



(19)
 Bundesrepublik Deutschland
 Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2008 038 642 A1** 2009.02.19

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2008 038 642.1**

(22) Anmeldetag: **12.08.2008**

(43) Offenlegungstag: **19.02.2009**

(51) Int Cl.⁸: **B60W 30/02** (2006.01)

B60W 40/10 (2006.01)

B60W 10/04 (2006.01)

B60W 10/18 (2006.01)

(66) Innere Priorität:

10 2007 038 850.2 16.08.2007

(71) Anmelder:

Continental Teves AG & Co. OHG, 60488 Frankfurt, DE

(72) Erfinder:

Groitzsch, Stephan, 69469 Weinheim, DE; Enders, Hans Christian, 65812 Bad Soden, DE; Stözl, Stefan, Dr., 69469 Weinheim, DE; Steinmeier, Frank, 65719 Hofheim, DE; Fischer, Daniel, Dr., 65824 Schwalbach, DE; Schreiner, Otmar, Dr., 64347 Griesheim, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **System und Verfahren zum Stabilisieren eines Kraftfahrzeugs**

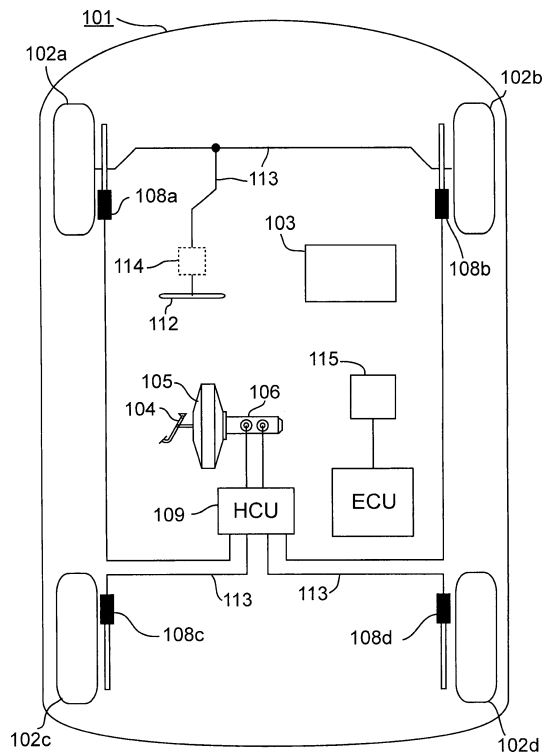
(57) Zusammenfassung: Vorgeschlagen wird ein System zum Stabilisieren eines Kraftfahrzeugs (101), umfassend - wenigstens einen Geschwindigkeitssensor (111) zum Erfassen einer Längsgeschwindigkeit und einer Quergeschwindigkeit des Kraftfahrzeugs (101);

- eine Recheneinheit, die dazu ausgebildet ist, aus der erfassten Fahrzeuglängsgeschwindigkeit und der erfassten Fahrzeugquergeschwindigkeit einen Schwimmwinkel des Kraftfahrzeugs (101) zu berechnen;

- eine mit der Recheneinheit gekoppelte Bewertungseinheit, die dazu ausgebildet ist, den Schwimmwinkel mit einem vorgegebenen Schwellenwert zu vergleichen, und eine Übersteuersituation festzustellen, wenn der Schwimmwinkel den Schwellenwert überschreitet;

- eine mit der Bewertungseinheit gekoppelte Ansteuereinheit und einen das Fahrverhalten des Kraftfahrzeugs (101) beeinflussenden Aktuator (109), wobei die Ansteuereinheit dazu ausgebildet ist, den Aktuator (109) in einer Übersteuersituation anzusteuern.

Ferner wird ein Verfahren vorgeschlagen, zu dessen Durchführung das System geeignet ist.



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft ein System zum Stabilisieren eines Kraftfahrzeugs. Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Stabilisieren eines Kraftfahrzeugs, zu dessen Durchführung das System geeignet ist.

Hintergrund der Erfindung

[0002] Fahrdynamikregelsysteme, wie das bekannte ESP-System, das beispielsweise in der DE 195 15 051 A1 beschrieben wird, dienen dazu, ein Kraftfahrzeug in kritischen Fahrsituationen zu stabilisieren.

[0003] Derartige Systeme basieren üblicherweise auf einer Gierratenregelung. Dabei wird die aktuelle Gierrate des Fahrzeugs mittels eines Gierratensensors erfasst und mit einer Sollgierrate verglichen. Die Sollgierrate wird anhand eines Fahrzeugmodells unter Heranziehung der Fahrzeuggeschwindigkeit und des von dem Fahrer an den lenkbaren Rädern des Fahrzeugs eingestellten Radeinschlagswinkels ermittelt. Fahrzeuggeschwindigkeit und Radeinschlagswinkel werden mit entsprechenden Sensoren erfasst. Überschreitet die Differenz zwischen der Sollgierrate und der gemessenen Gierrate betragsmäßig einen Schwellenwert, wird ein instabiler Fahrzustand festgestellt, und das Fahrzeug wird durch Eingriffe in das Fahrverhalten stabilisiert.

[0004] Die stabilisierenden Eingriffe in das Fahrverhalten umfassen Bremseneingriffe an einzelnen Rädern des Fahrzeugs. Bei Fahrzeugen mit hydraulischen Bremsanlagen wird zur Durchführung der Bremseneingriffe eine in die Bremsanlage integrierte Hydraulikeinheit eingesetzt, die einen radindividuellen Bremsdruckaufbau ermöglicht. Je nachdem, ob ein übersteuerndes oder untersteuerndes Fahrzeugverhalten festgestellt worden ist, erfolgt der Bremseneingriff an einem Vorderrad oder einem Hinterrad, wenn es sich um ein vierrädriges Fahrzeug mit zwei Achsen handelt.

[0005] Die beschriebene Fahrdynamikregelung ist aufgrund der benötigten Sensorik relativ aufwändig. Ferner ist der Aufwand für die Anpassung von Reglerparametern, wie beispielsweise des Gierratenschwellenwerts und die Ermittlung des Fahrzeugmodells einzelner Fahrzeuge bzw. Fahrzeugtypen mit einem relativ hohen Aufwand verbunden.

Zusammenfassung der Erfindung

[0006] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine einfachere Fahrdynamikregelung bereitzustellen, mit der ein Fahrzeug in kritischen Fahrsituationen, insbesondere in Übersteuersituationen, stabilisiert werden kann.

[0007] Die Aufgabe wird durch ein System mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 und durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 11 gelöst. Ausführungsformen des Systems und des Verfahrens sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0008] Gemäß einem ersten Aspekt der Erfindung wird ein System zum Stabilisieren eines Kraftfahrzeugs vorgeschlagen. Das System umfasst

- wenigstens einen Geschwindigkeitssensor zum Erfassen einer Längsgeschwindigkeit und einer Quergeschwindigkeit des Kraftfahrzeugs;
- eine Berechnungseinheit, die dazu ausgebildet ist, aus der erfassten Längsgeschwindigkeit und der erfassten Quergeschwindigkeit einen Schwimmwinkel des Kraftfahrzeugs zu berechnen;
- eine mit der Berechnungseinheit gekoppelte Bewertungseinheit, die dazu ausgebildet ist, den Schwimmwinkel mit einem vorgegebenen Schwellenwert zu vergleichen, und eine Übersteuersituation festzustellen, wenn der Schwimmwinkel den Schwellenwert überschreitet;
- eine mit der Bewertungseinheit gekoppelte Ansteuereinheit und einen das Fahrverhalten des Kraftfahrzeugs beeinflussenden Aktuator, wobei die Ansteuereinheit dazu ausgebildet ist, den Aktuator in einer Übersteuersituation anzusteuern.

[0009] Gemäß einem zweiten Aspekt der Erfindung wird ein Verfahren vorgeschlagen, das folgende Schritte umfasst:

- Erfassen einer Längsgeschwindigkeit und einer Quergeschwindigkeit des Kraftfahrzeugs mittels wenigstens eines Geschwindigkeitssensors;
- Berechnen eines Schwimmwinkels des Kraftfahrzeugs aus der erfassten Längsgeschwindigkeit und der

erfassten Quergeschwindigkeit;

- Beobachten des Schwimmwinkels und Feststellen einer Übersteuersituation, wenn der Schwimmwinkel einen Schwellenwert überschreitet;
- wenn eine Übersteuersituation festgestellt worden ist, Ansteuern eines Aktuators, um das Fahrverhalten des Kraftfahrzeugs zu beeinflussen.

