



(10) **DE 10 2017 124 465 A1** 2019.04.25

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2017 124 465.4**

(22) Anmeldetag: **19.10.2017**

(43) Offenlegungstag: **25.04.2019**

(51) Int Cl.: **B60W 30/02 (2012.01)**

(71) Anmelder:
**Schaeffler Technologies AG & Co. KG, 91074
Herzogenaurach, DE**

(72) Erfinder:
**Kautzmann, Philipp, 76137 Karlsruhe, DE; Römer,
Jürgen, 76133 Karlsruhe, DE; Frey, Michael, 76275
Ettlingen, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:
DE 10 2010 028 547 A1
DE 10 2013 009 399 A1
DE 10 2015 013 241 A1

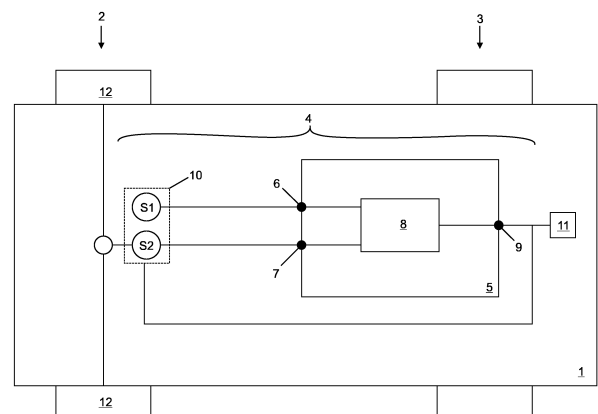
Rechercheantrag gemäß § 43 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Auswertemodul zur Erkennung eines Fahrzustands eines Fahrzeugs, Fahrzeug mit dem Auswertemodul, Verfahren und Computerprogramm**

(57) Zusammenfassung: Bei modernen Fahrzeugen wird der Fahrer durch eine Vielzahl von Fahrerassistenzsystemen bei der Führung des Fahrzeugs unterstützt. So werden bei Fahrzeugen mittlerweile quasi standardisiert z.B. ABS- und ESP-Systeme eingesetzt. Neben der Unterstützung von Bremsmanövern und der Stabilisierung des Fahrzeugs gegen seitliches Ausbrechen kommt der Überwachung des Fahrzustands des Fahrzeugs bei Kurvenfahrten besondere Bedeutung zu, da ein instabiles Fahrverhalten bei der Kurvenfahrt zu einem unkontrollierten Verlassen des Fahrzeugs der Kurve führen kann.

Es wird ein Auswertemodul (5) zur Erkennung eines Fahrzustands eines Fahrzeugs (1) vorgeschlagen mit einer ersten Eingangsschnittstelle (6) zur Übernahme einer ersten Kenngröße zur Beschreibung einer Seitenkraft (F) und/oder Querbewegung (a) des Fahrzeugs (1) bei einer Kurvenfahrt des Fahrzeugs (1), mit einer zweiten Eingangsschnittstelle (7) zur Übernahme einer zweiten Kenngröße (M), mit einer Auswerteeinheit (8), wobei die Auswerteeinheit (8) ausgebildet ist, auf Basis der ersten und zweiten Kenngröße (F, a, M) eine Ergebniskenngröße (I) für einen fahrdynamischen Grenzbereich (G) des Fahrzeugs (1) bei der Kurvenfahrt als Fahrzustand des Fahrzeugs (1) zu bestimmen, wobei die zweite Kenngröße (M) zur Beschreibung eines Reifenrückstellmoments (M) eines gelenkten Rads bei der Kurvenfahrt des Fahrzeugs (1) ausgebildet ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Auswertemodul zur Erkennung eines Fahrzustands eines Fahrzeugs mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1. Die Erfindung betrifft auch ein Fahrzeug mit dem Auswertemodul, ein Verfahren zum Bestimmen des Fahrzustands des Fahrzeugs sowie ein Computerprogramm.

[0002] Bei modernen Fahrzeugen wird der Fahrer durch eine Vielzahl von Fahrerassistenzsystemen bei der Führung des Fahrzeugs unterstützt. So werden bei Fahrzeugen mittlerweile quasi standardisiert z.B. ABS- und ESP-Systeme eingesetzt. Neben der Unterstützung von Bremsmanövern und der Stabilisierung des Fahrzeugs gegen seitliches Ausbrechen kommt der Überwachung des Fahrzustands des Fahrzeugs bei Kurvenfahrten besondere Bedeutung zu, da ein instabiles Fahrverhalten bei der Kurvenfahrt zu einem unkontrollierten Verlassen des Fahrzeugs der Kurve führen kann.

[0003] Die Druckschrift DE 10 2007 016 951 A1, die wohl den nächstkommenden Stand der Technik bildet, beschreibt ein Verfahren zur Bestimmung von instabilen Fahrzuständen. Das Verfahren beruht auf den Schritten der Ermittlung, ob sich eine Differenz zwischen einem ersten Wert einer Fahrzeugzustandsgröße und einem zweiten Wert einer Fahrzeugzustandsgröße mit der Zeit betragsmäßig vergrößert. In einem nächsten Schritt wird die Differenz gefiltert, wobei in einem nächsten Schritt die gefilterte Differenz und die ungefilterte Differenz verglichen wird. In Abhängigkeit des Ergebnisses des Vergleichs wird auf einen instabilen Fahrzustand geschlossen. Als Fahrzeugzustandsgröße wird zum einen ein Drehwinkel eines Lenkrads oder eine dazu relative Größe und zum anderen eine Querbeschleunigung des Kraftfahrzeugs oder eine dazu relative Größe verwendet.

[0004] Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Auswertemodul zur Erkennung eines Fahrzustands eines Fahrzeugs vorzuschlagen, welches auf einem verlässlichen Meßprinzip beruht. Diese Aufgabe wird durch ein Auswertemodul mit den Merkmalen des Anspruchs 1, eine Auswertevorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 5, einem Fahrzeug mit den Merkmalen des Anspruchs 7, ein Verfahren mit dem Merkmal des Anspruchs 8 sowie durch ein Computerprogramm mit den Merkmalen des Anspruchs 10 gelöst. Bevorzugte oder vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, der nachfolgenden Beschreibung sowie den beigefügten Figuren.

