



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2008 034 908 A1** 2009.03.12

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2008 034 908.9**

(22) Anmeldetag: **26.07.2008**

(43) Offenlegungstag: **12.03.2009**

(51) Int Cl.⁸: **B60T 8/1755** (2006.01)

B60G 25/00 (2006.01)

B60G 21/10 (2006.01)

B60T 8/176 (2006.01)

Mit Einverständnis des Anmelders offengelegte Anmeldung gemäß § 31 Abs. 2 Ziffer 1 PatG

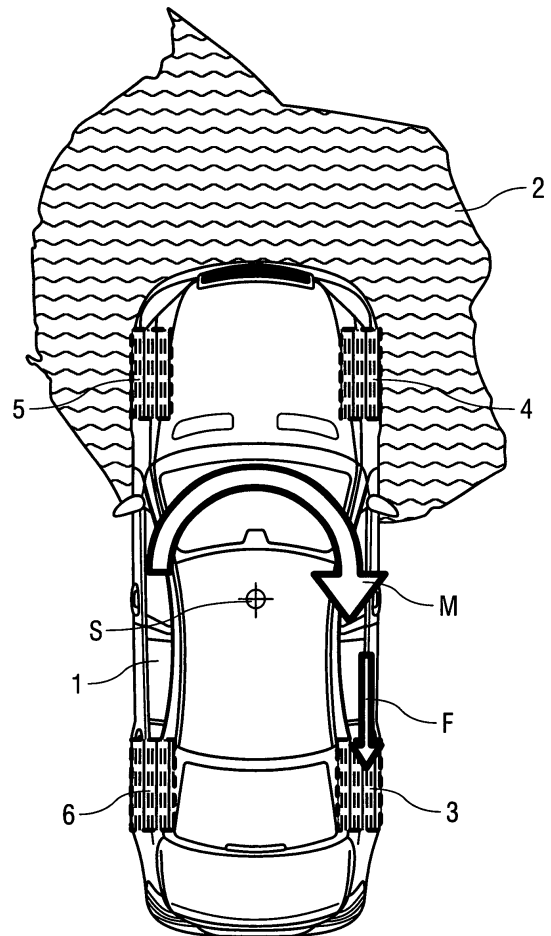
(71) Anmelder:
Daimler AG, 70327 Stuttgart, DE

(72) Erfinder:
Ammon, Dieter, Prof. Dr. Ing., 71686 Remseck, DE;
Keppler, Daniel, Dipl.-Ing., 75382 Althengstett, DE;
Kirchner, Boris, Dipl.-Ing. (FH), 70199 Stuttgart,
DE; Rau, Magnus, Dr. Ing., 73230 Kirchheim, DE;
Suissa, Avshalom, Dipl.-Ing., 75382 Althengstett,
DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Stabilisierung eines Fahrzeuges bei Aquaplaning**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Stabilisierung eines Fahrzeuges (1) bei bestehendem oder bevorstehendem Aquaplaning. Dabei wird ein Sollverhalten des Fahrzeuges (1) bestimmt und ein Giermoment (M) des Fahrzeuges (1) derart erzeugt, dass ein Istverhalten des Fahrzeuges (1) dem Sollverhalten angenähert wird.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Stabilisierung eines Fahrzeuges bei Aquaplaning.

[0002] Bei einem Aufschwimmen eines Rades eines Fahrzeuges auf einem Flüssigkeitsfilm, so genanntem Aquaplaning, verliert das Rad den Fahrbahnkontakt. Am aufgeschwommenen Rad sind keine Kräfte mehr übertragbar, wodurch die Lenkbarkeit des Fahrzeuges stark beeinträchtigt wird oder sogar vollständig unmöglich wird, so dass der Fahrer die Kontrolle über das Fahrzeug verlieren kann. Durch unterschiedlich große Schwallwiderstände an den beiden Vorderrädern kann es außerdem zu Gierstörungen kommen.

[0003] Aus DE 102 42 121 A1 sind ein Verfahren und ein System zur Verbesserung der Fahrzeugstabilität bei kurz bevorstehendem und/oder bereits auftretendem Aquaplaning bekannt. Bei dem Verfahren wird eine Aquaplaningsensorik ausgewertet und festgestellt, ob an einem der Räder des Fahrzeuges Aquaplaning auftritt oder die Gefahr von Aquaplaning besteht. Wenn an einem Rad des Fahrzeuges Aquaplaning auftritt oder die Gefahr von Aquaplaning besteht, wird die Radaufstandskraft dieses Rades erhöht.