[0010] Ein Vorteil der Erfindung besteht darin, dass der Schwimmwinkel des Kraftfahrzeugs anstelle der Gier-rate als Regelgröße herangezogen wird. Damit wird kein Gierratensensor mehr benötigt. Stattdessen wird die Quergeschwindigkeit des Fahrzeugs erfasst, wozu ein einfacher gestalteter, preisgünstiger Sensor verwendet werden kann. Zudem wurde festgestellt, dass eine Anpassung des Schwimmwinkelschwellenwerts mit weniger Aufwand durchgeführt werden kann, als die Anpassung der Parameter einer Gierratenregelung nebst Fahrzeugmodell.

[0011] Darüber hinaus ist es bei der vorgeschlagenen Fahrdynamikregelung nicht notwendig, den Radeinschlagswinkel zu erfassen, wodurch der entsprechende Sensor entfallen kann. Hierdurch wird eine weitere Vereinfachung erreicht und aufgrund der geringeren Anzahl an Komponenten die Fehleranfälligkeit reduziert. Zudem ist das System kostengünstiger.

[0012] In einer Ausgestaltung des Systems und des Verfahrens ist ein optischer Geschwindigkeitssensor zum Erfassen der Fahrzeugquergeschwindigkeit und/oder der Fahrzeuglängsgeschwindigkeit vorgesehen, der dazu ausgebildet ist, Licht, das an einer Fahrbahnoberfläche reflektiert wird, auf der sich das Kraftfahrzeug im Betrieb bewegt, zu erfassen und auszuwerten, um die Fahrzeugquergeschwindigkeit und/oder die Fahrzeuglängsgeschwindigkeit zu bestimmen.

[0013] Der Vorteil eines optischen Sensors besteht insbesondere darin, dass keine mechanischen Komponenten benötigt werden, die in spezieller Weise gelagert und justiert werden müssen, um eine genaue Messung zu ermöglichen. Die Herstellung des Sensors ist damit grundsätzlich einfacher und kostengünstiger als bei einem mechanischen Sensor.

[0014] Der optische Geschwindigkeitssensor kann beispielsweise Bilder der Fahrbahnoberfläche erfassen und die Längs- und/oder Quergeschwindigkeit des Fahrzeugs aus einer Verschiebung von Strukturen innerhalb von nacheinander aufgenommenen Bildern ermitteln.

[0015] Gleichfalls kann es sich etwa um einen Sensor mit einer Lichtquelle handeln, die einen kohärenten Messlichtstrahl, insbesondere einen Laserstrahl, in Richtung der Fahrbahnoberfläche aussendet, welcher von der Fahrbahnoberfläche reflektiert wird, und mit dem Licht in der Lichtquelle interferiert. Die Interferenz kann mittels eines Interferenzdetektors detektiert werden, und anhand einer mittels des Interferenzdetektors erfassten Messgröße kann bei geeigneter Ausrichtung des Messlichtstrahls die Quergeschwindigkeit oder die Längsgeschwindigkeit des Fahrzeugs ermittelt werden. Die Verwendung von zwei Messlichtstrahlen erlaubt eine Erfassung der Fahrzeugquergeschwindigkeit und der Fahrzeuglängsgeschwindigkeit.

[0016] Insbesondere kann der Ort der Interferenz die Lichtquelle sein, deren Betriebszustand aufgrund der Interferenz verändert wird, was auch als Self-Mixing-Effekt bezeichnet wird. Die Veränderungen des Betriebszustands können mit dem Interferenzdetektor erfasst werden.

[0017] In einer weiteren Ausgestaltung des Systems und des Verfahrens umfasst der Geschwindigkeitssensor ein Positionsbestimmungssystem, und die Fahrzeugquergeschwindigkeit und/oder die Fahrzeuglängsgeschwindigkeit wird anhand einer Verfolgung einer Position des Kraftfahrzeugs mittels des Positionsbestimmungssystems ermittelt.

[0018] Ein derartiger Geschwindigkeitssensor hat ebenfalls den Vorteil, dass keine besondere Lagerung oder Justierung von mechanischen Bauteilen erforderlich ist, um genaue Messungen durchführen zu können.

[0019] Eine Weiterbildung des Systems und des Verfahrens beinhaltet, dass der Aktuator dazu ausgebildet ist, aufgrund der Ansteuerung durch die Ansteuereinheit in einer Übersteuersituation ein Vorderrad des Fahrzeugs mit einer Bremskraft zu beaufschlagen. Hierdurch kann eine wirksame Stabilisierung des Fahrzeugs in einer instabilen Fahrsituation erreicht werden.

[0020] Eine Ausführungsform des Systems und des Verfahrens zeichnet sich dadurch aus, dass die Fahrzeugquergeschwindigkeit und die Fahrzeuglängsgeschwindigkeit die einzigen erfassbaren fahrdynamischen

Größen sind.

[0021] Insbesondere wird in dieser Ausführungsform nicht die Gierrate des Fahrzeugs oder der Radeinschlag der lenkbaren Räder erfasst. Auch auf die Erfassung weiterer fahrdynamischer Größen, wie beispielsweise die Querschleunigung, wird verzichtet. Hierdurch wird nur eine geringe Anzahl von Sensoren benötigt, so dass die vorgeschlagene Fahrdynamikregelung besonders einfach und kostengünstig ist.

[0022] Unter einer fahrdynamischen Größe wird dabei eine Größe verstanden, die den Fahrzustand des Fahrzeugs charakterisiert, insbesondere eine Fahrzustandsgröße. Reine Betriebsdaten des Kraftfahrzeugs, wie beispielsweise ein Bremsdruck, der in einer hydraulischen Bremsanlage des Kraftfahrzeugs eingestellt ist, werden nicht als fahrdynamische Größen in diesem Sinne angesehen.

[0023] Um den Einsatzbereich der Fahrdynamikregelung zu erweitern, ist in einer Ausgestaltung des Systems und des Verfahrens ein Lenkwinkelsensor zum Erfassen eines an lenkbaren Rädern des Fahrzeugs eingestellten Radeinschlagswinkel vorgesehen sowie eine Bewertungseinheit, die dazu ausgebildet ist, anhand des Radeinschlagswinkels und eines einfachen Fahrzeugmodells eine Untersteuersituation festzustellen. In dieser Ausgestaltung können neben den Instabilitäten, die aufgrund eines Übersteuerns entstehen, auch Instabilitäten aufgrund eines Untersteuerns erkannt werden.

[0024] Eine verbundene Ausführungsform des Systems und des Verfahrens zeichnet sich dadurch aus, dass die Bewertungseinheit dazu ausgebildet ist, eine Untersteuersituation festzustellen, wenn der Radeinschlagswinkel größer ist als der theoretisch mögliche Radeinschlagswinkel ($f(v)$).

[0025] Um das Fahrzeug in Untersteuersituationen stabilisieren zu können, beinhaltet eine Weiterbildung des Systems und des Verfahrens, dass die Ansteuereinheit dazu ausgebildet ist, in einer Untersteuersituation derart auf einen Antriebsmotor des Kraftfahrzeugs einzuwirken, dass eine Geschwindigkeit und/oder eine Beschleunigung des Kraftfahrzeugs verringert wird.

[0026] Bei dem Fahrzeug kann es sich insbesondere um ein vierrädriges Kraftfahrzeug handeln. In Übersteuersituationen wird ein solches Fahrzeug zweckmäßigerweise dadurch stabilisiert, dass ein Vorderrad – vorzugsweise das kurvenäußere Vorderrad – abgebremst wird. In einer Untersteuersituation kann ein derartiges Fahrzeug stabilisiert werden, indem ein Hinterrad – insbesondere das kurveninnere Hinterrad – abgebremst wird. Daher sieht eine Ausgestaltung des Systems und des Verfahrens vor, dass der Aktuator dazu ausgebildet ist, aufgrund einer Ansteuerung durch die Ansteuereinheit in einer Untersteuersituation ein Hinterrad des Kraftfahrzeugs mit einer Bremskraft zu beaufschlagen.

[0027] Wie zuvor erwähnt, kann das Fahrzeug in einer Untersteuersituation auch durch eine Reduzierung des von dem Antriebsmotor bereitgestellten Antriebsmoments stabilisiert werden. Daher sind Bremseneingriffe an den Hinterrädern selbst dann nicht zwingend erforderlich, wenn die Fahrdynamikregelung sich auf Untersteuersituationen erstreckt. Sofern die Fahrdynamikregelung auf Übersteuersituationen beschränkt bleibt, sind Bremseneingriffe an den Hinterrädern gleichfalls nicht erforderlich.

[0028] Daher beinhaltet eine Weiterbildung des Systems und des Verfahrens, dass der Aktuator derart ausgestaltet ist, dass er ausschließlich die Vorderräder des Kraftfahrzeugs mit einer Bremskraft beaufschlagen kann.