[0005] Gegenstand der Erfindung ist ein Auswertemodul, welches zur Erkennung eines Fahrzustands eines Fahrzeugs ausgebildet ist. Insbesondere ist

das Auswertemodul programmtechnisch und/oder schaltungstechnisch zur Erkennung des Fahrzustands des Fahrzeugs ausgebildet.

[0006] Das Auswertemodul kann als eine digitale Datenverarbeitungseinrichtung ausgebildet sein. Beispielsweise kann das Auswertemodul als Mikrocontroller, DSP, FPGA oder dergleichen verkörpert sein. Alternativ ist das Auswertemodul als eine analoge Schalteinrichtung ausgebildet. Es ist auch möglich, dass das Auswertemodul als eine Kombination von analogen und digitalen Bauteilen oder Baugruppen aufgebaut ist. Letztlich ist es auch im Rahmen der Erfindung, dass das Auswertemodul als ein Softwaremodul realisiert ist. Das Auswertemodul kann als ein separates Auswertemodul ausgebildet sein, es kann jedoch auch einen Teil einer existierenden Steuereinrichtung darstellen. Insbesondere kann das Auswertemodul in einer Steuereinrichtung des Fahrzeugs realisiert sein.

[0007] Das Fahrzeug ist beispielsweise als ein Personenkraftwagen, Lastkraftwagen, Bus etc. ausgebildet. Vorzugsweise weist das Fahrzeug mindestens eine gelenkte Achse auf. Insbesondere ist das Fahrzeug zweispurig realisiert.

[0008] Das Auswertemodul weist eine erste und eine zweite Eingangsschnittstelle auf. Die Eingangsschnittstellen können auch als eine gemeinsame Eingangsschnittstelle ausgebildet sein. Die Eingangsschnittstellen können kabelgebunden oder kabellos oder drahtlos ausgebildet sein. Beispielsweise können die Eingangsschnittstellen als eine digitale Busverbindung ausgebildet sein.

[0009] Über die erste Eingangsschnittstelle wird eine erste Kenngröße übergeben. Die erste Kenngröße dient zur Beschreibung einer Seitenkraft und/oder Querbeschleunigung des Fahrzeugs bei einer Kurvenfahrt des Fahrzeugs. Es kann sich dabei um einen Wert der Seitenkraft und/oder der Querbeschleunigung handeln, welcher auf die entsprechende physikalische Größe normiert ist. Alternativ hierzu kann es sich um einen Relativwert handeln. Über die zweite Eingangsschnittstelle wird eine zweite Kenngröße übergeben.

[0010] Das Auswertemodul weist eine Auswerteeinheit auf, wobei die Auswerteeinheit programmtechnisch und/oder schaltungstechnisch ausgebildet ist, auf Basis der ersten und der zweiten Kenngröße und optional ergänzend auf Basis von weiteren Parametern eine Ergebniskenngröße für einen fahrdynamischen Grenzbereich des Fahrzeugs bei der Kurvenfahrt als Fahrzustand des Fahrzeugs zu bestimmen. Die Ergebniskenngröße beschreibt damit ob sich das Fahrzeug in dem fahrdynamischen Grenzbereich befindet und/oder wie weit sich das Fahrzeug vor oder in dem fahrdynamischen Grenzbereich befindet. Die

Ergebniskenngröße kann als mindestens zwei unterschiedliche diskrete Werte ausgebildet sein. Es ist jedoch auch möglich, dass die Ergebniskenngröße als eine rationale Zahl, eine Prozentangabe etc. realisiert ist. Insbesondere detektiert das Auswertemodul, ob der fahrdynamische Grenzbereich so ausgebildet ist, dass die maximale Querbeschleunigung des Fahrzeugs erreicht oder bald erreicht ist.

[0011] Im Rahmen der Erfindung wird vorgeschlagen, dass die zweite Kenngröße zur Beschreibung eines Reifenrückstellmoments eines gelenkten Rads bei der Kurvenfahrt des Fahrzeugs ausgebildet ist.

[0012] Das Reifenrückstellmoment bei Fahrzeugen versucht einen unter Schräglauf rollenden Reifen wieder in die Geradeausrichtung zu drehen. Für den Fahrer ist dieses Reifenrückstellmoment als Teil des Lenkradmoments wahrnehmbar. Die zweite Kenngröße kann somit beispielsweise aus der Lenkkräftunterstützung abgeleitet werden. Es kann sich hierbei insbesondere um ein Lenkradmoment oder ein Lenkmoment oder eine Spurstangenkraft handeln.

[0013] Es ist dabei eine Überlegung der Erfindung, dass beim schnellen Fahren einer Kurve die Seitenkraft oder die Querbeschleunigung den Fahrer zur kurvenäußeren Seite drängt. Wird die Geschwindigkeit in der Kurve erhöht oder der Kurvenradius verkleinert, so vergrößert sich der Druck auf den Fahrer zur kurvenäußeren Seite. Das Reifenrückstellmoment weist dagegen ein anderes Verhalten auf: Bei einer mäßigen Geschwindigkeit in der Kurve oder einem mäßigen Kurvenradius, also in einem Normalfahrbereich, steigt das Reifenrückstellmoment mit der Erhöhung der Geschwindigkeit oder der Verkleinerung des Kurvenradius an. In einem Grenzbereich verringert sich das Reifenrückstellmoment trotz Erhöhung der Geschwindigkeit und/oder Verkleinerung des Kurvenradius. Der Fahrer merkt dieses Fahrverhalten daran, dass die Lenkung plötzlich „leicht“ geht. Für den erfahrenen Fahrer kann dies ein Zeichen darstellen, dass sich das Fahrzeug in dem fahrdynamischen Grenzbereich als Fahrzustand des Fahrzeugs befindet. Dieses intuitiv vom Fahrer wahrgenommene Verhalten des Fahrzeugs wird durch das Auswertemodul technisch umgesetzt, indem über die Eingangsschnittstellen die erste und die zweite Kenngröße zugeführt werden und indem die Auswerteeinheit auf Basis der ersten und zweiten Kenngröße die Ergebniskenngröße für den fahrdynamischen Grenzbereich des Fahrzeugs bei der Kurvenfahrt des Fahrzeugs als Fahrzustand des Fahrzeugs bestimmt.

