



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 603 08 305 T2 2007.09.06**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 445 130 B1**

(51) Int Cl.⁸: **B60G 17/015 (2006.01)**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **603 08 305.6**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **03 026 732.2**

(96) Europäischer Anmeldetag: **21.11.2003**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **11.08.2004**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **13.09.2006**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **06.09.2007**

(30) Unionspriorität:

336226 03.01.2003 US

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB

(73) Patentinhaber:

General Motors Corp., Detroit, Mich., US

(72) Erfinder:

**Ghoneim, Youssef Ahmed, Macomb County, MI
48044, US; Bielaczek, Christian, 61118 Bad Vilbel,
DE**

(74) Vertreter:

**Manitz, Finsterwald & Partner GbR, 80336
München**

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zur Fahrwerkregelung eines Kraftfahrzeuges**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Diese Erfindung betrifft allgemein ein integriertes Fahrwerkregelsystem für ein Fahrzeug und ein Betriebsverfahren, und insbesondere einen integralen Satz von Fahrwerksubsystemen, die auf einen zentralen Controller ansprechen.

HINTERGRUND

[0002] Traditionelle Fahrzeugfahrwerksubsysteme wie Lenk-, Brems- und Aufhängungssysteme sind passiv, was bedeutet, dass ihre Ansprechempfindlichkeit unter Betriebsbedingungen bestimmt wird, ehe das Fahrzeug den Herstellungsort verläßt. Bei solchen traditionellen Anordnungen muss die Auslegung des speziellen Fahrwerksystems im voraus bestimmt werden und den Zweck des Fahrzeugs berücksichtigen, z.B. ob das Fahrzeug hauptsächlich als Reisefahrzeug verwendet wird, oder ob es hauptsächlich als sportliches Hochleistungsfahrzeug verwendet wird. Per Auslegung können sich solche traditionellen Fahrwerksysteme nicht an eine Änderung des Fahrmodus anpassen oder aktiv in Echtzeit darauf ansprechen, wie dies vom Fahrer angefordert wird.

[0003] Die US-A-4 949 261 offenbart ein Lenkregelsystem nach dem Oberbegriff der unabhängigen Ansprüche. Die US-A-S 037 119 offenbart ein Aufhängungs-Lenk-Regelsystem zum Regeln einer Aufhängungscharakteristik und eines Hinterradlenkmechanismus für ein Fahrzeug.

ZUSAMMENFASSUNG

[0004] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung liegt darin, ein Fahrwerksystem vorzusehen, das sich an von dem Fahrer angeforderte Fahrmodusänderungen in Echtzeit anpasst und aktiv darauf anspricht.

[0005] Diese Aufgabe ist durch die kennzeichnenden Merkmale der Nebenansprüche gelöst.

[0006] Bei einer Ausführungsform ist ein integriertes Fahrwerkregelsystem für ein Fahrzeug mit wenigstens einem Fahrwerksystem vorgesehen, das folgendes aufweist: wenigstens einen Sensor zum Erfassen wenigstens eines Fahrzeugparameters, wenigstens ein Fahrwerkregelsystem zum Einstellen des wenigstens einen Fahrwerksystems, einen Fahrmoduswähler zum Auswählen wenigstens eines Fahrmodus und einen Controller, der auf den wenigstens einen Sensor und den Fahrmoduswähler anspricht. Der Controller ist dazu angepasst, das wenigstens ein Fahrwerkregelsystem nach dem wenigstens einen Fahrmodus zu regeln.

[0007] Bei einer weiteren Ausführungsform ist ein Verfahren zum aktiven Regeln eines integrierten Fahrwerkregelsystems für ein Fahrzeug vorgesehen, das folgendes umfasst: Erfassen des wenigstens einen Fahrzeugparameters, Empfangen wenigstens eines Fahrzeugparametersignals, das für den wenigstens einen Fahrzeugparameter steht, Empfangen eines Fahrmodussignals, das für eine Fahrmodusanforderung steht, Bestimmen einer Stabilitätsflageinstellung in Reaktion auf das wenigstens ein Fahrzeugparametersignal und wenigstens einen programmierten Parameter, Analysieren des Fahrmodussignals in Hinblick auf das wenigstens ein Fahrzeugparametersignal und die Stabilitätsflageinstellung, Bestimmen wenigstens eines Regelbefehls, Übermitteln des wenigstens einen Regelbefehls an das wenigstens ein Fahrwerkregelsystem und Betätigen des wenigstens einen Fahrwerkregelsystems zum Einstellen des wenigstens einen Fahrwerksystems in Reaktion auf das wenigstens ein Fahrzeugparametersignal, das Fahrmodussignal und die Stabilitätsflageinstellung.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0008] Unter Bezug auf die Figuren, die beispielhafte Ausführungsformen sind und bei denen gleiche Elemente gleich numeriert sind, zeigen nun:

[0009] [Fig. 1](#) ein generalisiertes Schema eines Fahrzeugs, das zur Implementierung der vorliegenden Erfindung betriebsbereit ist;

[0010] [Fig. 2](#) ein Verfahren zum Implementieren der vorliegenden Erfindung;

[0011] [Fig. 3](#) ein Flussdiagramm zum Bestimmen eines Fahrgierbefehls;

[0012] [Fig. 4](#) ein Flussdiagramm zum Analysieren der Fahrzeugstabilität; und

[0013] [Fig. 5](#) ein Flussdiagramm zum Implementieren des Verfahrens von [Fig. 2](#).

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG

[0014] Eine detaillierte Beschreibung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird hier beispielhaft und nicht einschränkend unter Bezug auf [Fig. 1–Fig. 5](#) präsentiert.