[0029] Vorteilhaft kann der Aktuator hierdurch einfacher und kostengünstiger ausgestaltet werden, als ein Aktuator, mit dem eine Bremskraft auch an den Hinterrädern aufgebaut werden kann.

[0030] Die zuvor genannten und weitere Vorteile, Besonderheiten und zweckmäßige Weiterbildungen der Erfindung werden auch anhand der Ausführungsbeispiele deutlich, die nachfolgend unter Bezugnahme auf die Figuren beschrieben werden.

Kurze Beschreibung der Figuren

[0031] Von den Figuren zeigt:

[0032] **Fig. 1** eine schematische Darstellung eines Kraftfahrzeugs, das ein System zur Durchführung einer Fahrdynamikregelung umfasst,

- [0033] [Fig. 2](#) eine schematische Darstellung einer Untergruppe einer Hydraulikeinheit des Kraftfahrzeugs,
- [0034] [Fig. 3](#) eine schematische Darstellung einer Lasereinheit zur Erfassung der Fahrzeuglängs- und/oder Quergeschwindigkeit,
- [0035] [Fig. 4](#) eine schematische Darstellung eines Blockdiagramms der Steuereinheit des Fahrdynamikregel-systems in einer ersten Ausgestaltung, und
- [0036] [Fig. 5](#) eine schematische Darstellung eines Blockdiagramms der Steuereinheit des Fahrdynamikregel-systems in einer zweiten Ausgestaltung.

Ausführliche Darstellung von Ausführungsbeispielen

- [0037] In [Fig. 1](#) ist in schematischer Darstellung ein vierrädriges Kraftfahrzeug **101** mit zwei Vorderrädern **102a**, **102b** und zwei Hinterrädern **102c**, **102d** dargestellt.
- [0038] Die Vorderräder **102a**, **102b** sind lenkbar, und der Radeinschlagswinkel kann von dem Fahrer mittels einer Lenkhandnabe **112** eingestellt werden, die über einen Lenkstrang **113** mit den Vorderrädern **102a**, **102b** verbunden ist.
- [0039] Das Fahrzeug **101** wird durch einen Antriebsmotor **103** angetrieben, bei dem es sich beispielsweise um einen Verbrennungsmotor, einen Elektromotor oder einen Hybridmotor handeln kann. Der Antriebsmotor **103** erzeugt ein Motordrehmoment, das über einen in der [Fig. 1](#) nicht dargestellten Antriebsstrang an zwei oder vier Fahrzeugräder **102a**, **102b**, **102c**, **102d** übertragen wird, um diese Räder **102a**, **102b**, **102c**, **102d** anzutreiben.
- [0040] Um das Fahrzeug **101** abzubremsen, ist eine Bremsanlage vorgesehen, die in der Darstellung als eine hydraulische Bremsanlage ausgestaltet ist. Die Bremsanlage umfasst eine Betätigungseinrichtung **113**, die über einen Bremskraftverstärker **105** mit einem Hauptbremszylinder **106** verbunden und vorzugsweise als Bremspedal ausgebildet ist. Der Hauptbremszylinder **106** ist strömungsmäßig mit einem Vorratsbehälter **107** für Hydraulikflüssigkeit verbunden und vorzugsweise als so genannter Tandemhauptzylinder ausgeführt, bei dem jeweils eine von zwei gekoppelten Druckkammern zur Druckversorgung eines Bremskreises vorgesehen ist, der zwei der vier Radbremsen **108a**, **108b**, **108c**, **108d** umfasst. Die Radbremsen **108a**, **108b**, **108c**, **108d** sind jeweils einem Rad **102a**, **102b**, **102c**, **102d** zugeordnet. Die Bremskreise weisen beispielsweise eine X-Aufteilung auf, bei der eine Druckkammer des Hauptzylinders **106** die vordere rechte Radbremse **108b** und die hintere linke Radbremse **108c** versorgt und die andere Druckkammer die vordere linke Radbremse **108a** und die hintere rechte Radbremse **108b**.
- [0041] Mittels der Betätigungseinrichtung **104** kann über den Bremskraftverstärker **105** in einer in dem Hauptbremszylinder **106** befindlichen Hydraulikflüssigkeit ein Bremsdruck aufgebaut werden, der über Druckleitungen an die Radbremsen **102a**, **102b**, **102c**, **102d** übertragen werden kann. Aufgrund der Druckbeaufschlagung und einer Radbremse **108a**, **108b**, **108c**, **108d** wird das zugehörige Rad **102a**, **102b**, **102c**, **102d** mit einem Bremsmoment beaufschlagt und dadurch abgebremst.
- [0042] Mit den Radbremsen **108a**, **108b**, **108c**, **108d** ist der Hauptbremszylinder **106** über eine Hydraulikeinheit **109** verbunden. Die Hydraulikeinheit **109** dient als Aktuator zur Beeinflussung des Fahrverhaltens des Fahrzeugs **101** und wird durch eine Steuereinheit (ECU) **110** angesteuert. Mithilfe der Steuereinheit **110** wird eine Fahrdynamikregelung und vorzugsweise auch eine Bremsschlupfregelung (ABS: Antiblockiersystem) ausgeführt. Die vorgesehene Fahrdynamikregelung wird im Folgenden näher erläutert. Die Bremsschlupfregelung ist in einer dem Fachmann an sich bekannten Art ausgeführt und wird daher nicht näher beschrieben.
- [0043] Vorzugsweise handelt es sich bei der Steuereinheit **110** um ein Steuergerät mit einem Mikroprozessor zur Ausführung von Programmen, deren Programmcode in der Steuereinheit **110** gespeichert werden kann. Die Fahrdynamikregelung und die Bremsschlupfregelung umfassen in dieser Ausgestaltung des Steuergeräts eine Software, die auf dem Mikroprozessor des Steuergeräts ausgeführt wird. Die vorgesehenen Algorithmen werden dabei schleifenweise abgearbeitet, wobei eine Schleife in jedem Taktschritt (Loop) einmal durchlaufen wird, um gegebenenfalls ein Ausgangssignal zu erzeugen.
- [0044] In einer Ausgestaltung unterteilt sich die Hydraulikeinheit **109** in zwei Untergruppen, die in gleicher Weise aufgebaut sind und jeweils zwei Radbremsen **108a**, **108b**, **108c**, **108d** zugeordnet sind. Beispielsweise

kann es sich bei den Radbremsen **108a**, **108b**, **108c**, **108d**, die einer Untergruppe zugeordnet sind, um die Radbremsen **108a**, **108b**, **108c**, **108d** eines Bremskreises handeln.

[0045] In [Fig. 2](#) ist die Hydraulikeinheit mit einer der Untergruppen, welche beispielhaft der vorderen rechten Radbremse **108b** und der hinteren linken Radbremse **108c** zugeordnet ist, in einem schematischen Schaltbild dargestellt. Die Radbremsen **108b**, **108c** sind innerhalb der Untergruppe über ein stromlos offenes Trennventil **201** mit dem Hauptbremszylinder **106** verbunden. Zusätzlich ist den Radbremsen **108b**, **108c** jeweils ein Einlassventil **202b**, **202c** zugeordnet, das ebenfalls stromlos geöffnet ist. Bei einem ausschließlich durch den Fahrer gesteuerten Bremsvorgang wird ein in dem Hauptbremszylinder **106** aufgebauter Bremsdruck, der auch als Vordruck bezeichnet wird, direkt zu den Radbremsen **108b**, **108c** übertragen.

[0046] Die Hydraulikeinheit **109** umfasst weiterhin eine Hydraulikpumpe **203**, die durch einen Motor **204** angetrieben wird, der auch zum Antreiben der Hydraulikpumpe der nicht dargestellten Untergruppe der Hydraulikeinheit **109** vorgesehen sein kann. Mittels der Hydraulikpumpe **203** können die Radbremsen **108b**, **108c** fahrerunabhängig mit einem Bremsdruck beaufschlagt werden. Zum Druckaufbau wird das Trennventil **201** geschlossen und das stromlos geschlossene Umschaltventil **205** geöffnet, so dass zwischen dem Hauptbremszylinder **106** und der Saugseite der Hydraulikpumpe **203** eine Verbindung entsteht, und der Hauptbremszylinder **106** von der Druckseite der Hydraulikpumpe **203** entkoppelt wird. Die Hydraulikpumpe **203** ist damit in der Lage, Hydraulikflüssigkeit aus dem Hauptbremszylinder **106** bzw. dem Vorratsbehälter **107** in die Radbremsen **108a**, **108b** zu fördern und damit den Bremsdruck in den Radbremsen **108a**, **108b** zu erhöhen. Dies dient bei der vorgesehenen Fahrdynamikregelung dazu, jeweils ein Rad **102a**, **102b**, **102c**, **102d** mit einer Bremskraft zu beaufschlagen, um das Fahrzeug zu stabilisieren.