[0014] Mit dem erfindungsgemäßen Auswertemodul wird somit eine Möglichkeit geschaffen, in sicherer Weise den fahrdynamischen Grenzbereich des Fahrzeugs zu detektieren.

[0015] Auf Basis einer qualitativen Betrachtung wird besonders bevorzugt, dass die Ergebniskenngröße einen fahrdynamischen Grenzbereich anzeigt, wenn in einem Normalfahrbereich ein proportionales Verhalten und im fahrdynamischen Grenzbereich ein antiproportionales Verhalten der ersten und der zweiten Kenngröße vorliegt. Unter einem proportionalen Verhalten wird auch ein überproportionales oder unterproportionales Verhalten oder ein proportionales Verhalten verstanden, wobei sich die Proportionalität über die Änderung der Geschwindigkeit des Fahrzeugs in der Kurve und/oder über die Änderung des Kurvenradius ändert. In gleicher Weise wird unter einem antiproportionalen Verhalten auch ein antiüberproportionales oder antiunterproportionales oder ein antiproportionales Verhalten verstanden, wobei sich die Antiproportionalität über die Änderung der Geschwindigkeit des Fahrzeugs in der Kurve und/oder über die Änderung des Kurvenradius ändert.

[0016] Auf Basis einer quantitativen Betrachtung wird die Ergebniskenngröße vorzugsweise als Indikator I aus einem Produkt der Gradienten von einem Lenkradmoment M als das Reifenrückstellmoment und der Querbeschleunigung a nach der nachstehenden Formel gebildet:

$$I = dM/dt \cdot da/dt$$

[0017] Mit:

- I Indikator als Ergebniskenngröße
- M Lenkradmoment
- a Querbeschleunigung

[0018] Nimmt der Indikator I als die Ergebniskenngröße einen negativen Wert an, weist dies auf den Zustand im fahrdynamischen Grenzbereich hin.

[0019] Bei einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung weist das Auswertemodul eine Ausgangsschnittstelle zur Ausgabe eines Signals auf Basis der Ergebniskenngröße auf. Das Signal kann als Ergebniskenngröße ausgebildet sein, alternativ ist das Signal als ein Warnsignal ausgebildet, welches dem Fahrer über eine Signaleinrichtung angezeigt wird, um diesen auf den fahrdynamischen Grenzbereich hinzuweisen.

[0020] Ein weiterer Gegenstand der Erfindung betrifft eine Auswertevorrichtung für das Fahrzeug, wobei die Auswertevorrichtung das Auswertemodul wie dies zuvor beschrieben wurde bzw. nach einem der vorhergehenden Ansprüche umfasst. Die Auswertevorrichtung weist eine erste Sensoreinrichtung zur Bestimmung der ersten Kenngröße und eine zweite Sensoreinrichtung zur Bestimmung der zweiten Kenngröße auf. Die erste Sensoreinrichtung ist besonders bevorzugt als ein Beschleunigungssensor

ausgebildet. Die zweite Sensoreinrichtung ist besonders bevorzugt als ein Lenkmomentsensor ausgebildet.

[0021] Bei einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung nimmt die erste Sensoreinrichtung und/oder die zweite Sensoreinrichtung mindestens eine Zweitfunktion in einer Steuereinrichtung für das Fahrzeug ein. Besonders bevorzugt werden die Sensorsignale der ersten und/oder der zweiten Sensoreinrichtung ergänzend in einem Fahrassistenzsystem, insbesondere in einem ABS-und/oder ESP-System verwendet.

[0022] Ein weiterer Gegenstand der Erfindung betrifft ein Fahrzeug mit dem Auswertemodul und/oder der Auswertevorrichtung, wie diese zuvor beschrieben wurden bzw. nach einem der vorhergehenden Ansprüche. Es ist vorgesehen, dass die erste Schnittstelle mit dem ABS-und/oder ESP-System datentechnisch gekoppelt ist und/oder dass die zweite Schnittstelle mit einem Lenkkraftunterstützungssystem gekoppelt ist.

[0023] Ein weiterer Gegenstand der Erfindung betrifft ein Verfahren zum Bestimmen einer Ergebniskenngröße mit dem Auswertemodul mit den Merkmalen der Ansprüche 1 bis 4, mit der Auswertevorrichtung mit den Merkmalen der Ansprüche 5-6, vorzugsweise in einem Fahrzeug mit den Merkmalen des Anspruchs 7.

[0024] Bei dem Verfahren wird aus der ersten Kenngröße und der zweiten Kenngröße die Ergebniskenngröße bestimmt. Bei einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung wird bei dem Übergang von dem Normalfahrbereich in den fahrdynamischen Grenzbereich über die Ausgangsschnittstelle ein Signal, insbesondere ein Warnsignal, ausgegeben.

[0025] Ein weiterer Gegenstand der Erfindung betrifft ein Computerprogramm mit den Merkmalen des Anspruchs 10.

[0026] Weitere Vorteile, Merkmale und Wirkungen der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung sowie der beigefügten Figuren. Diese zeigen:

Fig. 1 eine schematische Blockdarstellung eines Fahrzeugs mit einer Auswertevorrichtung als ein erstes Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Fig. 2 eine schematische Darstellung eines gelenkten Rads zur Beschreibung des Reifenrückstellmoments;

Fig. 3 ein Graph mit Kurven des Reifenrückstellmoments und der Seitenkraft bei einer Kurvenfahrt mit variierendem Kurvenradius;

Fig. 4 zwei Graphen mit Kurven, wobei der obere Graph Kurven des Reifenrückstellmoments und der Querbewegung bei einer Kurvenfahrt mit variierender Geschwindigkeit zeigt und wobei der untere Graph einen Indikator als Ergebniskenngröße in der gleichen Zeitauftragung zeigt.

