstandsregelungseinheit **7** bzw. einen Abstandsregler ein. Der ECO-Zone-Bestimmungseinheit **43** der Regleranpassungseinheit **4** ist eine Aktivierungs- und Deaktivierungslogikeinheit **44** nachgeschaltet, die als Ausgangssignal den Gewichtungsfaktor Gain_AR für den Beschleunigungsregler zur Reglerparametrierung ausgibt.

[0033] Die Objektgeschwindigkeit v_{obj} und die Ist-Geschwindigkeit v_{Ist} werden an einer Subtraktionsstelle zu einer Relativgeschwindigkeit v_{rel} zwischen dem Kraftfahrzeug **100** und dem Objekt **101** verrechnet. Die Relativgeschwindigkeit v_{rel} wird an einer weiteren Subtraktionsstelle mit einer Soll-Relativgeschwindigkeit $v_{\text{rel,Soll}}$ für die Relativgeschwindigkeit v_{rel} verrechnet. Als Ergebnis ergibt sich ein Relativgeschwindigkeitsregelfehler $v_{\text{rel,err}}$. Die Soll-Relativgeschwindigkeit $v_{\text{rel,Soll}}$ wird mittels einer Differenzierungseinheit **72** aus einem Soll-Abstand d_{Soll} berechnet. Der Sollabstand d_{Soll} wird mittels einer Sollabstandsbestimmungseinheit **71** ermittelt. Die Sollabstandsbestimmungseinheit **71** weist als Eingangsgröße die Ist-Geschwindigkeit v_{Ist} auf und ermittelt den Soll-Ab-

stand d_{Soll} , der mittels der Differenzierungseinheit **72** zu der Soll-Relativgeschwindigkeit $v_{\text{rel,Soll}}$ zwischen dem Kraftfahrzeug **100** und dem Objekt **101** verrechnet wird. Die Soll-Relativgeschwindigkeit $v_{\text{rel,Soll}}$ dient außerdem als Eingangsgröße einer weiteren Differenzierungseinheit **73**, die daraus eine Soll-Relativbeschleunigung $a_{\text{rel,Soll}}$ für eine Relativbeschleunigung a_{rel} zwischen dem Kraftfahrzeug **100** und dem Objekt **101** ermittelt. Die Relativbeschleunigung a_{rel} wird mittels einer weiteren Subtraktionsstelle ermittelt, die dazu die Ist-Beschleunigung a_{Ist} von der Objektbeschleunigung a_{obj} subtrahiert.

[0034] Der mittels der Sollabstandsbestimmungseinheit **71** berechnete Sollabstand d_{Soll} wird an einer weiteren Subtraktionsstelle von dem Ist-Abstand d_{Ist} abgezogen, wobei als Ergebnis ein Abstandsregelfehler d_{err} ermittelt wird.

[0035] Die in Abhängigkeit der Objektbeschleunigung a_{obj} und der Ist-Beschleunigung a_{Ist} ermittelte Relativbeschleunigung a_{rel} wird mittels einer weiteren Subtraktionsstelle mit dem mittels der Differenzierungseinheit **73** ermittelten Soll-Relativbeschleunigung verrechnet, wobei die Soll-Relativbeschleunigung $a_{\text{rel,Soll}}$ von der Relativbeschleunigung a_{rel} abgezogen wird. Als Ergebnis liefert die Subtraktionsstelle einen Relativbeschleunigungsfehler.

[0036] Die Abstandsregelungseinheit **7** weist insgesamt drei Regelparameter K_d , $K_{v_{\text{rel}}}$ sowie $K_{a_{\text{rel}}}$ auf. Der Regelparameter K_d wird mit dem Abstandsregelfehler d_{err} verrechnet, insbesondere multipliziert. Der Regelparameter $K_{v_{\text{rel}}}$ wird mit dem Relativgeschwindigkeitsregelfehler $v_{\text{rel,err}}$ verrechnet, insbesondere multipliziert. Der Regelparameter $K_{a_{\text{rel}}}$ wird mit dem Relativbeschleunigungsfehler $a_{\text{rel,err}}$ verrechnet, insbesondere multipliziert.

[0037] Außerdem weist die Abstandsregelungseinheit **7** einen Vorsteuerungsparameter $K_{a_{\text{ff}}}$ auf. Der Vorsteuerungsparameter $K_{a_{\text{ff}}}$ wird mit der Objektbeschleunigung a_{obj} verrechnet, insbesondere multipliziert.

[0038] Den Regelparametern K_d , $K_{v_{\text{rel}}}$, $K_{a_{\text{rel}}}$ sowie dem Vorsteuerungsparameter $K_{a_{\text{ff}}}$ der Abstandsregelungseinheit **7** ist jeweils eine Multiplikationseinheit **74**, **75**, **76**, **77** nachgeschaltet, die den jeweiligen Parameter mit der Ausgangsgröße der Aktivierungs- und Deaktivierungslogikeinheit **44** der Regleranpassungseinheit **4**, nämlich dem Gewichtungsfaktor Gain_AR multiplizieren. Den Multiplikationseinheiten **74**, **75**, **76**, **77** ist ein Addierer nachgeschaltet, der alle Ausgangsgrößen der Multiplikationseinheiten **74**, **75**, **76**, **77** zu der Ausgangsgröße der Abstandsregelungseinheit **7**, nämlich der Soll-Beschleunigung $a_{\text{Soll_AR}}$ addiert.

[0039] **Fig. 5** zeigt ein Detailblockschaltbild der in **Fig. 3** dargestellten ECO-Zone-Bestimmungseinheit **41**. Diese empfängt als Eingangsgrößen, wie auch in **Fig. 3** ersichtlich, die Soll-Geschwindigkeit v_{Soll} , die Ist-Geschwindigkeit v_{Ist} sowie die Ist-Beschleunigung a_{Ist} . An einer Subtraktionsstelle wird die Ist-Geschwindigkeit v_{Ist} von der Soll-Geschwindigkeit abgezogen, wobei als Ausgangsgröße der Geschwindigkeitsregelfehler v_{err} errechnet wird. Der Geschwindigkeitsregelfehler v_{err} geht zusammen mit der Ist-Geschwindigkeit v_{Ist} in eine Divisionseinheit **4100** ein, die als Ausgangsgröße einen auf die Ist-Geschwindigkeit v_{Ist} normierten Geschwindigkeitsregelfehler v_n ausgibt.

[0040] Mittels einer Kennlinienparametereinheit **4130** kann ein Gewichtungsfaktor-Minimalwert $G1_VR_min$ ermittelt werden. Der normierte Geschwindigkeitsregelfehler v_n sowie der Gewichtungsfaktor-Minimalwert $G1_VR_min$ wirken auf eine Kennlinie **4120** für die Bestimmung des Gewichtungsfaktors $G1_VR$. Die Kennlinie **4120** weist einen wannenförmigen Verlauf auf, genauer einen beidseitig begrenzten rampenförmigen Verlauf, wobei um eine Nulllage des normierten Geschwindigkeitsregelfehlers v_n ein Plateau mit der Höhe des Gewichtungsfaktor-Minimalwertes $G1_VR_min$ vorhanden ist, an den sich zwei rampenförmige Anstiege, nach rechts und nach links anschließen, die in ein jeweils nach Minus ∞ und Plus ∞ gerichtetes Plateau mit einem Wert von 1 übergehen, anschließen.