[0047] Um den Bremsdruck in den Radbremsen **108b**, **108c** gegen einen bestehenden Vordruck verringern zu können, ist jeder Radbremse **108b**, **108c** ein stromlos geschlossenes Auslassventil **206b**, **206c** zugeordnet. Wird das Auslassventil **206b**, **206c** geöffnet, kann Hydraulikflüssigkeit aus der entsprechenden Radbremse **108a**, **108b** in einen Niederdruckspeicher **207** entweichen. Mittels der Hydraulikpumpe **203** kann die Hydraulikflüssigkeit aus dem Niederdruckspeicher **207** in den Hauptbremszylinder **106** zurückgefördert werden, wozu das Umschaltventil **205** sowie die Einlassventile **202b**, **202c** geschlossen werden und das Trennventil **201** geöffnet wird. Eine Verringerung des Bremsdrucks in einer Radbremse **108a**, **108b**, **108c**, **108d** erfolgt insbesondere im Rahmen der gegebenenfalls vorgesehenen Bremsschlupfregelung, wenn das zugehörige Rad **102a**, **102b**, **102c**, **102d** während eines Bremsvorgangs blockiert oder zu blockieren droht.

[0048] Darüber hinaus kann ein in den Radbremsen **108b**, **108c** vorhandener Bremsdruck konstant gehalten werden, indem sowohl das der Radbremse **108b**, **108c** zugeordnete Einlassventil **202b**, **202c** als auch das zugehörige Auslassventil **206b**, **206c** geschlossen werden. Die Aufrechterhaltung des Bremsdrucks in einer Radbremse **108a**, **108b**, **108c**, **108d** wird bei der vorgesehenen Fahrdynamikregelung und bei der gegebenenfalls vorgesehenen Bremsschlupfregelung eingesetzt, um einen Bremsdruck über eine bestimmte Zeit – d. h. über einen oder mehrere Taktschritte der Steuereinheit **110** – aufrecht zu erhalten.

[0049] Der von dem Fahrer eingestellte Vordruck wird mittels eines Drucksensors **208** erfasst, der vorzugsweise nur in einer der beiden Untergruppen der Hydraulikeinheit **109** enthalten ist.

[0050] In der zuvor dargestellten Ausgestaltung ermöglicht es die Hydraulikeinheit **109**, den Bremsdruck in allen Radbremsen **108a**, **108b**, **108c**, **108d** mittels der Hydraulikpumpe **203** gegenüber der Fahrervorgabe zu erhöhen und zu verringern. Eine derartige Hydraulikeinheit **109** ist dem Fachmann an sich aus herkömmlichen Fahrdynamikregelsystemen bekannt.

[0051] In einer weiteren Ausgestaltung ist die Hydraulikeinheit **109** derart vereinfacht, dass der Bremsdruck in allen Radbremsen **108a**, **108b**, **108c**, **108d** gegenüber der Fahrervorgabe zwar verringert werden kann, dass eine Erhöhung des Bremsdrucks gegenüber der Fahrervorgabe jedoch lediglich in den Radbremsen **108a**, **108b** der Vorderräder **102a**, **102b** möglich ist.

[0052] Hierzu umfasst die Hydraulikeinheit **109** eine den vorderen Radbremsen **108a**, **108b** zugeordnete Untergruppe, die in der zuvor beschriebenen Weise ausgestaltet ist. Diese Untergruppe dient dazu, die Vorderräder **102a**, **102b** im Rahmen der vorgesehenen Fahrdynamikregelung mit Bremskraft zu beaufschlagen.

[0053] Ferner wird die Untergruppe bei der gegebenenfalls vorgesehenen Bremsschlupfregelung zur Reduzierung der Bremskraft an den Vorderrädern **102a**, **102b** eingesetzt.

[0054] In den Radbremsen **108c**, **108d** der Hinterräder **102c**, **102d** kann der Bremsdruck lediglich gegenüber der Fahrervorgabe mittels einer weiteren Untergruppe der Hydraulikeinheit **109** verringert werden, um eine Bremsschlupfregelung zu ermöglichen. Diese Untergruppe unterscheidet sich von der zuvor beschriebenen Untergruppe dadurch, dass kein Trennventil **201** und kein Umschaltventil **205** vorgesehen ist. Insbesondere ist das Trennventil **201** aus der Druckleitung entfernt und der das Umschaltventil enthaltene Zweig der Hydraulik entfällt. Hierdurch kann die Hydraulikeinheit **109** gegenüber der herkömmlichen Hydraulikeinheit einer Fahr-dynamikregelung vereinfacht werden.

[0055] Falls keine Bremsschlupfregelung vorgesehen ist, kann auf die zweite Untereinheit der Hydraulikeinheit **109** auch verzichtet und eine direkte Verbindung zwischen dem Hauptbremszylinder **106** und den Radbremsen **108c**, **108d** der Hinterräder **102c**, **102d** vorgesehen werden.

[0056] Eingangsgrößen für die vorgesehene Fahrdynamikregelung sind in einer Ausgestaltung lediglich die Längsgeschwindigkeit und die Quergeschwindigkeit des Fahrzeugs. Insbesondere werden hierunter die Längs- und Quergeschwindigkeit des Fahrzeugschwerpunkts verstanden.

[0057] Die Quergeschwindigkeit wird mithilfe eines Geschwindigkeitssensors **111** erfasst. Der Geschwindigkeitssensor **111** kann auch dazu verwendet werden, die Fahrzeuglängsgeschwindigkeit zu erfassen. Alternativ kann die Fahrzeuglängsgeschwindigkeit in einer dem Fachmann an sich bekannten Weise aus den Signalen von Raddrehzahlsensoren ermittelt werden, die an den Rädern **102a**, **102b**, **102c**, **102d** des Fahrzeugs **101** angeordnet sind.

[0058] Der Geschwindigkeitssensor **111** kann grundsätzlich in beliebiger Art ausgestaltet sein.

[0059] In einer beispielhaften Ausgestaltung handelt es sich um den optischen Geschwindigkeitssensor zur Erfassung der Längs- und/oder Quergeschwindigkeit des Fahrzeugs **101**, der in der DE 10 2004 060 677 A1 beschrieben ist. Der Sensor umfasst eine Kamera, die am Unterboden des Fahrzeugs **101** montiert ist und Bilder der Fahrbahnoberfläche, auf der sich das Fahrzeug **101** bewegt, erfasst. Der Sensor ermittelt Verschiebungen in Strukturen innerhalb nacheinander aufgenommener Bilder der Fahrbahnoberfläche und bestimmt aus den Verschiebungen die Längs- und/oder Quergeschwindigkeit des Fahrzeugs **101**. Der Sensor kann damit dazu verwendet werden, nur die Quergeschwindigkeit oder zusätzlich auch die Längsgeschwindigkeit zu erfassen.

[0060] In einer weiteren Ausgestaltung umfasst der Geschwindigkeitssensor **111** eine oder zwei Lasereinheiten, von denen in [Fig. 3](#) eine Lasereinheit **301** dargestellt ist. Jede Lasereinheit **301** ist am Unterboden des Fahrzeugs **101** montiert und sendet einen Messlichtstrahl **302** unter einem Winkel zum Unterboden des Fahrzeugs **101** in Richtung der Fahrbahnoberfläche **303** aus. Durch ein optisches Element **304** – vorzugsweise eine Anordnung optischer Linsen – wird der Messlichtstrahl **302** gebündelt und auf einen Punkt der Fahrbahn **303** oder auf einen Punkt in der Nähe der Fahrbahnoberfläche **303** fokussiert. Der Messlichtstrahl **302** einer Lasereinheit **301** wird durch kohärentes Licht gebildet und beispielsweise in einem Halbleiterlaser erzeugt, der in einer Ausgestaltung als Vertical Cavity Surface Emitting Laser (VCSEL) ausgestaltet sein kann. Das Licht liegt vorzugsweise in einem unsichtbaren, insbesondere im infraroten Spektralbereich, so dass der Messlichtstrahl **302** nicht sichtbar ist und Verkehrsteilnehmer nicht irritiert werden. Alternativ kann jedoch auch Licht in einem anderen Spektralbereich verwendet werden.