[0027] Die **Fig. 1** zeigt in einer schematischen Blockdarstellung ein Fahrzeug **1** als ein Ausführungsbeispiel der Erfindung. Das Fahrzeug **1** kann beispielsweise als ein Personenkraftwagen ausgebildet sein und weist eine Lenkachse **2** mit zwei gelenkten Rädern **12** und eine weitere Achse **3** auf.

[0028] In dem Fahrzeug **1** ist eine Auswerteeinrichtung **4** mit einem Auswertemodul **5** und mit zwei Sensoreinrichtungen **S1**, **S2** angeordnet. Das Auswertemodul **5** ist als eine digitale Datenverarbeitungseinrichtung, zum Beispiel als ein Mikroprozessor ausgebildet.

[0029] Die erste Sensoreinrichtung **S1** ist ausgebildet, eine Seitenkraft und/oder Querbewegung des Fahrzeugs **1** bei einer Kurvenfahrt aufzunehmen. Insbesondere ist die erste Sensoreinrichtung **S1** als ein Beschleunigungssensor ausgebildet.

[0030] Die zweite Sensoreinrichtung **S2** ist ausgebildet, ein Reifenrückstellmoment eines oder beider Räder **12** der Lenkachse **2** aufzunehmen. Das Reifenrückstellmoment kann auch als Lenkradmoment aufgenommen werden.

[0031] Für eine Erläuterung zur Entstehung des Reifenrückstellmoments wird auf die **Fig. 2** verwiesen: Das Reifenrückstellmoment bei dem Fahrzeug **1** versucht einen unter Schräglaufl rollenden Reifen wieder in die Geradeausrichtung zu drehen. Für den Fahrer ist dieses Moment als Teil des Lenkradmoments wahrnehmbar. Unter der Einwirkung von Umfangs- und Seitenkraft verformt sich die Bodenaufstandsfläche (siehe **Fig. 2**; hier $F_x = 0$). Ebenfalls bedingt durch die ungleiche Pressungs- und Schubspannungsverteilung im Latsch greifen nun Seiten- und Umfangskraft bzw. deren Resultierende nicht in der Reifenhochachse an, sondern im Kräfteschwerpunkt der Bodenaufstandsfläche. Den Abstand von Angriffspunkt und Reifenhochachse nennt man den Reifennachlauf n . Die Seitenführungskraft F_y (auch einfach Seitenkraft genannt) erzeugt durch den Reifennachlauf n ein Moment der Größe

$$M_z = F_y \cdot n$$

[0032] Dieses Moment M_z wird als Reifenrückstellmoment M bezeichnet. Das Reifenrückstellmoment M versucht, den unter Schräglaufl rollenden Reifen wieder in Geradeausrichtung zu drehen. Dieses Moment wird über das Lenkgetriebe und das Lenkrad an

den Fahrer weitergeleitet und dient dem Fahrer zur Einschätzung der über die Reifen übertragbaren Seitenkräfte. Ein sinkendes Reifenrückstellmoment **M** bei gleichzeitig steigender Querbesehleunigung zeigt dem Fahrer eine nahende Grenzsituation an.

[0033] Das Auswertemodul **5** weist eine erste Eingangsschnittstelle **6**, welche datentechnisch mit der ersten Sensoreinrichtung **S1** sowie eine zweite Eingangsschnittstelle **7**, welche datentechnisch mit der zweiten Sensoreinrichtung **S2** verbunden ist, auf. Das Auswertemodul **5** weist eine Auswerteeinheit **8** auf, an die die Daten der Sensoreinrichtungen **S1** und **S2** übergeben werden. Die Auswerteeinheit **8** kann beispielsweise als ein Softwaremodul in dem Auswertemodul **5** realisiert sein. Das Auswertemodul **5** weist ferner eine Ausgangsschnittstelle **9** auf, wobei die Ausgangsschnittstelle **9** ein Signal oder Daten ausgeben kann, so dass diese in dem Fahrzeug **1** weiterverarbeitet werden können.

[0034] Die Auswerteeinheit **8** ist programmtechnisch und/oder schaltungstechnisch ausgebildet, die beiden Eingangsgrößen zu verarbeiten und daraus eine Ergebniskenngröße für einen fahrdynamischen Grenzbereich **G** des Fahrzeugs **1** bei einer Kurvenfahrt als Fahrzustand des Fahrzeugs **1** abzuleiten oder zu erkennen. Zur Erläuterung der Auswertestrategie wird auf die **Fig. 3** verwiesen, welche ein Koordinatensystem zeigt, wobei auf der X-Achse ein Lenkwinkel α und auf der Y-Achse das Reifenrückstellmoment **M** (dargestellt als M_z) und die Seitenkraft **F** (dargestellt als F_y) bei dem jeweiligen Lenkwinkel α und bei einer konstanten Geschwindigkeit des Fahrzeugs **1** aufgetragen sind. Aus der Darstellung ist zu entnehmen, dass in einem Normalfahrbereich **N** sowohl das Reifenrückstellmoment **M** als auch die Seitenkraft **F** bei größer werdendem Lenkwinkel α (und damit kleiner werdendem Kurvenradius) stetig und streng monoton zunehmen.

[0035] Der Verlauf der Kurven ist im Normalfall Bereich **N** gleichgerichtet. Jedoch ist bei diesem Ausführungsbeispiel die Steigung der Kurven unterschiedlich stark ausgeprägt, so dass das Reifenrückstellmoment **M** und die Seitenkraft **F** sich zwar zueinander proportional verhalten, sich der Proportionalitätsfaktor über die Änderung der Geschwindigkeit des Fahrzeugs in der Kurve und/oder über die Änderung des Kurvenradius und/oder über die Änderung des Lenkwinkels α ändert.