[0041] Eine Anwendung der Kennlinie **4120** auf den normierten Geschwindigkeitsregelfehler v_n ergibt als Ausgangsgröße einen Gewichtungsfaktor $G1_VR$ aus der Kennlinie **4120**.

[0042] Auf die Ist-Beschleunigung a_{Ist} wird eine Kennlinie **4150** für die Gewichtung des Beschleunigungsregelfehlers a_{err} angewendet. Als Ergebnis liefert die Kennlinie **4150** einen Gewichtungsfaktor $G2_VR$. Die Kennlinie **4150** kann mittels eines Gewichtungsfaktor-Minimalwertes $G2_VR_min$ einer Kennlinienparametereinheit **4160** parametrieren werden, wobei ein Tiefplateau der Kennlinie **4150** die Höhe des Gewichtungsfaktor-Minimalwertes $G2_VR_min$ aufweist. Erfindungsgemäß ist die Kennlinie **4150** asymmetrisch, wobei für negative Ist-Beschleunigungen a_{Ist} ein steilerer und/oder früherer Anstieg des beidseitigen Rampenverlaufs vorgesehen ist als für positive Ist-Beschleunigungen a_{Ist} . Dies bietet den Vorteil, dass Bremsungen, die grundsätzlich auf eine kritische Fahr-situation hindeuten, mit einem strafferen Regelverhalten quittiert werden. Als Ausgangsgröße liefert die Kennlinie **4150** den Gewichtungsfaktor $G2_VR$.

[0043] Die Kennlinie **4150** kann mittels einer Kennlinienparametereinheit **4140** parametrieren werden. Die Kennlinienparametereinheit **4140** liefert

als Ausgangsgröße eine positive Maximalbeschleunigung $a_{\text{pos_max}}$, eine Positiv-Minimalbeschleunigung $a_{\text{pos_min}}$, eine negative Maximalbeschleunigung $a_{\text{neg_max}}$, eine negative Minimalbeschleunigung $a_{\text{neg_min}}$, die die Grenzen der rampenförmigen Anstiege der Kennlinie **4150** markieren.

[0044] Die Kennlinie **4120** kann mittels einer Kennlinienparametereinheit **4110** parametrieren werden. Diese liefert als Ausgangsgrößen einen maximalen positiven normierten Geschwindigkeitsregelfehler $v_{n_pos_max}$, einen minimalen positiven normierten Geschwindigkeitsregelfehler $v_{n_pos_min}$, einen maximalen negativen normierten Geschwindigkeitsregelfehler $v_{n_neg_max}$, einen minimalen negativen normierten Geschwindigkeitsregelfehler $v_{n_neg_min}$, wobei die normierten maximalen und minimalen Geschwindigkeitsregelfehler die Grenzen der rampenartigen Anstiege der Kennlinie **4120** festlegen.

[0045] Die Ausgangsgrößen der Kennlinienparametereinheit **4110**, der Kennlinienparametereinheit **4140** sowie der Kennlinien **4120** und **4150** gehen als Eingangsgröße in eine Vektorbildungseinheit **4151** ein. Diese bildet daraus einen Vektor X_{VR} als Ausgangsgröße, den die Logikeinheit **42** zur Aktivierung und Deaktivierung der Regleranpassungseinheit **4** als Eingangsgröße empfängt.

[0046] **Fig. 6** zeigt ein Detailblockschaltbild der Logikeinheit **42** zur Aktivierung und Deaktivierung.

[0047] Als Eingangsgröße empfängt die Logikeinheit **42** den Vektor X_{VR} .

[0048] Der Vektor X_{VR} geht als Eingangsgröße in eine Signalselektoreinheit **4220** ein. Die Signalselektoreinheit **4220** gibt als Ausgangsgröße den Gewichtungsfaktor-Minimalwert $G1_VR_min$ und den Gewichtungsfaktor-Minimalwert $G2_VR_min$ an eine Minimumbildungseinheit **4210** aus. Die Minimumbildungseinheit **4210** ergibt als Ausgangsgröße einen Gewichtungsfaktor GR_VR aus.

[0049] Eine Konstantwertbildungseinheit **4230** der Logikeinheit **42** gibt eine Minimal-Ist-Geschwindigkeit $v_{\text{Ist_min}}$ aus.

[0050] Ein Logikschalter der Logikeinheit **42** empfängt als Eingangsgrößen den Gewichtungsfaktor GR_VR , den Vektor X_{VR} , die Minimal-Ist-Geschwindigkeit $v_{\text{Ist_min}}$ der Konstantwertbildungseinheit **4230** sowie den konstanten Wert 1. Der Logikschalter der Logikeinheit **42** kann wahlweise einen Ausgang auf den konstanten Wert 1 oder den Gewichtungsfaktor GR_VR schalten, so dass als Ausgangsgröße entweder der Gewichtungsfaktor für den Fahrgeschwindigkeitsregler $Gain_VR$ anliegt, wie in **Fig. 6** dargestellt, oder wahlweise der konstanten Wert 1.

[0051] Für den Logikschalter kann für eine Aktivierung der Reglerparameterreduzierung, also ein Anlegen bzw. Schalten des Gewichtungsfaktors Gain_VR auf einen Ausgang folgende Aktivierungsbedingung zugrunde gelegt werden:

$$\text{Gain_VR} = \text{GR_VR}$$

wenn $\{(v_n < v_{n_pos_min}) \text{ ODER } (v_n > v_{n_neg_max})\}$ UND $\{(a_n < a_{n_pos_min}) \text{ ODER } (a_n > a_{n_neg_max})\}$ und andernfalls

$$\text{Gain_VR} = 1.$$

[0052] Für eine Deaktivierung der Reglerparameterreduzierung, also ein Anlegen des konstanten Wertes 1 auf den Ausgang des Logikschalters der Logikeinheit 42 kann die folgende Deaktivierungsbedingung zugrunde gelegt werden: Gain_VR = 1, wenn $\{(v_n > v_{n_pos_max}) \text{ ODER } (v_n < v_{n_neg_min}) \text{ ODER } (a_n > a_{n_pos_max}) \text{ ODER } (a_n < a_{n_neg_min}) \text{ ODER } (v_{ist} < v_{ist_min})\}$ oder andernfalls

$$\text{Gain_VR} = \text{GR_VR}.$$

[0053] Vorteilhaft kann im stationären Regelbetrieb, beim Geschwindigkeitsregeln und/oder beim Folgeregeln ein sanfteres Regelverhalten in einem quasi stationären Betrieb erzielt werden, was einem menschlichen Fahrer näher kommt, komfortabler empfunden wird und/oder weniger Kraftstoff benötigt.