[0061] Jede Lasereinheit **301** umfasst einen Resonator **305** der Länge L , welcher durch einen vorderen teildurchlässigen Spiegel **306** und einen hinteren teildurchlässigen Spiegel **307** begrenzt wird. Der Messlichtstrahl **302** wird durch Licht gebildet, das durch den vorderen Spiegel **306** aus dem Resonator **305** in Richtung der Fahrbahnoberfläche **303** austritt. Die Länge der Strecke, die der Messlichtstrahl **302** zwischen dem Resonator **305** bzw. dem vorderen Spiegel **306** und der Fahrbahnoberfläche **303** zurücklegt, wird hier mit L_0 bezeichnet. An der Fahrbahnoberfläche **303** wird der Messlichtstrahl **302** gestreut. Ein Teil des gestreuten Lichts wird als Streulichtstrahl **308** in entgegengesetzte Richtungen zu dem Messlichtstrahl **302** reflektiert. Durch die optische Einrichtung **304** gelangt der Streulichtstrahl **308** in den Resonator **305** und interferiert dort mit dem im Resonator **305** verstärkten Licht.

[0062] Bewegen sich der Resonator **305** und die Fahrbahnoberfläche **303** aufgrund einer Bewegung des Fahrzeugs **101** relativ zueinander mit einer Geschwindigkeitskomponente v_L in Richtung des Messlichtstrahls **103**, dann erfährt der Streulichtstrahl **308** eine Doppler-Verschiebung. Hierbei handelt es sich um eine Veränderung der Frequenz des Lichts beziehungsweise der Wellenlänge in Abhängigkeit von der genannten Geschwindigkeitskomponente v_L . Aufgrund der Rückkopplung des Streulichtstrahls **308** in den Resonator **305** tritt

innerhalb des Resonators **305** ein so genannter Self-Mixing-Effekt auf. Das heißt, es kommt zu einer Modulation der Laserverstärkung, deren Frequenz von der Doppler-Verschiebung des Streulichtstrahls **308** abhängt und damit auch von der beschriebenen Geschwindigkeitskomponente.

[0063] Die zeitliche Veränderung Δg der Laserverstärkung in Abhängigkeit von der Geschwindigkeitskomponente v_L der Relativbewegung zwischen dem Resonator **305** und der Fahrhahnoberfläche **303** in Richtung des Messlichtstrahls **302** wird durch die folgende Gleichung beschrieben:

$$\Delta g = -\frac{\kappa}{L} \cdot \cos(4 \cdot \pi \cdot f_0 \cdot v_L \cdot t/c + 4 \cdot \pi \cdot L_0 \cdot f_0/c) \quad (1)$$

[0064] Hierin bezeichnet κ einen laserspezifischen Kopplungskoeffizienten, der einen Wert zwischen Null und Eins besitzt, f_0 die Frequenz des von der Lasereinheit **108i** emittierten Lichts, c die Lichtgeschwindigkeit und t die Zeit. Gleichung (1) ergibt sich beispielsweise aus der Theorie des Self-Mixing-Effekts in M.H. Koelink et al., "Laser Doppler velocimeter based on the self-mixing effect in a fibrecoupled semiconductor laser: theory", Applied Optics, Vol. 31, 1992, Seiten 3401–3408.

[0065] Die periodische Modulation der Laserverstärkung führt zu einer entsprechenden periodischen Modulation der Intensität des von dem Resonator **305** emittierten Lichts. Aus der Frequenz, mit der sich die gemessene Intensität periodisch verändert, kann die Geschwindigkeitskomponente v_L ermittelt werden. Zur Messung der Intensität des von dem Resonator **305** emittierten Lichts ist die Fotodiode **309** vorgesehen, die Licht erfasst, das durch den hinteren Spiegel **307** aus dem Resonator **305** austritt. Üblicherweise wird eine solche Diode **309** zur Konstanthaltung bzw. Regelung der Intensität des Laserlichts verwendet und ist daher in der Regel bereits Bestandteil der Ausstattung von kommerziell erhältlichen Laserdioden. In der vorliegenden Anwendung wird die Fotodiode **309** herangezogen, um aus dem zeitlichen Verlauf der gemessenen Intensität die Frequenz der Intensitätsänderungen ermittelt und anhand dieser Frequenz die Geschwindigkeitskomponente v_L bestimmt.

[0066] Mittels einer geeignet ausgerichteten Lasereinheit **301** kann die Quergeschwindigkeit des Fahrzeugs **101** erfasst werden. Die Lasereinheit **301** kann beispielsweise lotrecht unterhalb des Fahrzeugschwerpunkts am Fahrzeugunterboden montiert werden, und der Messlichtstrahl **302** kann entlang der Fahrzeugquerrichtung ausgerichtet werden. Anhand des Winkels, unter dem der Messlichtstrahl **302** auf die Fahrhahnoberfläche **303** gerichtet ist, kann aus der mittels der Lasereinheit **301** gemessenen Geschwindigkeitskomponente v_L die Quergeschwindigkeit des Fahrzeugs **101** bestimmt werden. Der Winkel ergibt sich aus der Einbaulage der Lasereinheit **301** und kann als Parameter im Fahrzeug gespeichert werden. Die Beeinflussung der Geschwindigkeitsmessung durch Veränderungen der Geometrie aufgrund von Wank- und Nickbewegungen des Fahrzeugs **101** können in der Regel vernachlässigt werden.

[0067] Eine weitere Lasereinheit **301**, die vorzugsweise ebenfalls lotrecht unterhalb des Fahrzeugschwerpunkts angebracht ist und deren Messlichtstrahl **302** entlang der Fahrzeuglängsrichtung ausgerichtet ist, kann dazu verwendet werden, die Fahrzeuglängsgeschwindigkeit zu erfassen.

[0068] In einer weiteren Ausführungsform kann der Geschwindigkeitssensor **111** ein Positionsbestimmungssystem umfassen. Vorzugsweise handelt es sich dabei um ein satellitengestütztes System, das beispielsweise auf dem Global Positioning System (GPS) oder dem System GALILEO basiert. Quer- und/oder Längsgeschwindigkeit des Fahrzeugs **101** können dabei durch eine Verfolgung der Position des Fahrzeugs **101** mittels des Positionsbestimmungssystems ermittelt werden.

[0069] Die in der Steuereinheit enthaltenen Komponenten des vorgesehenen Fahrdynamikregelsystems sind in [Fig. 4](#) in einem schematischen Blockschaltbild veranschaulicht.

[0070] Die Eingangssignale, d. h. die erfasste Längsgeschwindigkeit v und Quergeschwindigkeit v_y , werden der Berechnungseinheit **401** zugeführt. Diese bestimmt aus den Eingangssignalen den Schwimmwinkel β des Fahrzeugs **101**. Hierbei handelt es sich um den Winkel zwischen der Fahrzeuglängsachse und der Bewegungsrichtung des Fahrzeugs **101**. In der Berechnungseinrichtung **401** wird der Schwimmwinkel β vorzugsweise gemäß der Beziehung

$$\beta = \arctan \frac{v_y}{v} \quad (2)$$

bestimmt. Der berechnete Wert wird dann der Bewertungseinheit **402** übergeben. Vorzugsweise wird in jedem

Taktschritt der Steuereinheit **110** ein Wert für den Schwimmwinkel β berechnet.

[0071] In der Bewertungseinrichtung **402** wird das Vorzeichen des Schwimmwinkels β ermittelt, welches die Richtung einer von dem Fahrzeug **101** durchfahrenen Kurve angibt. Ferner wird der Betrag des Schwimmwinkels β mit einem Schwellenwert verglichen. Der Schwellenwert charakterisiert die Grenze zwischen stabilen und instabilen Fahrzuständen. Er wird beispielsweise anhand von Fahrversuchen für einen bestimmten Fahrzeugtyp ermittelt und ist als Parameter in der Steuereinheit **110** gespeichert. Ein stabiler Fahrzustand wird festgestellt, wenn der Betrag des Schwimmwinkels β kleiner als der Schwellenwert ist. In diesem Fall wird kein Eingriff in das Fahrverhalten des Fahrzeugs **101** vorgenommen. Ein instabiler Fahrzustand – insbesondere ein übersteuernder Fahrzustand – wird festgestellt, wenn der Betrag des Schwimmwinkels β größer als der Schwellenwert ist. In diesem Fall wird die Differenz zwischen dem Schwimmwinkel β und dem Schwellenwert sowie das Vorzeichen des Schwimmwinkels an die Ansteuereinheit **403** übergeben.

[0072] Die Ansteuereinheit **403** ermittelt im Fall eines übersteuernden Fahrverhaltens des Fahrzeugs eine Stellanforderung, welche an die Hydraulikeinheit **203** übermittelt und von der Hydraulikeinheit **203** umgesetzt wird. Gemäß der Stellanforderung wird das kurvenäußere Vorderrad **102a**, **102b** des Fahrzeugs **101** abgebremst, um das Fahrzeug **101** zu stabilisieren. Vorzugsweise wird die Stellanforderung nach Maßgabe der Differenz zwischen dem Schwimmwinkel und dem Schwellenwert ermittelt, vorzugsweise als PID Regler ausgeführt. Das kurvenäußere Rad wird anhand der Kurvenrichtung bestimmt, die aus dem Vorzeichen des Schwimmwinkels ermittelt werden kann.