[0036] Gerät das Fahrzeug **1** in einen fahrdynamischen Grenzbereich **G**, so steigt die Kurve für die Seitenkraft **F** weiter streng monoton an, genau betrachtet verringert sich jedoch die Steigung. Des Reifenrückstellmoment **M** verringert sich in dem fahrdynamischen Grenzbereich **G**, so dass sich das Reifenrückstellmoment **M** antiproportional zu der Seitenkraft **F** verhält. Qualitativ betrachtet zeigt der Übergang von

dem proportionalen Verhalten zu dem antiproportionalen Verhalten den Übergang von dem Normalfahrbereich **N** in den fahrdynamischen Grenzbereich **G** an. Durch diese Änderung des Verhaltens kann die Auswerteeinheit **8** den fahrdynamischen Grenzbereich erkennen/detektieren.

[0037] In der **Fig. 4** sind zwei Graphen aufgezeigt, wobei im oberen Graph auf der X-Achse eine Zeit **t** und auf der Y-Achse das Reifenrückstellmoment **M** und in diesem Fall die Querbesehleunigung **a** aufgetragen sind. Die Querbesehleunigung **a** ist proportional zu der Seitenkraft **F**. Über die Zeit **t** wird - bei konstantem Kurvenradius und/oder Lenkwinkel α - die Geschwindigkeit bei der Kurvenfahrt erhöht. In gleicher Aussage wie bei der **Fig. 3** steigen beide Kurven zunächst gleichsinnig an, bis bei dem Übergang von dem Normalfahrbereich **N** zu dem fahrdynamischen Grenzbereich **G** das Reifenrückstellmoment **M** kleiner wird.

[0038] In dem unteren Graph ist die Ergebniskenngröße als Indikator **I** für den Fahrzustand und insbesondere für den fahrdynamischen Grenzbereich **G** über die Zeit **t** aufgetragen. Der Indikator **I** wird nach der bereits eingangs dargestellten Formel

$$I = dM/dt * da/dt$$

berechnet. Aus dem Graph ist zu entnehmen, dass der Indikator **I** im Normalfahrbereich **N** größer Null ist und in dem fahrdynamischen Grenzbereich das Vorzeichen wechselt und kleiner als Null ist.

[0039] Genauer betrachtet zeigen die Graphen simulative Voruntersuchungen, welche in Form einer quasistationären Kreisfahrt durchgeführt wurden. Der obere Graph zeigt den zeitlichen Verlauf der Querbesehleunigung **a** und des Lenkradmoments **M** über der Zeit **t** bei einer beschleunigten Kreisfahrt. In der Abbildung ist zu sehen, dass das Lenkradmoment bei kleinen Querbesehleunigungen mit der Querbesehleunigung ansteigt. Bei großen Querbesehleunigungen ($> 7 \text{ m/s}^2$) zeigt sich ein antiproportionales Verhalten von Querbesehleunigung und Lenkradmoment. Sobald ein antiproportionales Verhalten zwischen Lenkradmoment und Querbesehleunigung im Zeitbereich zu erkennen ist, lässt sich daraus schließen, dass sich das Fahrzeug im grenznahen Fahrzustand befindet. In diesem Fall sollte der Fahrer darauf hingewiesen werden. Im unteren Graph ist der Verlauf eines möglichen Indikators **I** ersichtlich, der sich aus dem Produkt der Gradienten von Lenkradmoment **M** und Querbesehleunigung **a** bildet: Nimmt der Indikator **I** einen negativen Wert an, weist dies auf den Zustand im fahrdynamischen Grenzbereich **G** hin.

[0040] Ein Gedanke der Erfindung ist somit die Bereitstellung einer robusten Methode zur Erkennung des fahrdynamischen Grenzbereichs **G**, die auf dem

Zusammenhang zwischen Seitenkraft und Reifen-Rückstellmoment basiert und dabei ohne Kenntnis des Reibwerts des Reifen-Fahrbahnkontakts auskommt.

F	Seitenkraft (auch F_y genannt)
a	Querbeschleunigung
M	Reifenrückstellmoment

[0041] Damit ist der Indikator **I** die Ergebniskenngröße für den fahrdynamischen Grenzbereich **G** des Fahrzeugs **1** bei der Kurvenfahrt als Fahrzustand des Fahrzeugs **1**.

[0042] Das Fahrzeug **1** kann ein Fahrerassistenzsystem **10** aufweisen, welches beispielsweise als ein ABS- und/oder EPS-System ausgebildet ist. Bei einem möglichen Ausführungsbeispiel werden die Sensoreinrichtungen **S1** und **S2** über das Fahrerassistenzsystem **10** ausgelesen und die entsprechenden Daten von den Sensoreinrichtungen **S1** und **S2** mittelbar über das Fahrerassistenzsystem **10** an das Auswertemodul **5** weitergeleitet.

[0043] Der Indikator **I** kann als Ergebniskenngröße über die Ausgangsschnittstelle **9** ausgegeben werden. Dort kann sie beispielsweise zu einer Signaleinrichtung **11** geführt werden, welche durch ein Signal, insbesondere ein optisches, akustisches oder haptisches Signal dem Fahrer des Fahrzeugs **1** den fahrdynamischen Grenzbereich **G** anzeigt. Alternativ oder ergänzend kann die Ergebniskenngröße **I** in das Fahrerassistenzsystem **10** zurückgeführt werden, um zusätzliche Informationen für elektronische Regelsysteme und/oder für das automatisierte Fahren bereitzustellen.