Fahrzeug

[0015] [Fig. 1](#) stellt ein generalisiertes Schema eines Fahrzeugs **10** mit einem Fahrwerk **20**, einer auf dem Fahrwerk **20** angeordneten Karosserie **30**, einem Satz Rädern („W“) **40**, die mit dem Fahrwerk **20** drehbar gekoppelt sind, einem Lenkmechanismus **50**, der zum Lenken der Räder **40** angeordnet ist, einem Bremsmechanismus („B“) **60**, der zum Verzögern der Räder **40** auf Befehl angeordnet ist, einem Aufhängungsmechanismus („S“) **70**, der zwischen den Rädern **40** und der Karosserie **20** zum Dämpfen von Vibrationen an den Rädern **40** angeordnet ist, und einem integrierten Fahrwerkregelsystem (ICCS) **100** dar. Das ICCS **100** umfasst: einen Gierratensensor („Yaw“) **110** zum Erfassen der tatsächlichen Fahrzeuggierate in Grad pro Sekunde; Radgeschwindigkeitssensoren („VS“) **120**, welche die Fahrzeuggeschwindigkeit angeben; einen Seitenbeschleunigungssensor („Lat“) **130** wie z.B. einen Beschleunigungsmesser zum Erfassen des absoluten Werts der Seitenbeschleunigung des Fahrzeugs in G-Kraft; einen Längsbeschleunigungssensor **140** („Long“) (z.B. Beschleunigungsmesser) zum Erfassen des absoluten Werts der Längsbeschleunigung des Fahrzeugs in G-Kraft und einen Lenkwinkelsensor („SS“) **150** zum Erfassen des Lenkwinkels für die lenkenden Räder. Die erfassten Parameter sind hier als Fahrzeugparameter bezeichnet. Das ICCS **100** umfasst auch die folgenden Fahrzeugregelsysteme: ein Lenkmechanismusregelsystem („WCS“) **160** wie z.B. elektronisch geregelte Stellglieder und Dämpfer zum Einstellen der Steifigkeits- und Dämpfungseigenschaften des Lenkmechanismus **50** und des zugeordneten Grades an Lenkunterstützung; ein Bremsmechanismusregelsystem („BCS“) **170** (z.B. elektronisch geregelte Stellglieder und Dämpfer) zum Einstellen der Steifigkeits- und Dämpfungseigenschaften des Bremsmechanismus **60** und des zugeordneten Grades der Druckaufbringrate und ein Aufhängungsregelsystem („SCS“) **180** (z.B. elektronisch geregelte Stellglieder und Dämpfer) zum Einstellen der Steifigkeits- und Dämpfungseigenschaften des Aufhängungsmechanismus **70**. Das ICCS **100** umfasst ferner: einen Fahrmoduswähler („Drv Mode“) **190**, damit ein Fahrer selektiv zwischen mehreren Fahrmodi wählen kann, wie z.B. „normale“ und „sportliche Modi“, wobei der „normale“ Modus für Autobahnfahrten und der „sportliche“ Modus für Hochleistungslenkaktionen vorgesehen sein kann, und einen zentralen Controller **200**, der in wirksamer Verbindung mit den Sensoren **110**, **120**, **130**, **140**, **150** und den Mechanismusregelsystemen **160**, **170**, **180** angeordnet ist. Die Regelleitungen **162**, **172** und **182** sind der Einfachheit halber als einzelne Linien dargestellt, stellen aber sowohl Signalkommunikationsleitungen als auch Betriebslinks zur Kommunikation mit den Mechanismusregelsystemen **160**, **170**, **180** und deren Betätigung dar. Der Schaltmoduswähler **190** kann einen Tastschalter **192** oder jeden anderen Schaltertyp, der zum Erzeugen eines Fahrmodusanforderungssignals geeignet ist, und eine Anzeige **194** umfassen, um dem Fahrer ein Feedback bezüglich der Fahrmoduseinstellung zu liefern. Das BCS **170** steht über den Hauptbremszylinder („Mstr Cyl“) **210** in wirksamer Verbindung mit dem Controller **200**. „Mstr Cyl“ **210** steht auch in wirksamer Verbindung mit dem Bremspedal („Brk“) **220**. Der Bremsmechanismus **60** kann vom Fahrer über das Bremspedal **220** und den Hauptzylinder **210** oder von dem Controller **200** über das ICCS **100**, den Hauptzylinder **210** und das Bremsmechanismusregelsystem **170** betrieben werden. Man wird verstehen, dass das BCS **170** im Schema von [Fig. 1](#) in Anordnung zwischen dem Hauptzylinder **210** und jedem Bremsmechanismus **60** dargestellt ist, dass es aber auch zwischen dem Controller **200** und dem Hauptzylinder **210** angeordnet sein kann, je nachdem, ob ein individuelles oder gleichzeitiges Radbremsen erwünscht ist.

[0016] Man wird auch verstehen, dass die offenbarte Ausführungsform nur zwei Fahrmodi betrifft, dass aber die hier beschriebene Erfindung auf eine beliebige Anzahl von Fahrmodi anwendbar ist. Man wird ferner verstehen, dass die offenbarte Ausführungsform ein Fahrzeug wie einen Kraftwagen mit vier Rädern betrifft, dass aber die hier beschriebene Erfindung auf ein beliebiges Fahrzeug mit einer beliebigen Anzahl von Rädern anwendbar ist. Solche alternativen Fahrzeuge zu der offenbarten Ausführungsform können z.B. ohne Einschränkung ein Dreirad- oder Sechsrad-Off-Road-Fahrzeug sein, das mit normalen, sportlichen und Bergsteigfahrmodi ausgelegt ist.

Controller

[0017] Der Controller **200** ist ein mikroprozessorbasiertes Regelsystem, das dazu geeignet ist, aktiv den in-

tegrierten Satz von Fahrzeugsystemen zu regeln, d.h. den Lenkmechanismus **50**, den Bremsmechanismus **60** und den Aufhängungsmechanismus **70**. Der Controller **200** umfasst typisch einen Mikroprozessor, einen Speicher **205** wie ein ROM und RAM und geeignete Eingabe- und Ausgabeschaltungen eines bekannten Typs zum Empfangen der verschiedenen Eingangssignale und zum Ausgeben der verschiedenen Regelbefehle an die verschiedenen Stellglieder und Regelsysteme. Unter Bezug auf [Fig. 2](#) führt nun der Controller **200** den Prozess **300** durch: Erfassen der tatsächlichen Gierrate des Fahrzeugs an dem Gierratensensor **110**, Erfassen **320** der Geschwindigkeit der Räder an den Radgeschwindigkeitssensoren **120**, Erfassen **330** der Seitenbeschleunigung des Fahrzeugs an dem Seitenbeschleunigungssensor **130**, Erfassen **340** der Längsbeschleunigung des Fahrzeugs an dem Längsbeschleunigungssensor **140**, Erfassen **350** des Lenkwinkels des Fahrzeugs an dem Lenkwinkelsensor **150**, Empfangen **360** einer Fahrmodusanforderung durch Empfangen eines Signals von dem Fahrmodusschalter **190**, Empfangen **370** der Sensorsignale von den Sensoren **110**, **120**, **130**, **140**, **150**, Bestimmen **375** einer Stabilitätsflageinstellung, Analysieren **380** der Fahrmodusanforderung in Hinblick auf die Sensorsignale, Berechnen **390** eines Lenkmechanismusregelsignals (Befehls), Berechnen **400** eines Bremsmechanismusregelsignals (Befehls), Berechnen **410** eines Aufhängungsmechanismusregelsignals (Befehls), Übermitteln **420** der Regelsignale (Befehle) an das jeweilige Mechanismusregelsystem (z.B. die Lenk-, Brems- und Aufhängungsmechanismusregelsysteme) zum wirksamen Einstellen des jeweiligen Fahrwerksystems (z.B. der Lenk-, Brems- und Aufhängungsmechanismen) und Betätigen **430** des jeweiligen Mechanismusregelsystems, um das jeweilige Fahrwerksystem in Reaktion auf die Fahrermodusanforderung und die Sensorsignale einzustellen und zu regeln. Der Controller **200** empfängt Sensoreingänge mit einem Abtastintervall von „Tsamp“, was unten im einzelnen erörtert wird.