[0073] Eine weitere Ausgestaltung des Fahrdynamikregelsystems unterscheidet sich von der vorher beschriebenen Ausführungsform dadurch, dass eine weitere Bewertungseinheit **501** vorgesehen ist, die dazu ausgestaltet ist, instabile Fahrsituationen zu erkennen, die auf ein Untersteuern des Fahrzeugs **101** zurückzuführen sind. Die in dieser Ausgestaltung in der Steuereinheit **110** enthaltenen Komponenten des Fahrdynamikregelsystems sind in [Fig. 5](#) in einem schematischen Blockdiagramm dargestellt.

[0074] Ein Eingangssignal neben der Fahrzeuglängsgeschwindigkeit v und der Fahrzeugquergeschwindigkeit v_y ist der Radeinschlagswinkel δ der Vorderräder **102a**, **102b** des Fahrzeugs **101**. Dieser kann beispielsweise in einer dem Fachmann an sich bekannten Weise mittels eines Lenkwinkelsensors **114** erfasst werden. Der Lenkwinkelsensor **114** kann innerhalb eines Lenkstrangs angeordnet sein, welcher die Vorderräder **102a**, **102b** mit der von dem Fahrer bedienten Lenkhandhabe verbindet.

[0075] Der Radeinschlagswinkel δ sowie der in der Berechnungseinrichtung aus der Längsgeschwindigkeit v und der Quergeschwindigkeit v_y ermittelte Schwimmwinkel β werden der Berechnungseinheit **501** zugeführt. Diese ermittelt anhand der Längsgeschwindigkeit v einen maximal möglichen theoretischen Radeinschlagswinkels $\delta_{\text{theor.}}$. Liegt der des Radeinschlagswinkels δ über dem theoretischen Radeinschlagswinkels $\delta_{\text{theor.}}$ und liegt der ermittelte Schwimmwinkel β unterhalb eines Schwellwertes, dann wird eine instabile Untersteuersituation festgestellt.

[0076] Im Falle, in dem eine Instabilität des Fahrzeugs **101** aufgrund eines Untersteuerns in der Bewertungseinheit **501** festgestellt worden ist, erzeugt die Ansteuereinheit **403** Stellanforderungen zur Beeinflussung des Fahrverhaltens. Gegenüber der zuvor anhand von [Fig. 4](#) beschriebenen Ausgestaltung der Steuereinheit **110** ist die Ansteuereinheit in der vorliegenden Ausführungsform derart modifiziert, dass sie derartige Stellanforderungen erzeugen kann.

[0077] In einer Ausgestaltung beeinflusst die Ansteuereinheit **403** den Antriebsmotor **103** bzw. ein Motorsteuerggerät in einer Untersteuersituation derart, dass das von dem Motor bereitgestellte Antriebsmoment reduziert wird, um das Fahrzeug **101** zu stabilisieren. Somit kann auch dann eine Stabilisierung des Fahrzeugs **101** in Untersteuersituationen vorgenommen werden, wenn das Fahrzeugs **101** lediglich über eine vereinfachte Hydraulikeinheit **109** verfügt, die einen Bremsdruckaufbau nur in den Radbremsen **108a**, **108b** der Vorderräder **102a**, **102b** ermöglicht.

[0078] Falls die Hydraulikeinheit **109** einen Bremsdruckaufbau in den Radbremsen **108c**, **108d** der Hinterräder **102c**, **102d** erlaubt, kann alternativ oder zusätzlich zu dem Eingriff in die Motorsteuerung das kurveninnere Hinterrad **102c**, **102d** mit einer Bremskraft beaufschlagt werden. Hierzu wird in der Ansteuereinheit **403** eine entsprechende Stellanforderung erzeugt, welche an die Hydraulikeinheit **109** übermittelt wird. Das kurveninnere Hinterrad **108c**, **108d** wird anhand der Richtung der durchfahrenen Kurve bestimmt, die aus dem Vorzeichen des erfassten Radeinschlagswinkels δ ermittelt werden kann.

[0079] Obwohl die Erfindung in den Zeichnungen und der vorausgegangenen Darstellung im Detail beschrieben wurde, sind die Darstellungen illustrativ bzw. beispielhaft und nicht einschränkend zu verstehen; insbesondere ist die Erfindung nicht auf die erläuterten Ausführungsbeispiele beschränkt. Weitere Varianten der Erfindung und ihre Ausführung ergeben sich für den Fachmann aus der voran gegangenen Offenbarung, den Figuren und den Patentansprüchen.

[0080] In den Patentansprüchen verwendete Begriffe wie "umfassen", "aufweisen", "beinhalten", "enthalten" und dergleichen schließen weitere Elemente oder Schritte nicht aus. Die Verwendung des unbestimmten Artikels schließt eine Mehrzahl nicht aus. Eine einzelne Einrichtung kann die Funktionen mehrerer in den Patentansprüchen genannter Einheiten beziehungsweise Einrichtungen ausführen.

[0081] In den Patentansprüchen angegebene Bezugszeichen sind nicht als Beschränkungen der eingesetzten Mittel und Schritte anzusehen.

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 19515051 A1 [\[0002\]](#)
- DE 102004060677 A1 [\[0059\]](#)

Zitierte Nicht-Patentliteratur

- "Laser Doppler velocimeter based on the self-mixing effect in a fibre-coupled semiconductor laser: theory", Applied Optics, Vol. 31, 1992, Seiten 3401–3408 [\[0064\]](#)

Patentansprüche

1. System zum Stabilisieren eines Kraftfahrzeugs (**101**), umfassend
 - wenigstens einen Geschwindigkeitssensor (**111**) zum Erfassen einer Längsgeschwindigkeit und einer Quergeschwindigkeit des Kraftfahrzeugs (**101**);
 - eine Berechnungseinheit (**401**), die dazu ausgebildet ist, aus der erfassten Längsgeschwindigkeit und der erfassten Quergeschwindigkeit einen Schwimmwinkel des Kraftfahrzeugs (**101**) zu berechnen;
 - eine mit der Berechnungseinheit (**401**) gekoppelte Bewertungseinheit (**402**), die dazu ausgebildet ist, den Schwimmwinkel mit einem vorgegebenen Schwellenwert zu vergleichen, und eine Übersteuersituation festzustellen, wenn der Schwimmwinkel den Schwellenwert überschreitet;
 - eine mit der Bewertungseinheit (**402**) gekoppelte Ansteuereinheit (**403**) und einen das Fahrverhalten des Kraftfahrzeugs (**101**) beeinflussenden Aktuator (**109**), wobei die Ansteuereinheit (**403**) dazu ausgebildet ist, den Aktuator (**109**) in einer Übersteuersituation anzusteuern.
2. System nach Anspruch 1, wobei ein optischer Geschwindigkeitssensor (**111**) zum Erfassen der Fahrzeugquergeschwindigkeit und/oder der Fahrzeuglängsgeschwindigkeit vorgesehen ist, der dazu ausgebildet ist, Licht, das an einer Fahrbahnoberfläche (**303**) reflektiert wird, auf der sich das Kraftfahrzeug (**101**) im Betrieb bewegt, zu erfassen und auszuwerten, um die Fahrzeugquergeschwindigkeit und/oder die Fahrzeuglängsgeschwindigkeit zu bestimmen.
3. System nach Anspruch 1, wobei der Geschwindigkeitssensor (**111**) ein Positionsbestimmungssystem umfasst und wobei die Fahrzeugquergeschwindigkeit und/oder die Fahrzeuglängsgeschwindigkeit anhand einer Verfolgung einer Position des Kraftfahrzeugs (**101**) mittels des Positionsbestimmungssystems ermittelt wird.
4. System nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei der Aktuator (**109**) dazu ausgebildet ist, aufgrund der Ansteuerung durch die Ansteuereinheit (**403**) in einer Übersteuersituation ein Vorderrad (**102a**; **102b**) des Kraftfahrzeugs (**101**) mit einer Bremskraft zu beaufschlagen.
5. System nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die Fahrzeugquergeschwindigkeit und die Fahrzeuglängsgeschwindigkeit die einzigen erfassbaren fahrdynamischen Größen sind.
6. System nach einem der Ansprüche 1 bis 4, weiterhin umfassend einen Lenkwinkelsensor (**114**) zum Erfassen eines an lenkbaren Rädern (**102a**, **102b**) des Kraftfahrzeugs (**101**) eingestellten Radeinschlagswinkels, und eine weitere Bewertungseinheit (**501**), die dazu ausgebildet ist, anhand des Schwimmwinkels und des Radeinschlagswinkels eine Untersteuersituation festzustellen.
7. System nach Anspruch 6, wobei die weitere Bewertungseinheit (**501**) dazu ausgebildet ist, eine Untersteuersituation festzustellen, wenn ein nach Maßgabe des Radeinschlagswinkels ermittelter Schwimmwinkel um einen vorgegebenen Betrag größer ist als der berechnete Schwimmwinkel.
8. System nach Anspruch 6 oder 7, wobei die Ansteuereinheit (**403**) dazu ausgebildet ist, in einer Untersteuersituation derart auf einen Antriebsmotor (**103**) des Kraftfahrzeugs (**101**) einzuwirken, dass eine Geschwindigkeit und/oder eine Beschleunigung des Kraftfahrzeugs (**101**) verringert wird.
9. System nach einem der Ansprüche 6 bis 8, wobei der Aktuator (**109**) dazu ausgebildet ist, aufgrund einer Ansteuerung durch die Ansteuereinheit (**403**) in einer Untersteuersituation ein Hinterrad (**102c**; **102d**) des Kraftfahrzeugs (**101**) mit einer Bremskraft zu beaufschlagen.
10. System nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei der Aktuator (**109**) derart ausgestaltet ist, dass er ausschließlich die Vorderräder (**102a**, **102b**) des Kraftfahrzeugs (**101**) mit einer Bremskraft beaufschlagen kann.
11. Verfahren zum Stabilisieren eines Kraftfahrzeugs (**101**), umfassend die folgenden Schritte:
 - Erfassen einer Längsgeschwindigkeit und einer Quergeschwindigkeit des Kraftfahrzeugs (**101**) mittels wenigstens eines Geschwindigkeitssensors (**111**);
 - Berechnen eines Schwimmwinkels des Kraftfahrzeugs (**101**) aus der erfassten Fahrzeuglängsgeschwindigkeit und der erfassten Fahrzeugquergeschwindigkeit;
 - Vergleichen des Schwimmwinkels mit einem vorgegebenen Schwellenwert und Feststellen einer Übersteuersituation, wenn der Schwimmwinkel den Schwellenwert überschreitet,