Bezugszeichenliste

1	Fahrzeug
2	Lenkachse
3	weitere Achse
4	Auswerteeinrichtung
5	Auswertemodul
6	erste Eingangsschnittstelle
7	zweite Eingangsschnittstelle
8	Auswerteeinheit
9	Ausgangsschnittstelle
10	Fahrerassistenzsystem
11	Signaleinrichtung
12	gelenktes Rad
S1	erste Sensoreinrichtung
S2	zweite Sensoreinrichtung
N	Normalfahrbereich
G	fahrdynamischer Grenzbereich
I	Indikator als Ergebniskenngröße

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 102007016951 A1 [0003]

Patentansprüche

1. Auswertemodul (5) zur Erkennung eines Fahrzustands eines Fahrzeugs (1) mit einer ersten Eingangsschnittstelle (6) zur Übernahme einer ersten Kenngröße zur Beschreibung einer Seitenkraft (F) und/oder Querbeschleunigung (a) des Fahrzeugs (1) bei einer Kurvenfahrt des Fahrzeugs (1), mit einer zweiten Eingangsschnittstelle (7) zur Übernahme einer zweiten Kenngröße (M), mit einer Auswerteeinheit (8), wobei die Auswerteeinheit (8) ausgebildet ist, auf Basis der ersten und zweiten Kenngröße (F, a, M) eine Ergebniskenngröße (I) für einen fahrdynamischen Grenzbereich (G) des Fahrzeugs (1) bei der Kurvenfahrt als Fahrzustand des Fahrzeugs (1) zu bestimmen, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zweite Kenngröße (M) zur Beschreibung eines Reifenrückstellmoments (M) eines gelenkten Rads bei der Kurvenfahrt des Fahrzeugs (1) ausgebildet ist.

2. Auswertemodul (5) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ergebniskenngröße (I) einen fahrdynamischen Grenzbereich (G) anzeigt, wenn in einem Normalfahrbereich (N) ein proportionales Verhalten und im fahrdynamischen Grenzbereich ein antiproportionales Verhalten der ersten und der zweiten Kenngröße (F, a, M) vorliegt.

3. Auswertemodul (5) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ergebniskenngröße als Indikator (I) nach folgender Formel bestimmt wird:

$$I = dM/dt * da/dt$$

Mit:

I Indikator als Ergebniskenngröße
M Lenkradmoment
a Querbeschleunigung

4. Auswertemodul (5) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Auswertemodul (5) eine Ausgangsschnittstelle (9) zur Ausgabe eines Warnsignals aufweist, wenn die Ergebniskenngröße einen Grenzwert passiert.

5. Auswertevorrichtung (4) für ein Fahrzeug (1), **gekennzeichnet durch** das Auswertemodul (5) nach einem der vorhergehenden Ansprüche sowie durch eine erste Sensoreinrichtung (S1) zur Bestimmung der ersten Kenngröße (F,a) und eine zweite Sensoreinrichtung (S2) zur Bestimmung der zweiten Kenngröße (M).

6. Auswertevorrichtung (4) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Sensoreinrichtung (S1) und die zweite Sensoreinrichtung (S2)

mindestens eine zweite Funktion in einer Steuerung des Fahrzeugs (1) einnehmen.

7. Fahrzeug (1) mit dem Auswertemodul (5) und/oder der Auswertevorrichtung (4) jeweils nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Schnittstelle (6) mit einem ABS- und/oder ESP-System (10) datentechnisch gekoppelt ist und/oder dass die zweite Schnittstelle (7) mit einem Lenkkraftunterstützungssystem datentechnisch gekoppelt ist.

8. Verfahren zum Bestimmen einer Ergebniskenngröße als Fahrzustand des Fahrzeugs (1) mit dem Auswertemodul (5) nach einem der Ansprüche 1 bis 4 und/oder mit der Auswertevorrichtung (4) nach einem der Ansprüche 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass aus der ersten Kenngröße (F, a) und der zweiten Kenngröße (M) die Ergebniskenngröße bestimmt wird

9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei einer Detektion des Übergangs von dem Normalfahrbereich (N) in den fahrdynamischen Grenzbereich (G) durch das Auswertemodul (5) über die Ausgangsschnittstelle (9) ein Signal, insbesondere ein Warnsignal, Steuersignal oder Datensignal, ausgegeben wird.

10. Computerprogramm mit Programmcode-Mitteln, um alle Schritte des Verfahrens nach Anspruch 8 oder 9 durchzuführen, wenn das Programm auf einem Computer und/oder auf der dem Auswertemodul von jedem Beliebigen der Ansprüche 1 bis 4 ausgeführt wird.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