[0054] Es sind vorgesehen, die Objekterkennungseinheit 1, welche z. B. basieren auf einem Radarsystem und/oder einem Lidarsystem und/oder einem Stereo-Video-Kamerasystem mit nachgeschalteter Bildauswertung mindestens die longitudinale und laterale Position und Zustandsdaten, beispielsweise Geschwindigkeit und/oder Beschleunigung, der das Kraftfahrzeug 100 umgebenden Objekte 101, insbesondere eines exakt vorausfahrenden Fahrzeugs relativ zu dem eigenen Kraftfahrzeug 100 und/oder zu einer Fahrspur bestimmt. In einer vorteilhaften Ausführung werden die Abstände und Relativgeschwindigkeiten sowie die Beschleunigungen der das Kraftfahrzeug 100 umgebende Objekte relativ zu dem eigenen Kraftfahrzeug 100 bestimmt und alle erfassten Signale in den Messvektor Z_O zusammengefasst.

[0055] Außerdem ist die Fahrzustandserkennungseinheit 2 vorgesehen, welche den Ist-Fahrzustand bestehend aus der Ist-Fahrgeschwindigkeit v_{ist} , der Ist-Beschleunigung a_{ist} sowie einem Lenkwinkel δ ermittelt und in den Messvektor Z_f zusammenfasst.

[0056] Außerdem ist die Umgebungserfassungseinheit 12 vorgesehen, welche unter Verwendung von Karten aus Navigationssystemen, Video-Bildverarbeitungssystemen sowie von Fahrzeug zu infrastruktur-basierten Systemen, insbesondere einer Daten-

infrastrukturwolke C, die Umgebung des Kraftfahrzeugs 100 erfasst und besonders Steigungen und Gefälle einer vorausliegenden Fahrbahn ermittelt und alle erfassten Signale in den Messvektor Z_U zusammenfasst.

[0057] Außerdem ist die Abstandsregeltempomateinheit 5 vorgesehen, die die Ist-Fahrgeschwindigkeit v_{ist} und einen Ist-Abstand d_{ist} zu dem vorausfahrenden Objekt 101 regelt. Diese weist die Fahrgeschwindigkeitsregeleneinheit 6 auf, die eine von einem Fahrer des Kraftfahrzeugs 100 vorgegebene Wunschgeschwindigkeit regelt. Außerdem weist diese die Abstandsregeleneinheit 7 auf, welche einen sicheren Abstand zu dem vorausfahrenden Objekt 101 regelt. Außerdem weist diese die Soll-Beschleunigungskoordinatoreinheit 8 auf, die aus der Soll-Beschleunigung a_{Soll_VR} der Folgeregelung und der Soll-Beschleunigung a_{Soll_AR} der Folgeregelung beispielsweise durch eine Minimumsbildung eine zu regelnde Soll-Beschleunigung a_{Soll} bestimmt. Außerdem weist diese eine unterlagerte Beschleunigungsregelung 9 auf, welche das Stellsignal U_m an die Motorsteuereinheit 10 des Motors und ein Stellsignal U_b an eine Bremssteuereinheit 11 einer Bremsvorrichtung des Kraftfahrzeugs 100 liefert.

[0058] Außerdem ist erfindungsgemäß die Regleranpassungseinheit 4 vorgesehen, welche die Gewichtungsfaktoren Gain_VR für die Reglerparameter der Folgeregelung und die Gewichtungsfaktoren Gain_AR zur Reduzierung der Regelparameter der Abstandsregeltempomateinheit 5 liefert.

[0059] Zudem ist die Bedien- und Anzeigeeinheit 3 vorgesehen, welche die vom Fahrer vorgegebene und/oder vorgebbare Wunschgeschwindigkeit v_{Soll} , die Ist-Fahrgeschwindigkeit v_{ist} sowie insbesondere eine Information darüber, ob sich das Kraftfahrzeug 100 in einem Kraftstoff sparenden Regelmodus befindet, auch genannt ECO-Modus, anzeigt. Außerdem bietet die Bedien- und Anzeigeeinheit 3 eine Eingabemöglichkeit, mit der der Kraftstoff sparende Regelmodus an- und/oder ausgeschaltet werden kann.

[0060] Ferner sind das Motorstellglied 10, welches das Stellsignal U_m in dem Motor einstellt und das Bremsstellglied 11, welches das Stellsignal U_b in der Bremsvorrichtung einstellt, vorgesehen.

[0061] Die vorab genannten Komponenten sind in [Fig. 2](#) dargestellt.

[0062] [Fig. 2](#) zeigt die Reglerparameteranpassung bei der Fahrgeschwindigkeitsregelung. Vorteilhaft werden bei der Regleranpassung Fahrgeschwindigkeitsregelparameter K_v , K_a über den Gewichtungsfaktor Gain_VR in denjenigen Fahrsituationen, in denen Kraftstoff sparendes und gleichzeitiges sicheres Fahren möglich ist, so genannte ECO-Zonen, redu-

ziert. Hierzu ermittelt die ECO-Zonen-Bestimmungseinheit **41** für die Geschwindigkeitsregelung die Fahrsituationen, in denen Kraftstoff sparendes Fahrge-
schwindigkeitsregeln möglich ist. Über eine Aktivierungs- und Deaktivierungslogik **42**, welche die Zulässigkeit einer Aktivierung und/oder Deaktivierung überprüft, wird der Gewichtungsfaktor Gain_VR an die Fahrgeschwindigkeitsregelung **6** übermittelt. Für zugelassene Fahrsituationen, so genannte ECO-Zonen, in denen Kraftstoff sparendes fahren möglich ist, nimmt der Gewichtungsfaktor Gain_VR Werte kleiner als 1 an. Ansonsten nimmt der Gewichtungsfaktor Gain_VR den Wert 1 an.

[0063] Fig. 4 zeigt die Reglerparameteranpassung bei der Abstandsregelung. Grundsätzlich erfolgt die Reglerparameteranpassung derart, dass die Abstandsreglerparameter sowohl für die Rückführung K_d , K_{vrel} , K_{arel} als auch für die Vorsteuerung $K_{a,ff}$ über einen den Gewichtungsfaktor Gain_AR in denjenigen Fahrsituationen, in denen Kraftstoff sparendes und gleichzeitiges sicheres Fahren möglich ist, so genannte ECO-Zonen, reduziert werden. Hierzu ermittelt die ECO-Zonen-Bestimmungseinheit **43** für die Abstandsregelung die Fahrsituationen, so genannte ECO-Zonen, in denen Kraftstoff sparendes und gleichzeitiges sicheres Folgefahren möglich ist. Über die Aktivierungs- und Deaktivierungslogik **44**, welche die Zulässigkeit der Aktivierung und/oder Deaktivierung im Abstandsregelmodus überprüft, wird der Gewichtungsfaktor Gain_AR an die Abstandsregelung **7** übermittelt. Für zugelassene Fahrsituationen, so genannte ECO-Zonen, in denen Kraftstoff sparendes Fahren möglich ist, nimmt der Gewichtungsfaktor Gain_AR Werte kleiner als 1 an. Ansonsten nimmt der Gewichtungsfaktor Gain_AR den Wert 1 an.