– wenn eine Übersteuersituation festgestellt worden ist, Ansteuern eines Aktuators, um das Fahrverhalten des Kraftfahrzeugs (**101**) zu beeinflussen.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

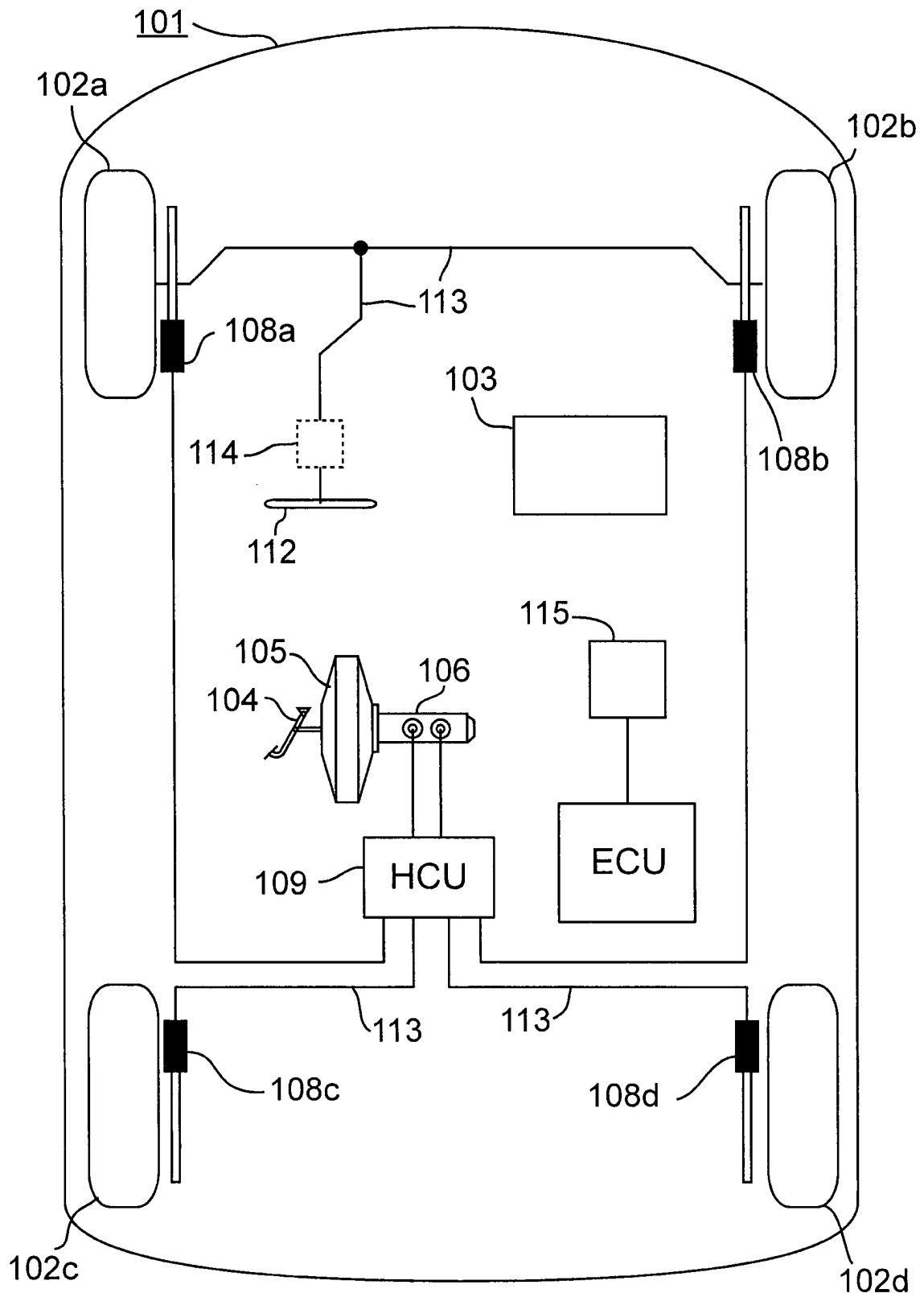