Regellogik zum Analysieren der Fahrmodusanforderung

[0018] Die hier verwendete Nomenklatur zum Analysieren der Fahrmodusanforderung in Hinblick auf die Sensorsignale ist wie folgt:

„Mode“ = Register, das den tatsächlichen Fahrzeugmodus enthält (z.B. „Normal“ oder „Sportlich“);
 „Mode_req“ = Register, das die Fahrermodusanforderung, nicht den tatsächlichen Modus enthält;
 „|Lat_Accel|“ = Register, das den absoluten Wert der Seitenbeschleunigung des Fahrzeugs (g-Kraft) enthält;
 „|Long_Accel|“ = Register, das den absoluten Wert der Längsbeschleunigung des Fahrzeugs (g-Kraft) enthält;
 „Yaw_r“ = Register, das die tatsächliche Gierrate des Fahrzeugs enthält (Grad pro Sekunde, Grad/s);
 „Yaw_command“ = Register, das den Gierratenbefehl auf der Basis der Fahrereingabe enthält (Grad/s) (vgl. [Fig. 3](#));
 „Yaw_err“ = Register, das den Fahrzeuggierratenfehler enthält (Grad/s);
 „Yaw_thr“ = Register, das den Gierratenschwellenwert enthält (Grad/s), z.B. 8 Grad/s;
 „Lat_th“ = Register, das den Seitenbeschleunigungsschwellenwert enthält (g-Kraft), z.B. 0,6-g;
 „Long_th“ = Register, das den Längsbeschleunigungsschwellenwert enthält (g-Kraft), z.B. 0,2 g;
 „Tsamp“ = Register, das das Regelabtastintervall enthält, z.B. 10 Millisekunden (ms);
 „Timer(t)“ = Register, das die akkumulierte Zeit ab dem Zeitpunkt enthält, zu dem die Änderung im Fahrmodus angefordert wurde;
 „Tconfirm“ = Register, das zusätzliche Schwellenwertzeit zum Bestätigen des Vorliegens eines stabilen Zustands für eine „Normal“-Fahrmodusanforderung enthält, z.B. 0,5 s;
 „Timer_1(t)“ = Register, das die akkumulierte Zeit enthält, während der „|Yaw_err|“ über „Yaw_thr“ gewesen ist;
 „Timer_2(t)“ = Register, das die akkumulierte Zeit enthält, während der „|Yaw_err|“ unter „Yaw_thr“ gewesen ist;
 „Time_1“ = Register, das die erste Schwellenwertzeit für „Timer_1(t)“ und Stabilitätsflag enthält, z.B. 100 ms;
 „Time_2“ = Register, das die erste Schwellenwertzeit für „Timer_2(t)“ und Stabilitätsflag enthält, z.B. 100 ms;
 „Flag(t)“ = Register, das das Stabilitätsflag als eine Funktion von Zeit enthält (auf AUS gesetzt, wenn stabil, und auf EIN gesetzt, wenn instabil); wobei
 „|“ einen „Absolutwert“-Operator bezeichnet.

[0019] Unter Bezug auf [Fig. 3](#) ist eine Subroutine **800** zum Bestimmen eines stationären „Yaw_command“ vorgesehen, die ein Verfahren zum Bestimmen eines „Yaw_command“ ist und nur für beispielhafte Zwecke vorgesehen ist. Nach dem Starten **810** der Subroutine **800** wird eine stationäre Gierverstärkung G_{ss} durch den Ausgang oder programmierte Parameter einer Verweistabelle bestimmt **820**, deren Eingänge die Fahrzeuggeschwindigkeit V_s von den Radgeschwindigkeitssensoren **120** und der Lenkradwinkel δ von dem Lenkwinkelsensor **150** sind. Bevorzugt fügt die Flexibilität einer Verweistabelle eine vorteilhafte Charakteristik der stationären Gierverstärkung hinzu, indem die Verstärkung im wesentlichen linear bezüglich des Lenkradwinkels aufrechterhalten wird, wenn sich das Fahrzeug sowohl in linearen als auch nichtlinearen Fahrmodi befindet. Dies ist besser unter Bezug auf die folgenden zwei Tabellen zu verstehen.

TABELLE 1

V _s (KPH) \ δ(°)	0	29,7	76,5	131	221	352	520
0	0	0	0	0	0	0	0
16	9,6	9,6	9,4	9,4	9,8	11,2	16,8
26	14,4	14,4	14,2	14,4	15,2	15,6	15,8
38	18,6	18,6	18,8	18,6	17	14,4	12,2
52	21,2	21,6	21,4	19	15	11,6	9,4
68	22,2	23	21,6	16,8	12,2	9,4	7,2
86	21,6	23	19	14	10,2	7,6	5,8
106	20,6	22	16,2	11,8	8,4	6,2	4,8
132	18,4	19,4	13,8	9,8	6,8	5	3,8
162	16,2	17	11,4	8	6,5	4	3,2
198	14,2	14,4	9,6	6,6	4,6	3,4	2,6
242	12	12,2	7,8	5,4	3,8	2,8	2,2

TABELLE 2

V _s (KPH) \ δ(°)	0	29,7	76,5	131	221	352	520
0	0	0	0	0	0	0	0
16	9,6	9,6	9,4	9,4	9,8	11,2	16,8
26	14,4	14,4	14,2	14,4	15,2	15,6	15,8
38	18,6	18,6	18,8	18,6	17	17	17
52	21,2	21,6	21,4	19	19	19	19
68	22,2	23	21,6	21	21	21	21
86	21,6	23	23	23	23	23	23
106	20,6	22	22	22	22	22	22
132	18,4	19,4	19	19	13	19	19
162	16,2	17	17	17	17	17	17
198	14,2	14	14	14	14	14	14
242	12	12	12	12	12	12	12

[0020] Tabelle 1 veranschaulicht eine beispielhafte Gierverstärkung eines typischen Fahrzeugs in Reaktion auf Fahrzeuggeschwindigkeit und Lenkradwinkel. Wie zu sehen ist, ist die Verstärkung für niedrige Lenkradwinkel und bei niedrigen Fahrzeuggeschwindigkeiten im wesentlichen konstant. Wenn der Lenkradwinkel über einen bestimmten Punkt zunimmt, oder wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit über einen bestimmten Punkt zunimmt, wird die Gierverstärkung nichtlinear, abnehmend, wenn der Lenkradwinkel zunimmt und/oder die Fahrzeuggeschwindigkeit zunimmt. Die nach dieser Erfindung benutzte Verweistabellenfunktion ist bezüglich Tabelle 2 gezeigt, die veranschaulicht, dass selbst dann, wenn sich das Fahrzeug im nichtlinearen Betriebsbereich befindet, die Gierverstärkung bezüglich des Lenkradwinkels konstant gehalten wird. Da die Gierverstärkung den gewünschten Yaw_command beeinflusst, auf den das Fahrzeug geregelt wird, liefert das System dadurch eine lineare Reaktion auf Bedienerlenkradeingaben, selbst wenn sich das Fahrzeug in einem nichtlinearen Betriebszustand befindet, d.h. selbst wenn ein oder mehrere Sätze von Reifen eine reduzierte Seitentraktion erfahren. Vom Block **820** geht die Routine weiter zum Block **830**, wo der gewünschte Yaw_command gleich G_{ss} multipliziert mit δ , alternativ „Radwinkel“, gesetzt wird. Nach dem Block **830** ist die Subroutine **800** abgeschlossen und springt **840** zurück zum Hauptprogramm im Controller **200**.