[0064] Fig. 5 zeigt die ECO-Zonen-Bestimmungseinheit **41** für die Fahrgeschwindigkeitsregelung. Die ECO-Zone wird hierbei beispielhaft über zwei Kennlinien **4120** und **4150** ermittelt. Die Kennlinienparameter $v_{n, pos, min}$, $v_{n, neg, max}$ bzw. $a_{pos, min}$, $a_{neg, max}$ bilden ein inneres Toleranzband und die Kennlinienparameter $v_{n, pos, max}$, $v_{n, neg, min}$ bzw. $a_{pos, max}$, $a_{neg, min}$ bilden ein äußeres Toleranzband für die Geschwindigkeitsregelungsfehlerkennlinie mit auf die Ist-Fahrgeschwindigkeit normierten Geschwindigkeitsregelungsfehler v_n als Eingangsgröße und dem Gewichtungsfaktor $G1_{VR}$ als Ausgangsgröße bzw. für die Fahrzeugbeschleunigungskennlinie mit der Ist-Beschleunigung a_{Ist} als Eingangsgröße und dem Gewichtungsfaktor $G2_{VR}$ als Ausgangsgröße. Alle Signale werden im Übergabevektor X_{VR} zusammengefasst und an die nachgeschaltete Logikeinheit **42** zur Aktivierung und Deaktivierung weitergeleitet.

[0065] Fig. 6 zeigt die Logikeinheit **42** zur Aktivierung und Deaktivierung für die Fahrgeschwindigkeitsregelung. Vorteilhaft ist vorgesehen, dass die Aktivierung der Reduzierung der Reglerparameter nur

dann erfolgt, wenn sich das System in der inneren ECO-Zone befindet. Dies ist dann der Fall, wenn das System sich gleichzeitig in jeder der die ECO-Zone beschreibenden Kennlinien, d. h. in dem aufgeführten Beispiel der Kennlinie **4120** und der Kennlinie **4150** innerhalb der inneren Toleranzbänder befindet. Die Deaktivierung der Reduzierung der Reglerparameter erfolgt dann, wenn das System sich aus der äußeren ECO-Zone, welche über die äußeren Toleranzbänder und eine Mindestfahrgeschwindigkeit definiert ist, entfernt. Dies ist dann der Fall, wenn sich das System wenigstens außerhalb einer der die äußere ECO-Zone beschreibenden Kennlinien **4120** und **4150**, der äußeren Toleranzbänder befindet oder eine Mindestfahrgeschwindigkeit unterschreitet. Dies kann beispielsweise anhand der vorab beschriebenen logischen Bedingungen erfolgen.

[0066] Entsprechend der Darstellung der Fig. 5 lassen sich auch Toleranzbänder bzw. Kennlinien zur Aktivierung und Deaktivierung für die Abstandsregelung definieren. Anstelle eines normierten Geschwindigkeitsregelungsfehler v_n wird für die Abstandsregelung beispielsweise in der ECO-Zonen-Bestimmungseinheit **43** ein auf die Ist-Geschwindigkeit v_{Ist} normierter Relativgeschwindigkeitsfehler $v_{rel, n}$ als Eingangsgröße für eine die ECO-Zone beschreibende Kennlinie bestimmt. Für die Abstandsregelung kann zusätzlich in vorteilhafter Weise eine weitere die ECO-Zone beschreibende Kennlinie verwendet werden, welche als Eingangsgröße ein auf die Ist-Geschwindigkeit v_{Ist} normierter Abstandsregelungsfehler $d_{err, n}$ oder normierter Zeitabstandsfehler verwendet. Die entsprechenden Kennlinienparameter $v_{rel, n, pos, min}$, $v_{rel, n, neg, max}$ bzw. $d_{err, n, pos, min}$, $d_{err, n, neg, max}$ bilden entsprechend ein inneres Toleranzband und die Kennlinienparameter $v_{rel, n, pos, max}$, $v_{rel, n, neg, min}$ bzw. $d_{err, n, pos, max}$, $d_{err, n, neg, min}$ bilden ein äußeres Toleranzband für die Relativgeschwindigkeitsregelungsfehlerkennlinie mit dem auf die Ist-Fahrgeschwindigkeit normierten Relativgeschwindigkeitsfehler $v_{rel, n}$ als Eingangsgröße und dem Gewichtungsfaktor $G1_{AR}$ als Ausgangsgröße bzw. für die Abstandsregelungsfehlerkennlinie mit dem auf die Ist-Fahrgeschwindigkeit normierten Abstandsregelungsfehler $d_{err, n}$ als Eingangsgröße und dem Gewichtungsfaktor $G2_{AR}$ als Ausgangsgröße. Dabei ist es alternativ und/oder zusätzlich möglich, so genannte Kritikalitätskennlinien zu verwenden, die zunächst eine prädizierte Zeit bis zu einer Kollision des Kraftfahrzeugs **100** mit dem Objekt **101**, die auch als Time to Collision (TTC) bezeichnet wird, zu bestimmen und dann als Eingangsgröße einen Kehrwert der Time to Collision TTC zu verwenden.