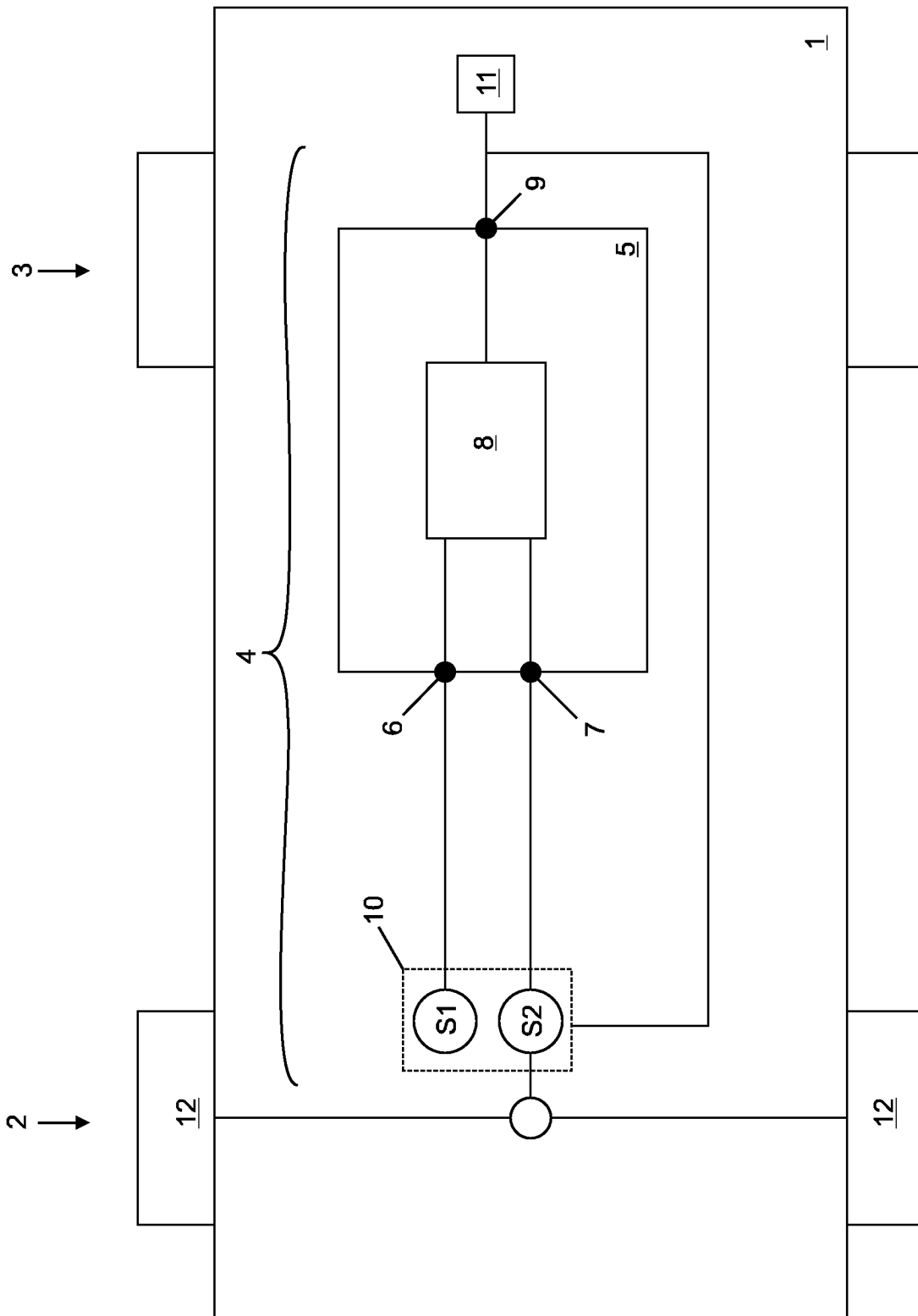


Fig. 1

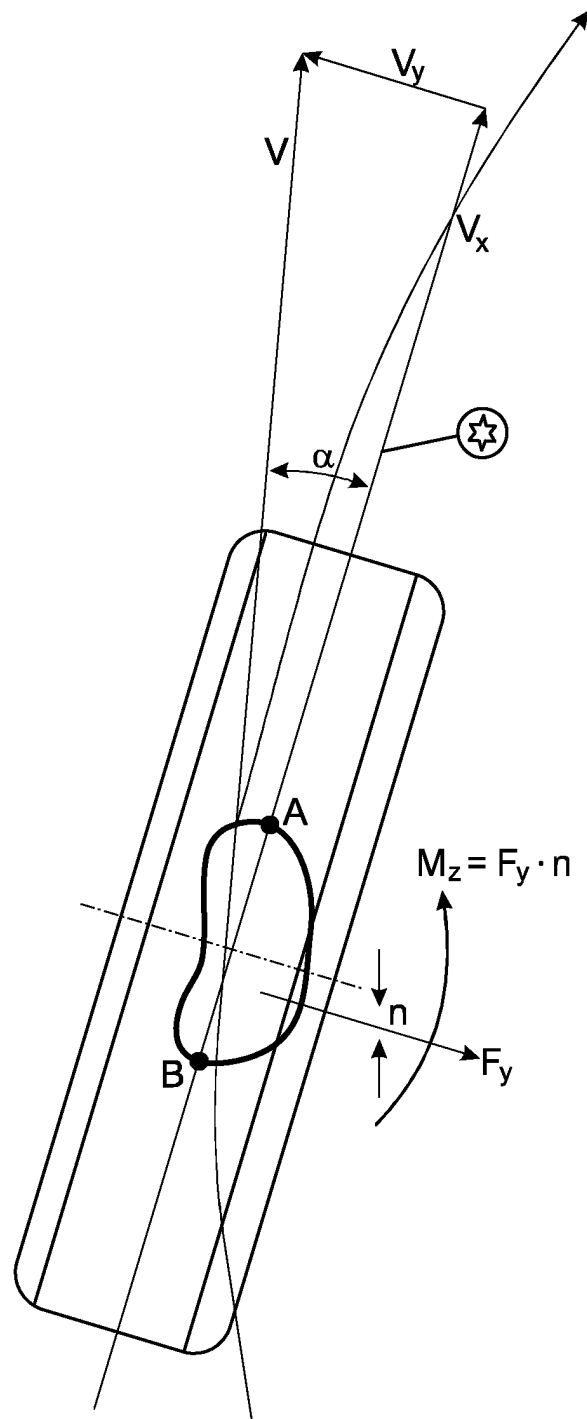


Fig. 2