[0004] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur verbesserten Stabilisierung eines Fahrzeuges bei Aquaplaning anzugeben.

[0005] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren gelöst, welches die in Anspruch 1 angegebenen Merkmale aufweist.

[0006] Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0007] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Stabilisierung eines Fahrzeuges bei bestehendem oder bevorstehendem Aquaplaning wird ein Sollverhalten des Fahrzeuges bestimmt und ein Giermoment des Fahrzeuges derart erzeugt, dass ein Istverhalten des Fahrzeuges dem Sollverhalten angenähert wird.

[0008] Dabei umfasst das Sollverhalten bevorzugt eine Sollgierrate und/oder einen Sollschwimmwinkel des Fahrzeuges. Dabei bezeichnet der Schwimmwinkel einen Winkel zwischen einer Längsachse und einer momentanen Bewegungsrichtung des Fahrzeuges.

[0009] Durch das an dem Sollverhalten ausgerichtete Giermoment wird das Verhalten des Fahrzeuges bei bestehendem oder bevorstehendem Aquaplaning vorteilhaft stabilisiert. Die Lenkbarkeit des Fahrzeuges wird erhöht, so dass das Fahrzeug auch bei

Aquaplaning lenkbar bleibt. Insbesondere werden Störimpulse kompensiert, die beispielsweise durch einen einseitig wirkenden Schwallwiderstand erzeugt werden. Dadurch kann ein Fahrer des Fahrzeuges bei bestehendem oder bevorstehendem Aquaplaning dem Straßenverlauf folgen und nötigenfalls vorhandenen Hindernissen ausweichen.

[0010] Durch die dadurch erreichte Stabilisierung des Fahrzeuges können außerdem Panik- und Überreaktionen des Fahrers aufgrund instabiler Fahrverhaltens des Fahrzeuges bei Aquaplaning verhindert, reduziert oder kompensiert werden, wodurch die Fahrsicherheit weiter erhöht wird.

[0011] Eine vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass das Giermoment durch Abbremsen eines Hinterrades des Fahrzeuges erzeugt wird.

[0012] Die Abbremsung eines Hinterrades ist vorteilhaft, da die Hinterräder in der Spur der Vorderräder laufen und dadurch bei Aquaplaning weniger stark auf dem Flüssigkeitsfilm aufschwimmen, so dass sie mehr Bodenhaftung als die Vorderräder aufweisen und eine höhere Bremswirkung als die Vorderräder vermitteln können.

[0013] Die Erzeugung eines Giermomentes durch Abbremsen eines Hinterrades hat ferner den Vorteil, dass durch den Bremsingriff das Fahrzeug gleichzeitig verzögert wird. Selbst wenn eine vollständige Stabilisierung des Fahrzeuges nicht mehr möglich ist, werden die Geschwindigkeit und damit auch die Energie des Fahrzeuges abgebaut. Dadurch können wenigstens die Folgen eines Unfalls reduziert werden, wenn der Unfall trotz des Eingriffs nicht mehr zu verhindern ist.

[0014] Ein weiterer Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens liegt darin, dass es mit bereits bekannten Fahrwerktechnologien wie dem ABC-System (ABC = Active Body Control) und Fahrerassistenzsystemen wie dem ESP (ESP = Elektronisches Stabilitätsprogramm bzw. Electronic Stability Program) durchgeführt werden kann. Insbesondere sind somit für ein mit derartigen Systemen ausgestattetes Fahrzeug zur Durchführung des Verfahrens keine zusätzlichen Aktoren erforderlich.

[0015] Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung werden im Folgenden anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf eine Zeichnung beschrieben. Dabei zeigt:

[0016] [Fig. 1](#) in einer Draufsicht ein Fahrzeug in einer Aquaplaningsituation, bei dem ein Hinterrad abgebremst wird.

[0017] [Fig. 1](#) zeigt ein Fahrzeug **1** in einer Aquaplaningsituation, die durch einen Wasserfilm **2** auf der

Fahrbahn entsteht.

[0018] Das Fahrzeug **1** weist geeignete Mittel auf, mittels derer ein bevorstehendes oder bestehendes Aquaplaning, d. h. ein bevorstehendes oder bestehendes Aufschwimmen eines oder mehrerer der Räder **3** bis **6** des Fahrzeuges **1** erkannt wird. Beispielsweise kann dies durch eine Bestimmung und geeignete Auswertung der Radschlüpfte der Räder **3** bis **6** des Fahrzeuges **1** erkannt werden.