Bezugszeichenliste

100	Kraftfahrzeug
101	Objekt
1	Objekterkennungseinheit

2	Fahrzustandserkennungseinheit	$v_{n_pos_min}$	minimaler positiver normierter Geschwindigkeitsregelfehler
3	Bedien- und Anzeigeeinheit		maximaler negativer normierter Geschwindigkeitsregelfehler
4	Regleranpassungseinheit	$v_{n_neg_max}$	minimaler negativer normierter Geschwindigkeitsregelfehler
5	Abstandsregeltempomateinheit	$v_{n_neg_min}$	minimaler negativer normierter Geschwindigkeitsregelfehler
6	Geschwindigkeitsregelheit		Regelparameter
7	Abstandsregelheit	$K_v, K_a, K_d, K_{vrel}, K_{arel}$	Vorsteuerungsparameter
8	Soll-Beschleunigungs-koordinatoreinheit	K_{a_ff}	
9	Beschleunigungsregelheit	Z_0	Objektpositions- und Zustandsdatenvektor
10	Motorsteuereinheit	Z_f	Vektor mit Fahrzu-standsdaten
11	Bremssteuereinheit	Z_U	Vektor mit Umge-bungsdaten
12	Umgebungserfas-sungseinheit	C	Dateninfrastrukturwol-ke
41, 43	ECO-Zone-Bestim-mungseinheit	$a_{soll_VR}, a_{soll_AR}, a_{soll}$	Soll-Beschleunigung
42	Logikeinheit	a_{soll_intern}	interne Soll-Beschleu-nigung
44	Aktivierungs- und De-aktivierungseinheit	a_{lst}	Ist-Beschleunigung
61, 62	Multiplikationseinheit	a_{err}	Beschleunigungsregel-fehler
63	Bestimmungseinheit	a_{obj}	Objektbeschleunigung
71	Soll-Abstandsbestim-mungseinheit	a_{rel}	Relativbeschleunigung
72, 73	Differenzierereinheit	$a_{rel,Soll}$	Soll-Relativbeschleuni-gung
74, 75, 76, 77	Multiplikationseinheit		Relativbeschleuni-gungsfehler
4100	Divisionseinheit	a_{rel_err}	positive Maximalbe-schleunigung
4120, 4150	Kennlinie	a_{pos_max}	positive Minimalbe-schleunigung
4110, 4130, 4140, 4160	Kennlinienparameter-einheit	a_{pos_min}	negative Maximalbe-schleunigung
4151	Vektorbildungseinheit	a_{neg_max}	negative Minimalbe-schleunigung
4210	Minimumbildungseinheit	a_{neg_min}	Stellsignal
4220	Signalselektoreinheit		Stellsignal
4230	Konstantwertbildungs-einheit		Gewichtungsfaktor (Fahrgeschwindig-keitsregelung)
G1_VR_min, G2_VR_min	Minimalwert-Gewich-tungsfaktor	U_m	Gewichtungsfaktor (Abstandsregelung)
G1_VR, G2_VR	Gewichtungsfaktor	U_b	Ist-Abstand
v_{lst}	Ist-Geschwindigkeit	Gain_VR	Soll-Abstand
v_{lst_min}	Minimal-Ist-Geschwin-digkeit	Gain_AR	Abstandsregelfehler
v_{soll}	Soll-Geschwindigkeit	d_{lst}	Vektor
v_{err}	Geschwindigkeitsre-gelfehler	d_{soll}	Lenkwinkel
v_{obj}	Objektgeschwindigkeit	d_{err}	
v_{rel}	Relativgeschwindigkeit	X_{VR}	
$v_{rel,Soll}$	Soll-Relativgeschwin-digkeit	δ	
v_{rel_err}	Relativgeschwindig-keitsregelfehler		
v_n	normierter Geschwin-digkeitsregelfehler		
$v_{n_pos_max}$	maximaler positiver normierter Geschwin-digkeitsregelfehler		

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 4209047 C1 [\[0002\]](#)

Patentansprüche

1. Verfahren zur Regelung einer Längsdynamik eines Kraftfahrzeugs (**100**) mit den Schritten:

- Ermitteln einer Umgebung des Kraftfahrzeugs (**100**) kennzeichnenden Umgebungsgröße (Z_0, Z_n) mittels einer Objekterkennungseinheit (**1**),
- Ermitteln einer Fahrzustand des Kraftfahrzeugs (**100**) kennzeichnenden Fahrzustandsgröße (Z_f) mittels einer Fahrzustandserkennungseinheit (**2**),
- Ermitteln einer Soll-Beschleunigung (a_{Soll}) des Kraftfahrzeugs (**100**) in Abhängigkeit von der Fahrzustandsgröße (Z_f) und der Umgebungsgröße (Z_0, Z_n),
- Regelung der Längsdynamik des Kraftfahrzeugs (**100**) in Abhängigkeit der Soll-Beschleunigung (a_{Soll}) mittels einer Motorsteuereinheit (**10**) und einer Bremssteuereinheit (**11**),

dadurch gekennzeichnet, dass

- die Soll-Beschleunigung (a_{Soll}) zusätzlich in Abhängigkeit eines Gewichtungsfaktors (Gain_VR, Gain_AR) zum Absenken einer Empfindlichkeit des Verfahrens in für das Kraftfahrzeug weniger kritischen Situationen ermittelt wird.

2. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, dass der Gewichtungsfaktor (Gain_VR, Gain_AR) in Abhängigkeit einer Ist-Beschleunigung (a_{Ist}) und eines Geschwindigkeitsregelfehlers (v_{err}) ermittelt wird.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Gewichtungsfaktor (Gain_VR, Gain_AR) in Abhängigkeit einer Relativgeschwindigkeit (v_{rel}) und eines Abstandsregelfehlers (d_{err}) ermittelt wird.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Ermitteln der Soll-Beschleunigung (a_{Soll}) auf dem Multiplizieren von Regelparametern ($K_d, K_{vrel}, K_{arel}, K_v, K_a$) und/oder Vorsteuerparametern (K_{aff}) mit dem Gewichtungsfaktor (Gain_VR, Gain_AR) beruht.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Gewichtungsfaktor (Gain_VR, Gain_AR) als eine Kennlinie (**4120, 4150**) ermittelt wird, die um eine Nulllage der Ist-Beschleunigung (a_{Ist}) und/oder des Geschwindigkeitsregelfehlers (v_{err}) und/oder der Relativgeschwindigkeit (v_{rel}) und/oder des Abstandsregelfehlers (d_{err}) einen wannenförmigen Verlauf, insbesondere einen zweiseitig rampenförmig begrenzten Verlauf, aufweist.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Gewichtungsfaktor (Gain_VR, Gain_AR) derart ermittelt wird, dass er einen asymmetrischen Verlauf bezüglich der Nulllage der Ist-Beschleunigung (a_{Ist}) und/oder des Geschwindigkeitsregelfehlers (v_{err}) und/oder der Relativgeschwindigkeit

(v_{rel}) und/oder des Abstandsregelfehlers (d_{err}) aufweist.

7. Kraftfahrzeug (**100**) mit einer Vorrichtung zur Regelung einer Längsdynamik, wobei die Vorrichtung zum Durchführen eines Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche eingerichtet, ausgelegt und/oder konstruiert ist.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