Fig. 1

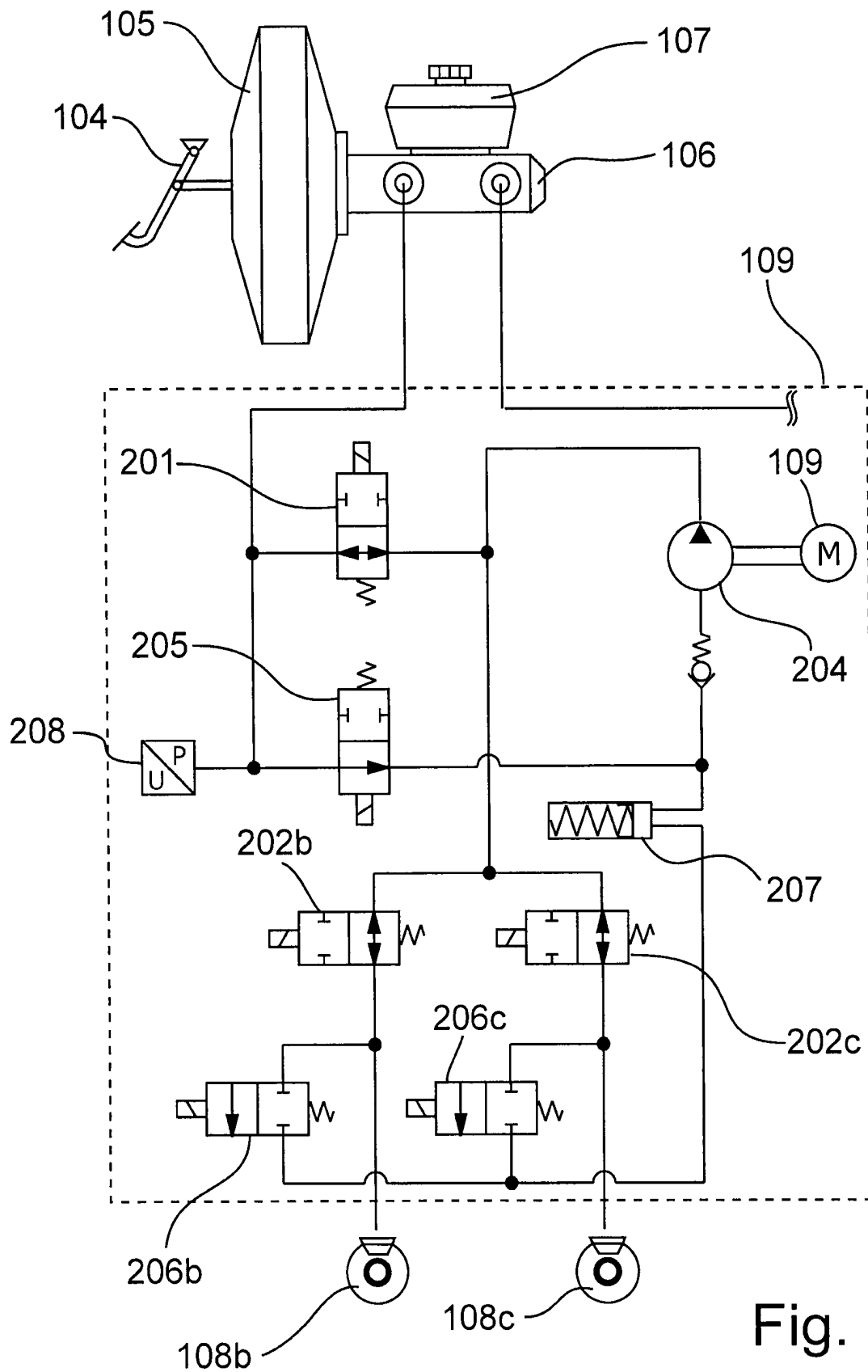


Fig. 2

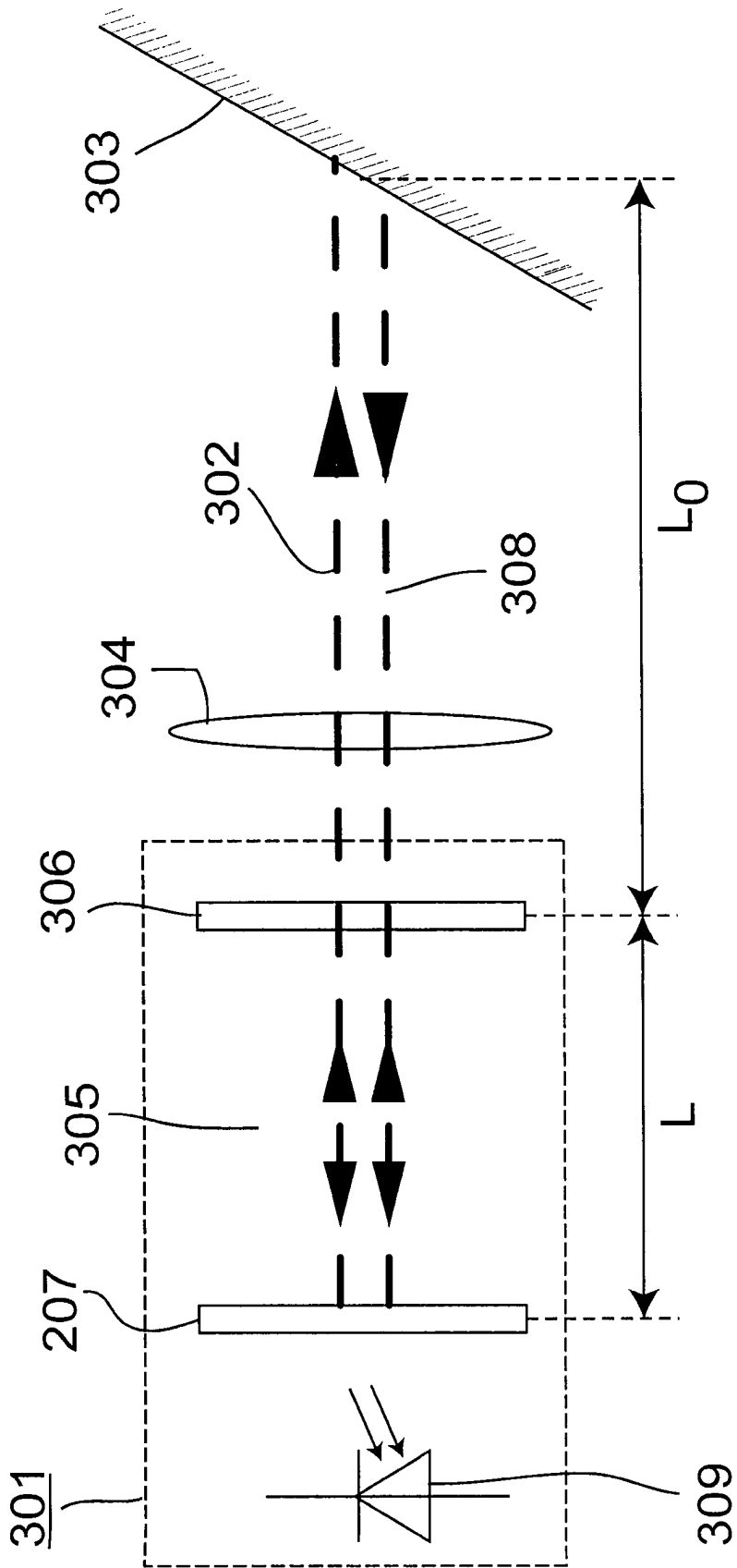


Fig. 3

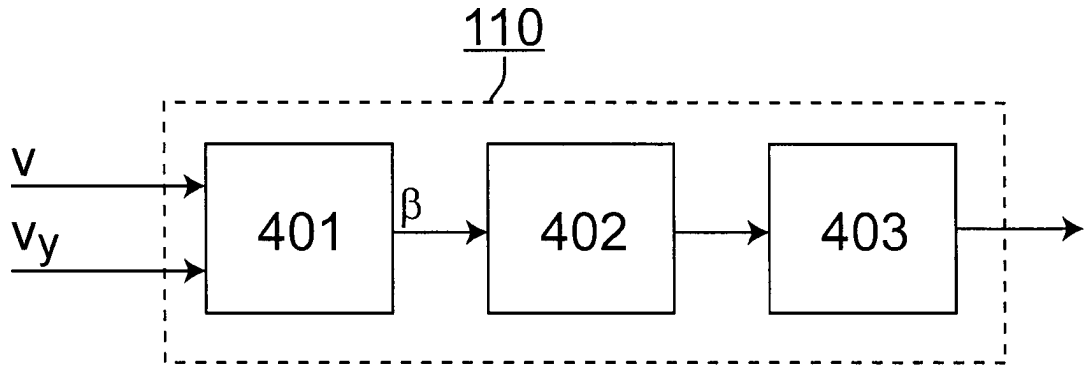


Fig. 4

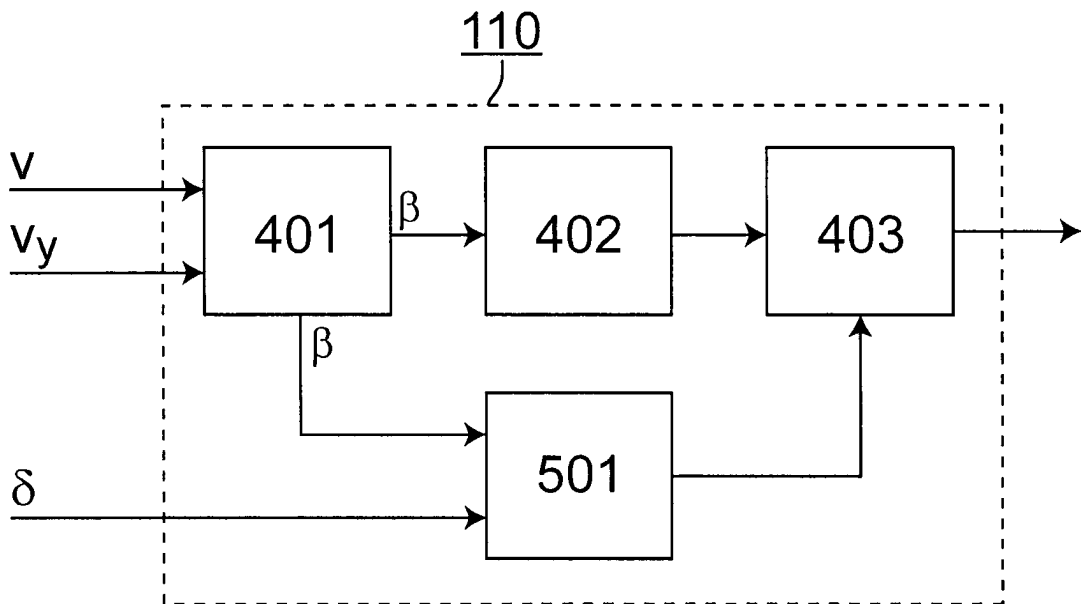


Fig. 5