[0021] Das Stabilitätsflag „Flag(t)“ ist ein Logikflag, das ein stabiles System (Flag(t) = AUS) oder ein instabiles System (Flag(t) = EIN) bedeutet, und wird wie folgt bestimmt:

$ \text{Yaw_err} = \text{Yaw_command} - \text{Yaw_r} $	Gleich. 1
If $ \text{Yaw_err} > \text{Yaw_thr}$ für Time_1	Gleich. 2
Then Flag(t) = EIN	Gleich. 3
Else, If $ \text{Yaw_err} < \text{Yaw_thr}$ für Time_2	Gleich. 4
Then Flag(t) = AUS	Gleich. 5
Else Flag(t) = Flag(t-Tsamp)	Gleich. 6
EndIf	Gleich. 7
EndIf	Gleich. 8

[0022] **Fig. 4** stellt ein Flussdiagramm für den Prozess **500** zum Berechnen des Stabilitätsflags „Flag(t)“ dar. Beim Initialisieren des ICCS **100** wird „Flag(t)“ auf AUS gesetzt, „Modus“ wird auf „Normal“ gesetzt, die Timer „Timer(t)“, „Timer_1(t)“ und „Timer_2(t)“ werden auf null gesetzt. Nach der Initialisierung, wie wenn das elektrische System des Fahrzeugs zuerst aktiviert oder eingeschaltet wird, macht der Prozess **500** weiter, indem er den Absolutwert des Gierratenfehlers „|Yaw_err|“ nach Gleich. 1 berechnet **520**, den „|Yaw_err|“ mit dem Gierratenschwellenwert „Yaw_thr“ nach Gleich. 2 und 4 vergleicht **530**, die Stabilität des Systems durch die Analyse der Zeit des Bestehens von „|Yaw_err|“ bezüglich Schwellenwertzeiten (z.B. „Time_1“, „Time_2“) nach Gleich. 2 und 4 analysiert **540**, das „Flag(t)“ nach Gleich. 5 und 6 auf AUS setzt **550**, wenn das System stabil ist, und das „Flag(t)“ nach Gleich. 3 und 6 auf EIN setzt **560**, wenn das System nicht stabil ist. Die logische Folge wird nach Gleich. 7 und 8 beendet. Wie oben bemerkt, stellen Gleich. 2 und 4 fest, ob das System stabil ist, wodurch eine Änderung im Fahrmodus möglich wird. Das Bestehen eines instabilen Systems, wo „Flag(t)“ auf EIN gesetzt ist, bedeutet, dass eine Änderung des Fahrmodus unerwünscht sein kann.

[0023] Nachdem das Stabilitätsflag „Flag(t)“ nach den Gleichungen 1–8, dem Block **375** in **Fig. 2** und dem Prozess **500** in **Fig. 4** bestimmt worden ist, folgt die Regellogik in dem Controller **200** dann dem Prozess **600**, was am besten unter Bezug auf **Fig. 5** zu sehen ist, die die Einzelheiten des Prozessblocks **380** aus **Fig. 2** darstellt. Nach **Fig. 5**, die mit dem Schritt des Initialisierens **610** des ICCS **100** beginnt, macht der Prozess **600** weiter mit der Analyse **620** der Fahrmodusanforderung „Mode-req“ für eine Einstellung von „Normal“ oder „Sportlich“. Wenn „Mode_req“ auf „Normal“ gesetzt ist, macht der Prozess **600** weiter mit der Analyse **630** des Zustands des tatsächlichen Fahrzeugfahrmodus „Modus“. Wenn „Modus“ auf „Sportlich“ gesetzt ist, dann ist eine Änderung des Fahrmodus angefordert worden, was eine Stabilitätsanalyse am Block **640** veranlasst. Wenn das ICCS **100** bestimmt, dass eine Änderung des Fahrmodus unter vorliegenden Bedingungen zu einer instabilen Fahrbedingung führen würde, dann wird die angeforderte Fahrmodusänderung nicht anerkannt. Wenn jedoch das ICCS **100** bestimmt, dass stabile Bedingungen bestehen, dann kann die angeforderte Fahrmodusänderung nach **Fig. 4** implementiert werden. In diesem Stadium des Prozesses **600** beinhaltet die Stabilitätsanalyse die Analyse **640** des Absolutwerts der Seitenbeschleunigung des Fahrzeugs „|Lat_Accel|“ gegen den Seitenbeschleunigungsschwellenwert „Lat_th“, des Absolutwerts der Längsbeschleunigung des Fahrzeugs „|Long_Accel|“ gegen den Längsbeschleunigungsschwellenwert „Long_th“ und des Zustands des Stabilitätsflags „Flag(t)“. Wenn die Bedingungen des Blocks **640** in **Fig. 4** erfüllt sind, geht der Prozess weiter zum Block **650**, der den „Timer(t)“ um das vordefinierte Zeitinkrement „Tsamp“ inkrementiert.

[0024] Der Prozess macht weiter mit der Analyse **660** des Werts von „Timer(t)“ gegen den vorerstellten Wert von „Tconfirm“. Wenn die Bedingungen von Block **660** erfüllt sind, was bedeutet, dass die Fahrermodusanforderung bestätigt worden ist und das Fahrermodusanforderungssignal über einem Geräuschschwellenniveau lag, macht der Prozess weiter, indem er „Modus“ auf „Normal“ setzt **607**, „Timer(t)“ zurückstellt **680** und die Regellogik zum Block **620** zurückführt. Wenn am Block **660** die Bedingungen von Block **660** nicht erfüllt sind, was bedeutet, dass die Fahrermodusanforderung nicht bestätigt worden ist, dann macht der Prozess weiter, indem er „Modus“ auf „Sportlich“ setzt **690** und die Regellogik zum Block **620** zurückführt.

[0025] Wenn am Block **640** die Bedingungen von Block **640** nicht erfüllt sind, macht der Prozess weiter, indem er „Timer(t)“ zurückstellt **700** und die Regellogik zum Block **620** zurückführt. Wenn am Block **630** „Modus“ auf „Normal“ gesetzt wird, dann ist keine Fahrmodusänderung angefordert worden, und der Prozess macht weiter, indem er „Modus“ auf „Normal“ setzt **710** und die Regellogik zum Block **700** führt.