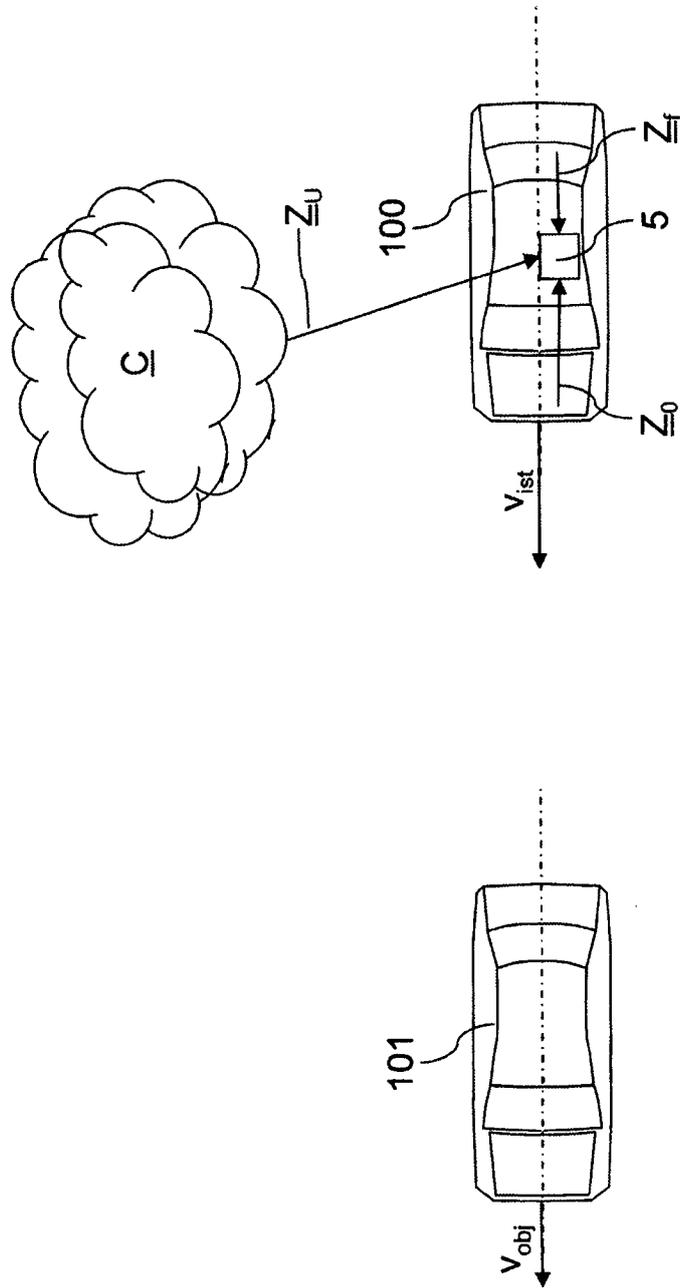


Fig. 1

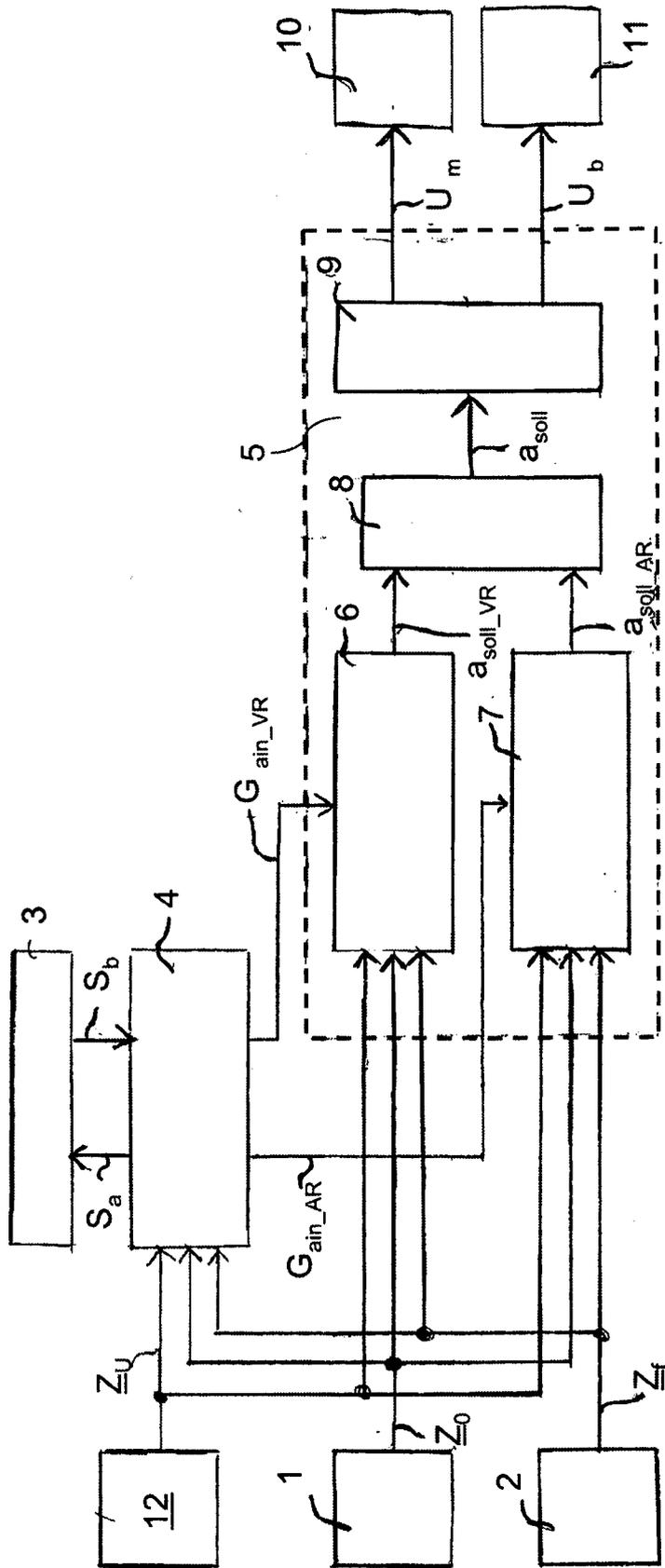


Fig. 2