[0019] Nachdem ein bevorstehendes oder bestehendes Aquaplaning erkannt wurde, wird eine Sollgierrate des Fahrzeuges **1** in Abhängigkeit von einem Lenkwinkel und einer Fahrgeschwindigkeit des Fahrzeuges **1** bestimmt. Dazu wird beispielsweise ein so genanntes lineares Einspurmodell des Fahrzeuges **1** verwendet.

[0020] Beim linearen Einspurmodell werden die Bewegungen des Fahrzeuges **1** auf ein ebenes Problem reduziert. Wank-, Nick- und Hubbewegungen werden vernachlässigt, so dass als Freiheitsgrade nur noch eine translatorische Bewegung in einer Fahrbahnebene sowie eine Gierbewegung, d. h. eine Rotation des Fahrzeuges **1** um eine auf der Fahrbahnebene senkrecht stehende Achse durch den Schwerpunkt **S** des Fahrzeuges **1** verbleiben. Die beiden Hinterräder **3**, **6** werden dabei als ein einziges Rad in der Mitte der Hinterradachse modelliert und die beiden Vorderräder **4**, **5** werden als ein einziges Rad in der Mitte der Vorderradachse modelliert.

[0021] Die Sollgierrate wird als Führungsgröße für eine Regelung der Gierrate des Fahrzeuges **1** verwendet. Die Gierrate wird dabei mittels eines Giermomentes **M** beeinflusst, das durch ein unterschiedlich starkes Abbremsen der Hinterräder **3**, **6** erzeugt wird. Im Beispiel der [Fig. 1](#) wird nur das rechte Hinterrad **3** abgebremst. Eine dabei auf dieses Hinterrad **3** wirkende Bremskraft **F** erzeugt ein Giermoment **M**, das in der Draufsicht auf das Fahrzeug **1** im Uhrzeigersinn wirkt.

[0022] Das Abbremsen der Hinterräder **3**, **6** wird beispielsweise mittels eines ESP durchgeführt, mittels dessen die Räder **3** bis **6** unabhängig voneinander abgebremst werden können. Im Unterschied zu einem herkömmlichen Bremseingriff mittels eines ESP wird bei dem erfindungsgemäßen Verfahren bevorzugt der Radschlupf am jeweils gebremsten Hinterrad **3**, **6** auf einen Maximalwert begrenzt, damit die Seitenführungskraft dieses Hinterrades **3**, **6** erhalten bleibt. Die Begrenzung des Radschlupfes erfolgt dabei bevorzugt mit Hilfe eines Anti-Blockier-Systems.

[0023] Bei dem Bremseingriff wird dabei ausschließlich ein Umfangskrafteffekt genutzt, um eine Gierreaktion des Fahrzeuges **1** zu erzeugen. Dadurch kann vorteilhaft einerseits eine Trajektorie des

Fahrzeuges **1** gezielt beeinflusst werden, z. B. wenn das Fahrzeug **1** um ein Hindernis geführt werden soll. Zum anderen wird dem Fahrer damit eine Rückmeldung auf seine Lenkreaktionen vermittelt. Dadurch kann verhindert werden, dass der Fahrer die Lenkung weiter zuzieht und das Fahrzeug **1** zu schleudern droht, wenn aufgeschwommene Räder **3** bis **6** wieder Fahrbahnkontakt bekommen.

[0024] Zur Regelung der Gierrate wird eine gemessene Gierrate von der Sollgierrate subtrahiert. Für die resultierende Gierratenabweichung werden ein unterer und ein oberer Schwellwert vorgegeben, durch die ein Regelbereich eingegrenzt wird. Innerhalb dieses Regelbereiches wird folgendermaßen eine normierte Regeldifferenz gebildet:

- Ist die Gierratenabweichung kleiner oder gleich dem unteren Schwellwert, so wird der normierten Regeldifferenz der Wert Null zugewiesen.
- Ist die Gierratenabweichung größer oder gleich dem oberen Schwellwert, so wird der normierten Regeldifferenz der Wert Eins zugewiesen.
- Zwischen dem unteren und dem oberen Schwellwert steigt die normierte Regeldifferenz geeignet, beispielsweise linear, von Null auf Eins an.