[0026] Wenn am Block **620** die Bedingungen von Block **620** so sind, dass „Mode_req“ auf „Sportlich“ gesetzt ist, dann macht der Prozess weiter, indem er **720** „Modus“ auf ein Setzen von „Normal“ analysiert und **720**

„Flag(t)“ auf ein Setzen von „AUS“ analysiert. Wenn die Bedingungen von Block **720** erfüllt sind, was andeutet, dass eine Fahrmodusänderung angefordert worden ist und das System stabil ist, macht der Prozess weiter, indem er „Modus“ auf „Sportlich“ setzt **730**, „Timer(t)“ zurückstellt **740** und die Regellogik zum Block **620** führt. Wenn die Bedingungen von Block **720** nicht erfüllt sind, dann wird die angeforderte Änderung des Fahrmodus nicht anerkannt, und der Prozess geht weiter zu Block **740**.

Stabilitätsflag allgemein

[0027] Beim Einschalten des ICCS **100** im Fahrzeug **10** initialisiert die Controller-Logik das ICCS **100** nach den Blocks **510** und **610**, wodurch der Fahrmodus „Modus“ auf „Normal“ gesetzt wird, die Timer „Timer(t)“, „Timer_1(t)“ und „Timer_2(t)“ auf null zurückgestellt werden und das Stabilitätsflag „Flag(t)“ auf AUS gesetzt wird. Der Mikroprozessor im Controller **200** tastet die Sensoren, wie oben erörtert, mit einem Regelabtastintervall von „Tsamp“ ab und behält die letzten Sensoreingänge im Speicher. Der Controller **200** berechnet auch den Wert des Stabilitätsflags „Flag(t)“ mit dem Abtastintervall „Tsamp“ nach dem Prozess **500** und Gleich. 1-8, wie oben erörtert. Wenn „|Yaw_err|“ (der Absolutwert des Fahrzeuggierratenfehlers) „Yaw_thr“ (den Gierratenschwellenwert) überschreitet, darin wird „Timer_1(t)“ gestartet und der Wert mit „Time_1“ verglichen. Wenn „|Yaw_err|“ unter „Yaw_thr“ fällt, dann wird „Timer_2(t)“ gestartet und der Wert mit „Time_2“ verglichen. Wenn eine Modusänderungsanforderung empfangen wird, dann wird „Timer(t)“ gestartet und der Wert mit „Tconfirm“ verglichen. Wenn das System instabil wird, was bedeutet, dass eine Änderung des Fahrmodus unerwünscht wäre, dann wird „Flag(t)“ auf EIN gesetzt (ein Setzen von „Flag(t)“ auf EIN bedeutet lediglich, dass eine Fahrmodusänderung unerwünscht wäre), wie oben erörtert. Wenn das System stabil ist, was bedeutet, dass eine Fahrmodusänderung implementiert werden kann, dann wird „Flag(t)“ auf AUS gesetzt, wie oben erörtert. „Timer(t)“ wird nach den Blocks **680**, **700**, **740** in [Fig. 5](#) auf null zurückgestellt.

[0028] Wie oben erörtert, sind die fahrerangeforderten Fahrmodi nicht auf „Normal“ und „Sportlich“ begrenzt und lediglich für beispielhafte Zwecke auf diese Weise erörtert. Durch Ändern des Fahrmodus zwischen „Normal“ und „Sportlich“ kann der Fahrer mehr als ein „Gefühl“ für das Handling des Fahrzeugs erfahren. Die oben erwähnten Mechanismusregelsysteme **160**, **170**, **180** umfassen elektronisch geregelte Stellglieder und Dämpfer, welche die Ansprechempfindlichkeit des Lenk-, Brems- und Aufhängungsmechanismus **50** bzw. **60**, **70** regeln. Beispielsweise kann der Bremsmechanismus im Modus „Normal“ früh mit einer kleineren Totzone und einer hohen Druckaufbringrate eingreifen, der Lenkmechanismus kann eine höhere Lenkunterstützung haben, und der Aufhängungsmechanismus kann eine sanfte Fahrt haben. Alternativ, im Modus „Sportlich“, kann der Bremsmechanismus später mit einer größeren Totzone und einer anfänglich langsamen Druckaufbringrate eingreifen, und der Aufhängungsmechanismus kann eine ruppige Fahrt haben. Mit dem Vorsehen eines Fahrmodusauswahlschalters mit Stabilitätsbestimmung und intelligentem Schalten kann der Fahrer vielfache Handling-Charakteristika erfahren, ohne während des Schaltens instabile Fahrzeugzustände zu erfahren.

[0029] Während die Erfindung unter Bezug auf eine beispielhafte Ausführungsform beschrieben worden ist, versteht der Fachmann, dass verschiedene Änderungen vorgenommen werden können und Elemente davon durch Äquivalente ersetzt werden können, ohne den Umfang der Erfindung zu verlassen. Außerdem können viele Modifizierungen vorgenommen werden, um eine spezielle Situation oder ein Material an die Lehren der Erfindung anzupassen, ohne deren wesentlichen Umfang zu verlassen. Deshalb soll die Erfindung nicht auf die spezielle Ausführungsform begrenzt sein, die als beste Art zur Durchführung dieser Erfindung betrachtet wurde, sondern die Erfindung umfasst alle Ausführungsformen, die in den Umfang der beigefügten Ansprüche fallen.

Patentansprüche

1. Integriertes Fahrwerkregelsystem (**100**) für ein Fahrzeug (**10**) mit mehreren Fahrzeugsystemen (**50**, **60**, **70**), die dazu dienen, die Fahrzeugansprechempfindlichkeit zu regeln; wenigstens einem Sensor (**110**, **120**, **130**, **140**, **150**) zum Erfassen wenigstens eines Fahrzeugparameters; mehreren Fahrzeugregelsystemen (**160**, **170**, **180**) zum Einstellen der mehreren Fahrzeugsysteme (**50**, **60**, **70**); einen Fahrmoduswechsler (**190**) zum Auswählen wenigstens eines Fahrmodus; und einem Controller (**200**), der auf den wenigstens einen Sensor (**110**, **120**, **130**, **140**, **150**) und den Fahrmoduswechsler (**190**) anspricht; wobei der Controller (**200**) zum Regeln der mehreren Fahrzeugregelsysteme (**160**, **170**, **180**) nach dem wenigstens einen Fahrmodus vorgesehen ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass der wenigstens eine Sensor einen Giersensor (**110**) umfasst, um eine Fahrzeuggierrate zu erfassen; wobei der Fahrmoduswechsler (**190**) wenig-

tens zwei Positionen hat, um dem Controller (**200**) zu signalisieren, die mehreren Fahrzeugregelsysteme (**160, 170, 180**) einzustellen, woraus sich die Einstellung der mehreren Fahrzeugsysteme (**50, 60, 70**) zwischen einem ersten Fahrmodus und einem zweiten Fahrmodus ergibt, wobei die wenigstens zwei Positionen eine normale Position und eine sportliche Position aufweisen; und der Controller (**200**) ein Stabilitätsflagregister hat, das auf der Basis der Fahrzeuggierate auf AUS und EIN gesetzt werden kann, um einen stabilen Zustand zum Schalten zwischen dem ersten Fahrmodus und dem zweiten Fahrmodus anzugeben.