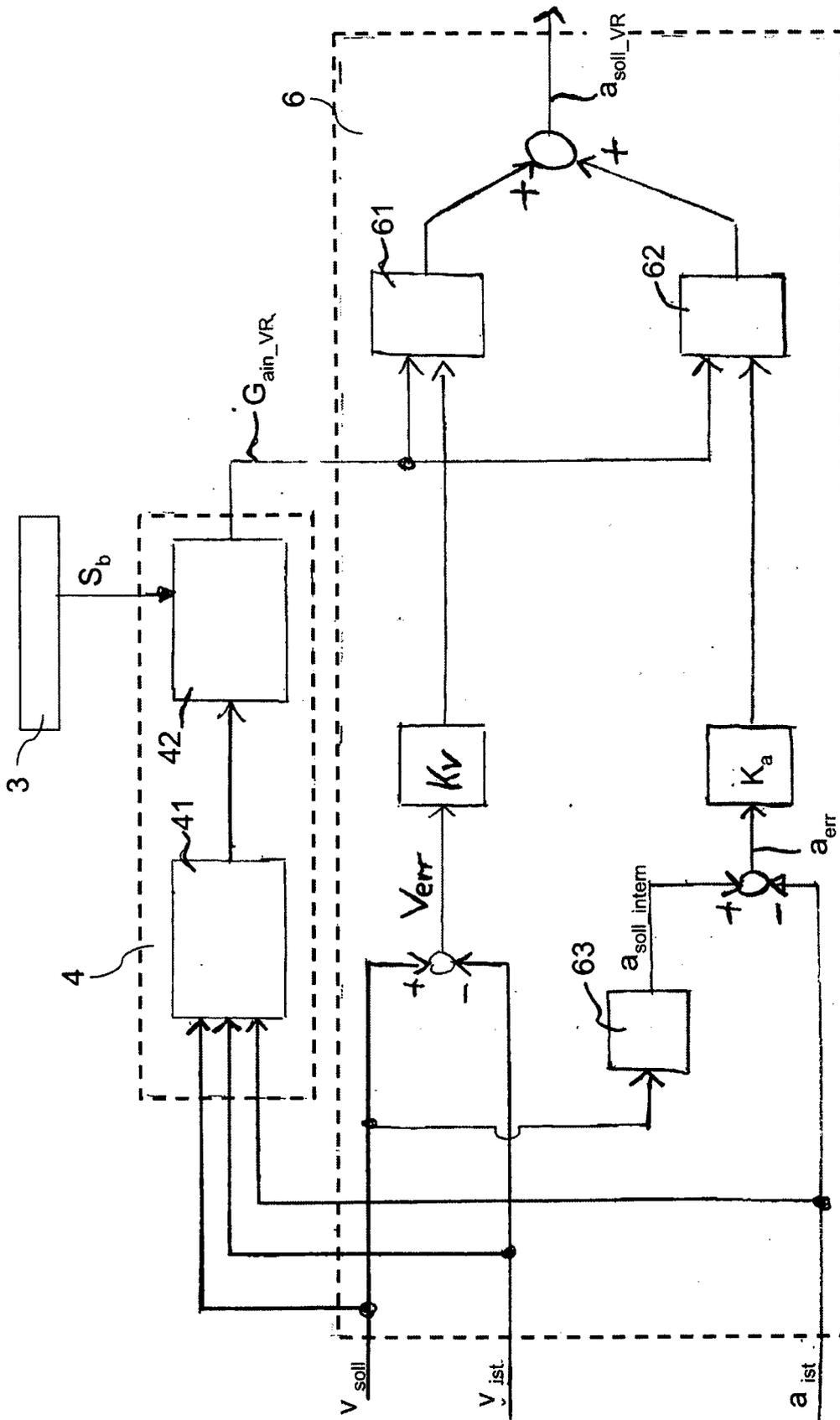


Fig. 3

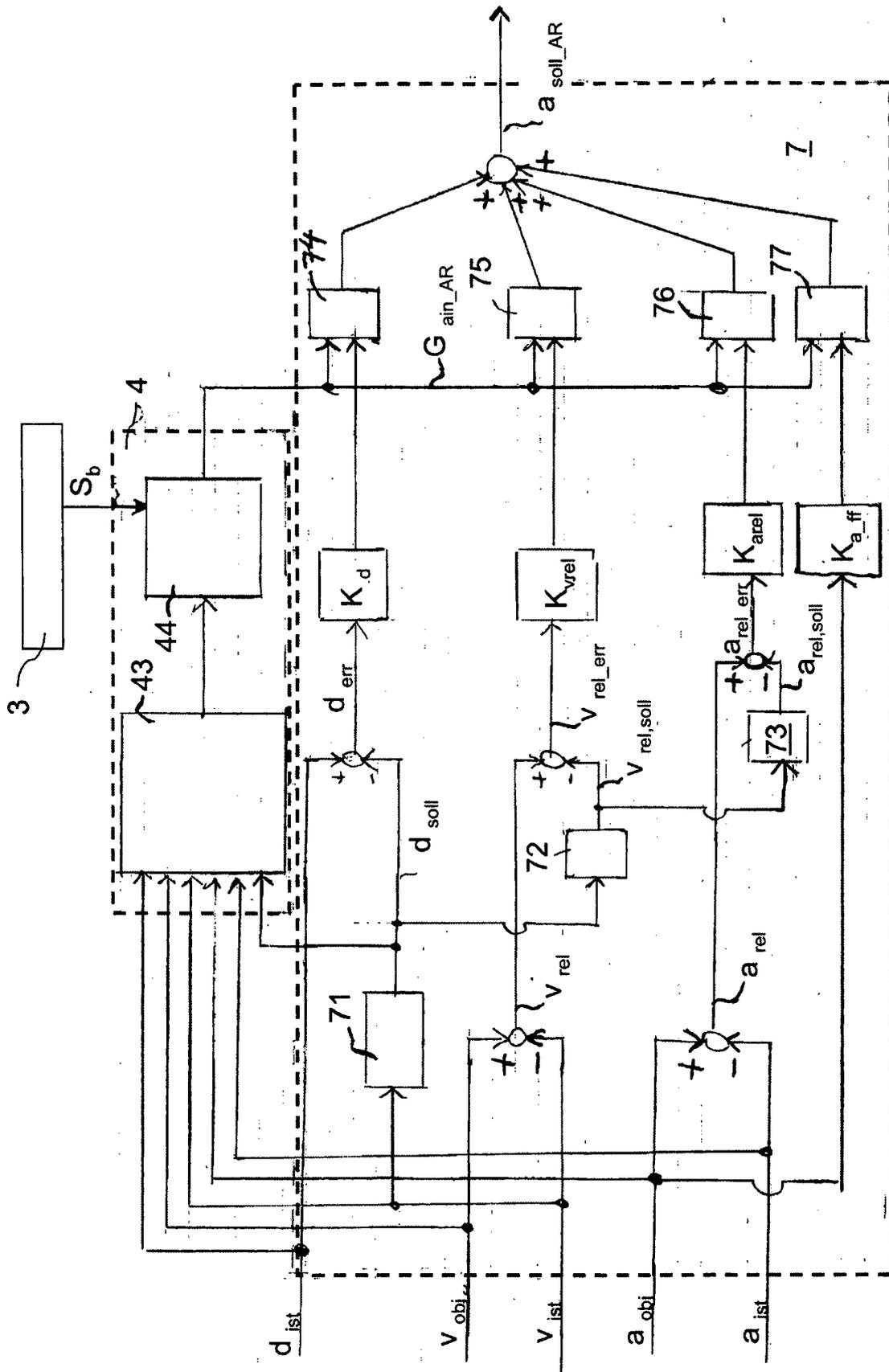


Fig. 4