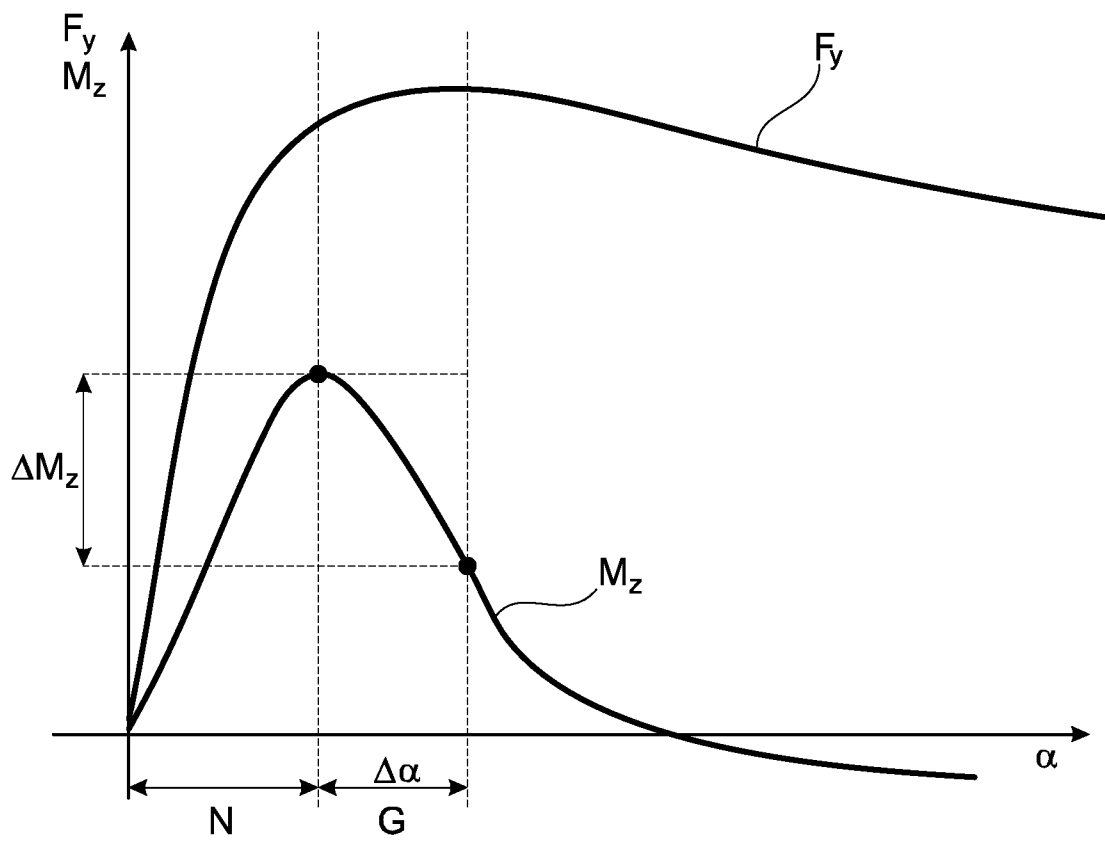


Fig. 3

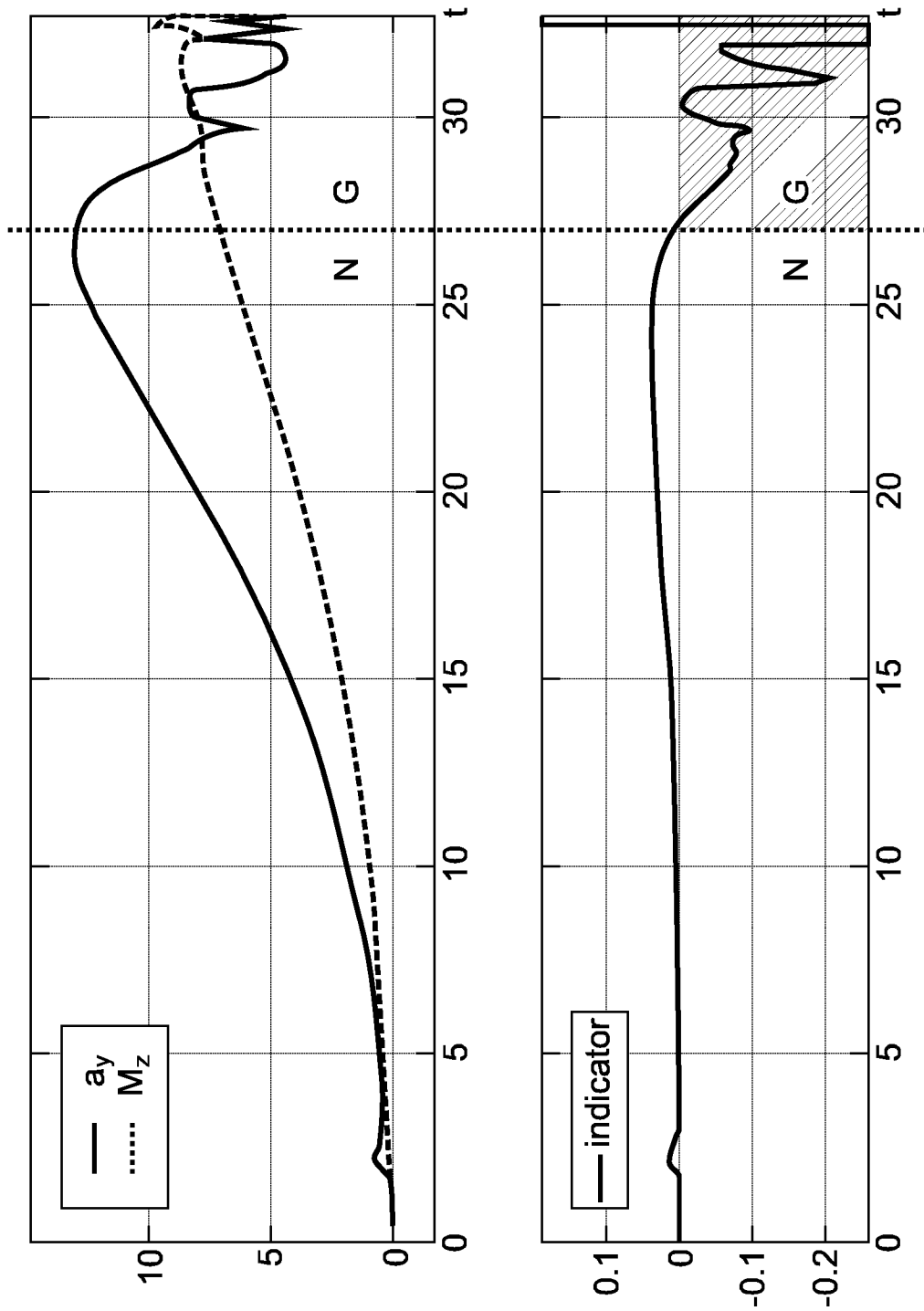


Fig. 4