2. Integriertes Fahrwerkregelsystem (**100**) nach Anspruch 1, bei welchem der wenigstens eine Sensor ferner aufweist:

wenigstens einen Geschwindigkeitssensor (**120**) zum Erfassen der Geschwindigkeit des Fahrzeugs (**10**); einen Seitenbeschleunigungssensor (**130**) zum Erfassen der Seitenbeschleunigung des Fahrzeugs; einen Längsbeschleunigungssensor (**140**) zum Erfassen der Längsbeschleunigung des Fahrzeugs; und einen Lenkwinkelsensor (**150**) zum Erfassen des Lenkwinkels des Fahrzeugs; wobei Signale von den Sensoren an dem Controller (**200**) empfangen werden.

3. Integriertes Fahrwerkregelsystem (**100**) nach Anspruch 2, bei welchem: der Fahrmodusschalter (**190**) bei Betätigung ein Benutzeranforderungssignal erzeugt, wobei das Benutzeranforderungssignal an dem Controller (**200**) empfangen wird.

4. Integriertes Fahrwerkregelsystem (**100**) nach Anspruch 1, bei welchem die mehreren Fahrzeugregelsysteme (**160, 170, 180**) folgendes aufweisen:

ein Lenkmechanismusregelsystem (**160**) zum Einstellen eines Lenkmechanismus (**50**) in Reaktion auf die wenigstens zwei Positionen des Fahrmodusschalters (**190**); ein Bremsmechanismusregelsystem (**170**) zum Einstellen des Bremsmechanismus (**60**) in Reaktion auf die wenigstens zwei Positionen des Fahrmodusschalters (**190**); ein Aufhängungsregelsystem (**180**) zum Einstellen eines Aufhängungsmechanismus (**70**) in Reaktion auf die wenigstens zwei Positionen des Fahrmodusschalters (**190**);

5. Integriertes Fahrwerkregelsystem (**100**) nach Anspruch 1, bei welchem die Normalposition die Standardposition in Reaktion auf das Initialisieren des Controllers (**200**) ist.

6. Integriertes Fahrwerkregelsystem (**100**) nach Anspruch 1, bei welchem der Controller (**200**) ferner folgendes aufweist:

ein erstes Register zum Speichern eines ersten Werts; und ein zweites Register zum Speichern eines zweiten Werts; wobei das Stabilitätsflagregister in Reaktion darauf, dass der erste Wert über einen ersten Zeitraum kleiner als der zweite Wert ist, auf AUS eingestellt wird.

7. Integriertes Fahrwerkregelsystem (**100**) nach Anspruch 1, bei welchem der Controller (**200**) ferner folgendes aufweist:

ein erstes Register zum Speichern eines ersten Werts; und ein zweites Register zum Speichern eines zweiten Werts; wobei das Stabilitätsflagregister in Reaktion darauf, dass der erste Wert über einen zweiten Zeitraum größer als der zweite Wert ist, auf EIN gesetzt wird.

8. Integriertes Fahrwerkregelsystem (**100**) nach Anspruch 1, bei welchem der Controller (**200**) ferner folgendes aufweist:

einen Speicher (**205**) mit ausführbaren Anweisungen, um den Controller (**200**) anzuweisen, Signale von dem wenigstens einen Sensor und von dem Fahrmodusschalter (**190**) mit einer spezifizierten Abtastrate zu empfangen, und um den Controller (**200**) anzuweisen, die mehreren Fahrzeugregelsysteme (**160, 170, 180**) in Reaktion darauf zu regeln.

9. Verfahren (**300**) zum aktiven Regeln eines integrierten Fahrwerksystems (**100**) für ein Fahrzeug (**10**); bei welchem wenigstens ein Fahrzeugparameter von einem Sensor (**110, 120, 130, 140, 150**) erfasst wird (**310, 320, 330, 340, 350**);

wenigstens ein Fahrzeugparametersignal, das für den wenigstens einen Fahrzeugparameter steht, von einem Controller (**200**) empfangen wird; wobei das Verfahren dadurch gekennzeichnet ist, dass eine Fahrzeuggierate als der wenigstens eine Fahrzeugparameter erfasst wird;

ein Fahrmodussignal empfangen wird (**360**), das für eine Fahrmodusanforderung steht, wobei die Fahrmodusanforderung für eine Normalmodusanforderung oder eine Sportmodusanforderung steht; eine Stabilitätsflageinstellung in Reaktion auf das wenigstens eine Fahrzeugparametersignal und wenigstens

einen programmierten Parameter abhängig von der Fahrzeuggierrate bestimmt wird (**375**); das Fahrmodussignal in Hinblick auf das wenigstens eine Fahrzeugparametersignal und die Stabilitätsflageinstellung analysiert wird (**320**); wenigstens ein Regelbefehl an dem Controller bestimmt wird (**390, 400, 410**); der wenigstens eine Regelbefehl an mehrere Fahrzeugregelsysteme (**160, 170, 180**) übermittelt wird (**420**), um mehrere Fahrzeugs subsysteme (**50, 60, 70**) zu regeln, um die Fahrzeugansprechempfindlichkeit zu regeln; und die mehreren Fahrzeugregelsysteme (**160, 170, 180**) zum Einstellen der mehreren Fahrzeugs subsysteme (**50, 60, 70**) in Reaktion auf das wenigstens eine Fahrzeugparametersignal, das Fahrmodussignal, das für eine Normalmodusanforderung oder eine Sportmodusanforderung steht, und die Stabilitätsflageinstellung betätigt werden.

10. Regelverfahren (**300**) nach Anspruch 9, bei welchem das Erfassen wenigstens eines Fahrzeugparameters ferner folgendes umfasst:

Erfassen (**320**) der Fahrzeuggeschwindigkeit;
Erfassen (**330**) der Fahrzeugseitenbeschleunigung;
Erfassen (**340**) der Fahrzeuglängsbeschleunigung;
Erfassen (**350**) des Fahrzeuglenkwinkels;

11. Regelverfahren (**300**) nach Anspruch 9, bei welchem das Bestimmen wenigstens eines Regelbefehls ferner folgendes umfasst:

Bestimmen (**390**) eines Lenkmechanismusregelbefehls;
Bestimmen (**400**) eines Bremsmechanismusregelbefehls; und
Bestimmen (**410**) eines Aufhängungsmechanismusregelbefehls;

12. Regelverfahren (**300**) nach Anspruch 9, bei welchem das Bestimmen einer Stabilitätsflageinstellung ferner folgendes umfasst:

Setzen (**550, 560**) des Stabilitätsflags auf AUS in Reaktion auf bestehende stabile Fahrzeugbedingungen und auf EIN in Reaktion auf bestehende instabile Fahrzeugbedingungen.