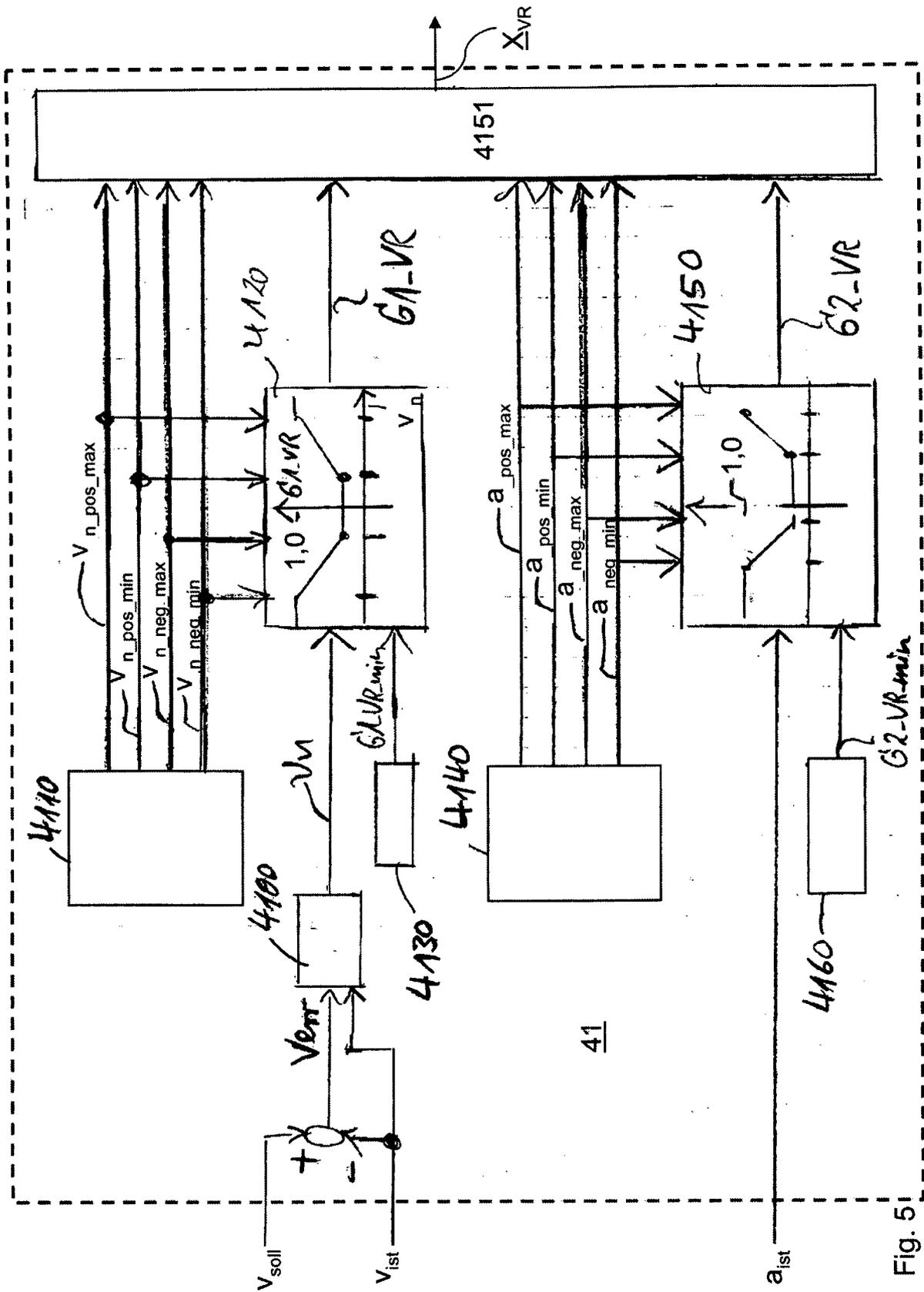


Fig. 5

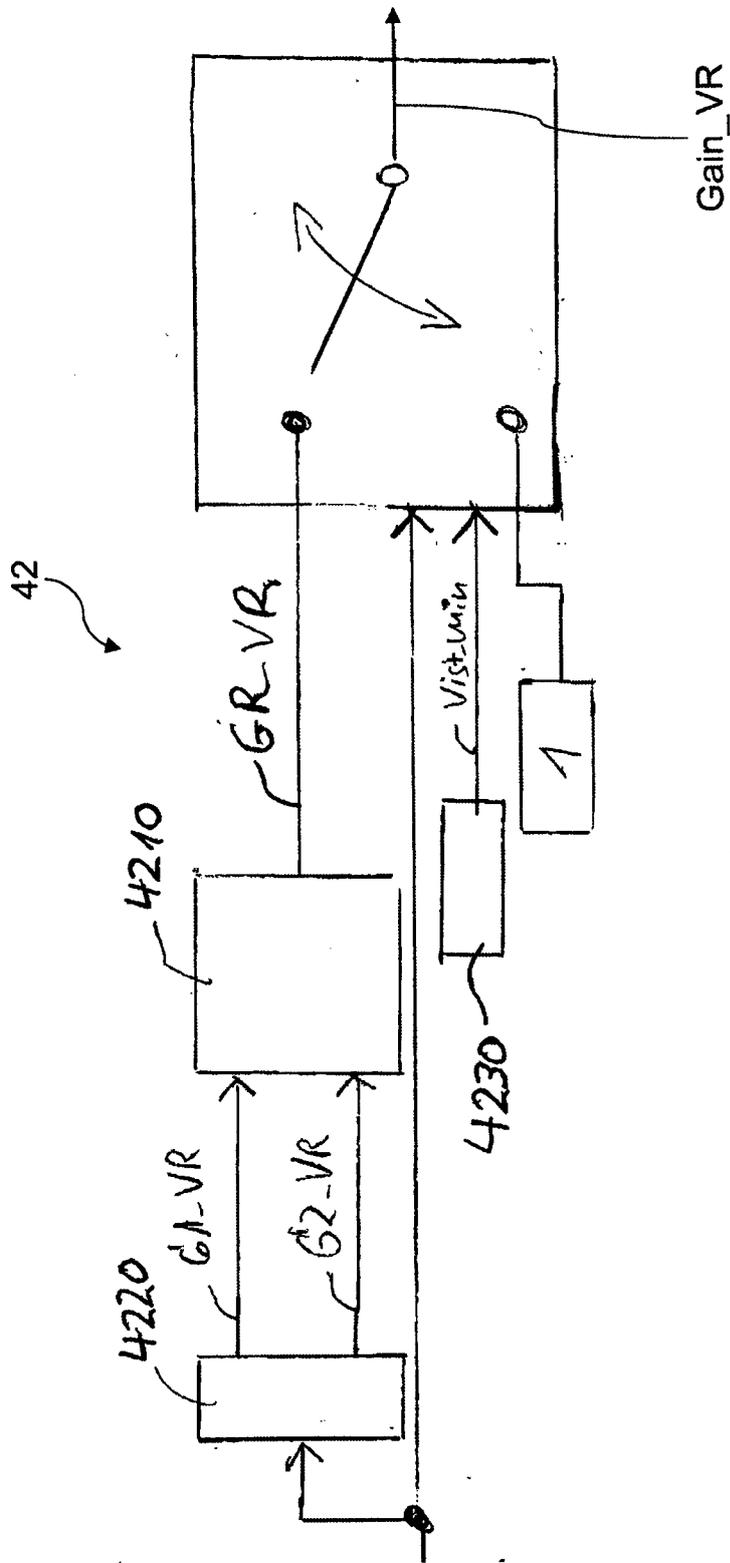


Fig. 6