13. Regelverfahren (**300**) nach Anspruch 12, bei welchem das Setzen des Stabilitätsflags ferner folgendes umfasst:

Berechnen eines ersten Werts;
Berechnen eines zweiten Werts;
Vergleichen des ersten Werts mit dem zweiten Wert; und
Setzen (**500**) des Stabilitätsflags auf AUS in Reaktion darauf, dass der erste Wert über eine erste Zeitdauer kleiner als der zweite Wert ist.

14. Regelverfahren (**300**) nach Anspruch 13, bei welchem das Setzen des Stabilitätsflags ferner folgendes umfasst;

Setzen (**500**) des Stabilitätsflags auf EIN in Reaktion darauf, dass der erste Wert über eine zweite Zeitdauer größer als der zweite Wert ist.

15. Regelverfahren (**300**) nach Anspruch 14, das ferner folgendes umfasst:

Anstellen eines ersten Timers in Reaktion darauf, dass der erste Wert größer als der zweite Wert ist; und
Initialisieren des ersten Timers in Reaktion auf eine Einschaltbedingung.

16. Regelverfahren (**300**) nach Anspruch 13, das ferner folgendes umfasst:

Anstellen eines zweiten Timers in Reaktion darauf, dass der erste Wert kleiner als der zweite Wert ist; und
Initialisieren des zweiten Timers in Reaktion auf eine Einschaltbedingung.

17. Regelverfahren (**300**) nach Anspruch 9, das ferner folgendes umfasst:

Anstellen eines dritten Timers in Reaktion darauf, dass ein Fahrmodussignalempfangen wird; und
Initialisieren des ersten Timers in Reaktion auf eine Einschaltbedingung.

18. Regelverfahren (**300**) nach Anspruch 9, das ferner folgendes umfasst:

Initialisieren der Fahrmodusanforderung auf einen Standardwert und des Stabilitätsflags auf AUS in Reaktion auf eine Einschaltbedingung.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

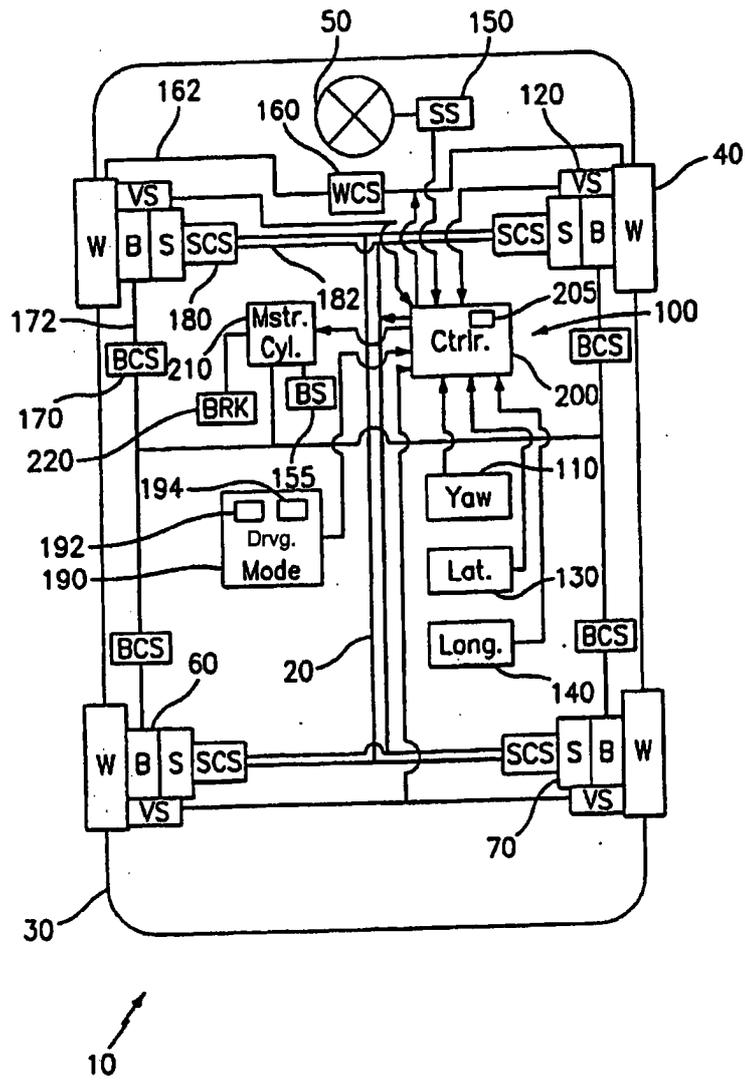


FIG. 1

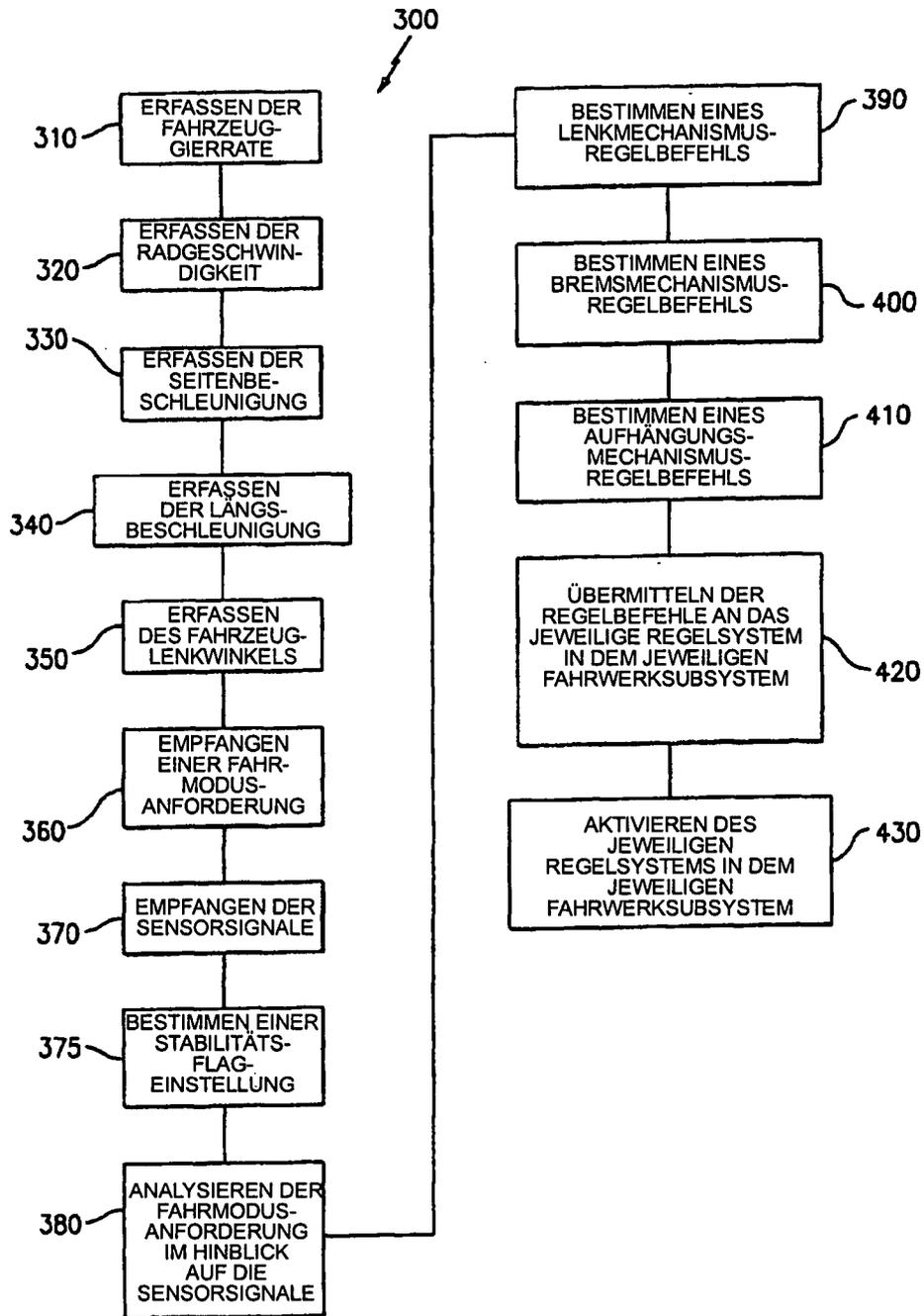


FIG. 2

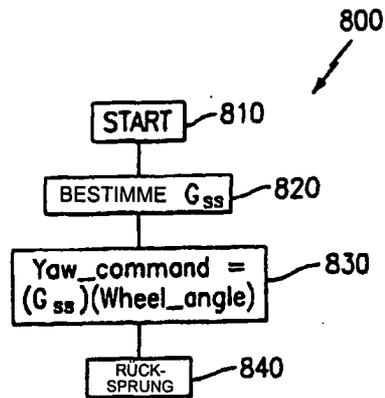


FIG. 3

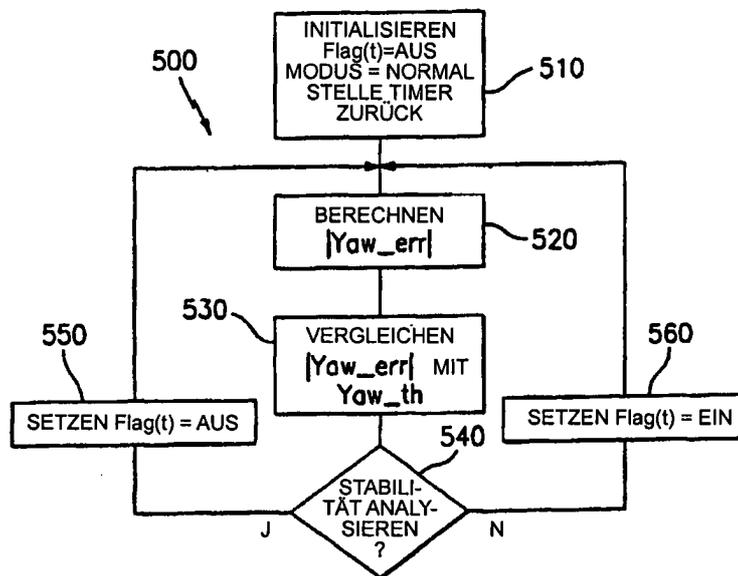


FIG. 4

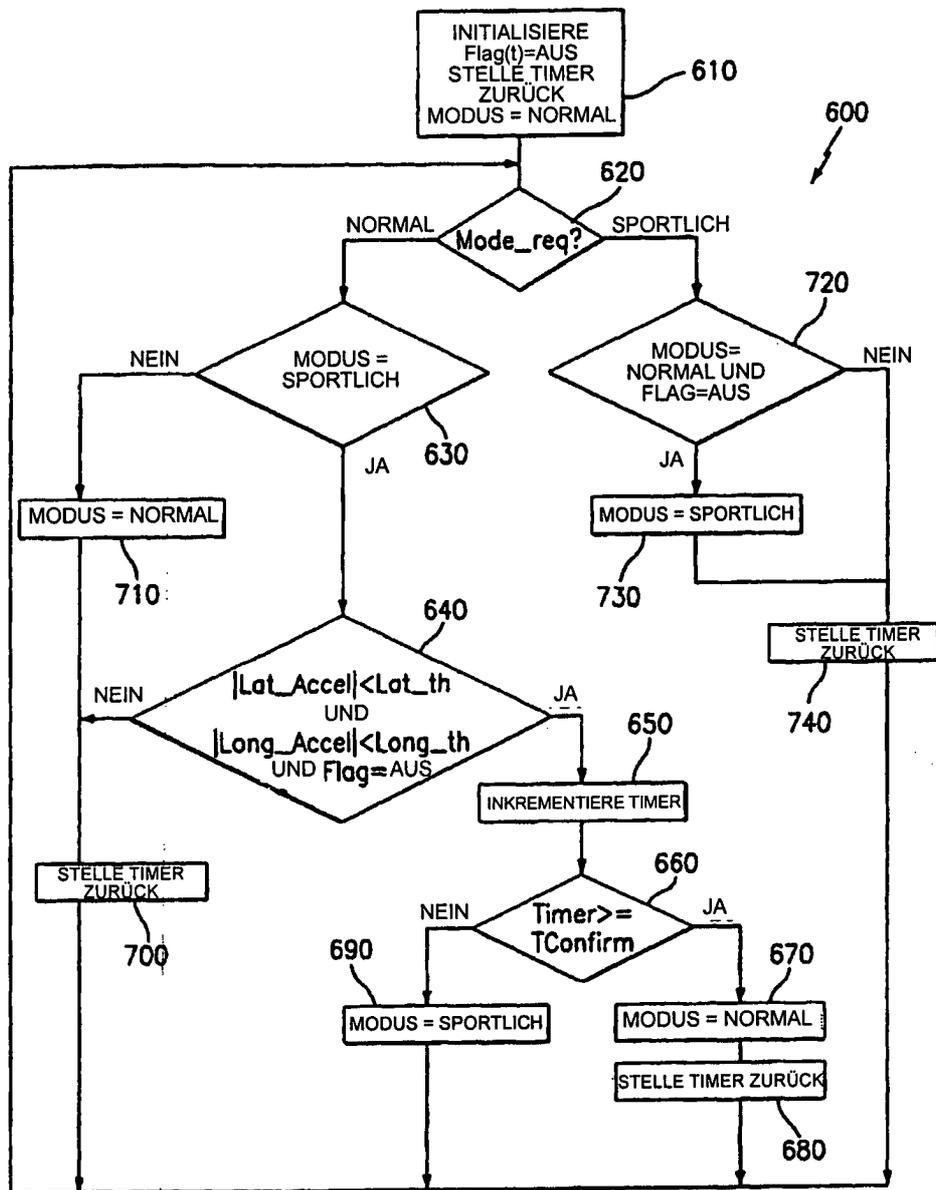


FIG. 5