[0025] Nach der Normierung wird die Regeldifferenz mit einem Aquaplaningflag multipliziert, das den Wert Eins hat, wenn an mindestens einem Rad **3** bis **6** Aquaplaning erkannt wird, und den Wert Null hat, wenn an keinem Rad **3** bis **6** Aquaplaning erkannt wird.

[0026] Die mit dem Aquaplaningflag multiplizierte normierte Regeldifferenz wird anschließend bevorzugt mit einem PT1-Glied gefiltert. Die daraus resultierende gefilterte Reglerausgangsgröße wird einem Bremsenregler zum Abbremsen der Hinterräder **3**, **6** zugeführt.

[0027] Eine bevorzugte Weitergestaltung des beschriebenen Verfahrens sieht vor, dass während des Abbremsens eines Hinterrades **3**, **6** eine Radaufstandskraft dieses Hinterrades **3**, **6** erhöht wird. Dies hat den Vorteil, dass dadurch die bei Aquaplaning verminderte Bremswirkung des Abbremsens des Hinterrades **3**, **6** erhöht wird.

[0028] Bevorzugt wird die Radaufstandskraft des abgebremsten Hinterrades **3**, **6** dabei durch eine Veränderung der Radlastenverteilung auf die Räder **3**, **6** des Fahrzeuges **1** erhöht.

[0029] Dabei werden bevorzugt die Radlasten des abgebremsten Hinterrades **3**, **6** und eines Vorderrades **4**, **5** gleichzeitig erhöht, wobei dieses Vorderrad **4**, **5** und das abgebremste Hinterrad **3**, **6** auf verschiedenen Seiten des Fahrzeuges **1** liegen. Im Beispiel der [Fig. 1](#) werden also gleichzeitig die Radlasten

ten des rechten Hinterrades **3** und des linken Vorderrades **5** erhöht. Die Summe der Radlasten aller Räder **3** bis **6** bleibt dabei gleich, da sie durch die Gewichtskraft des Fahrzeuges **1** vorgegeben ist. Die gleichzeitige Erhöhung der Radlasten des rechten Hinterrades **3** und des linken Vorderrades **5** hat dabei den Vorteil, dass der Fahrzeugaufbau bei diesem Eingriff in Ruhe bleibt, da die Radlastenänderungen an der Vorderachse und der Hinterachse entgegengesetzt erfolgen.

3	rechtes Hinterrad
4	rechtes Vorderrad
5	linkes Vorderrad
6	linkes Hinterrad
S	Schwerpunkt
M	Giermoment
F	Bremskraft

[0030] Alternativ wird die Radlast an einem Hinterrad **3**, **6** pulsartig erhöht. Dies hat den Vorteil, dass die Radlasten an beiden Hinterrädern **3**, **6** gleichzeitig erhöht werden können.

[0031] Beide Varianten können beispielsweise mittels eines so genannten aktiven Fahrwerkes, beispielsweise eines ABC-Systems, realisiert werden, bei dem die Verteilung der Radlasten durch Stelleingriffe geändert werden kann.

[0032] Beim bekannten ABC-System bestehen die Federbeine der Räder **3** bis **6** beispielsweise jeweils aus einer Stahlfeder und einem parallel geschalteten Dämpfer. Jede der Stahlfedern ist in ihrem oberen Fußpunkt nicht direkt mit dem Fahrzeugaufbau verbunden, sondern zwischen der Stahlfeder und dem Fahrzeugaufbau ist jeweils ein Hydraulikzylinder angeordnet, der als Plunger bezeichnet wird. Über ein angeschlossenes Hochdrucksystem lässt sich ein Öl-volumen im Plunger regeln und damit der Fußpunkt der Stahlfeder und die Radlast des zugehörigen Rades **3** bis **6** verstellen.

[0033] Bei dieser Weitergestaltung des Verfahrens wird die wie oben beschrieben ermittelte resultierende gefilterte Reglerausgangsgröße bevorzugt auch einem Fahrwerksregler, beispielsweise einem ABC-Regler, zur Einstellung der Radlastenverteilung zugeführt.

[0034] Eine alternative oder zusätzliche Weitergestaltung des beschriebenen Verfahrens sieht vor, dass in ähnlicher Weise zusätzlich oder alternativ zur Gierrate ein oder mehrere weitere bzw. andere Parameter geregelt werden, die für eine Charakterisierung des Fahrverhaltens des Fahrzeuges **1** bei Aquaplaning geeignet sind, beispielsweise ein Schwimmwinkel des Fahrzeuges **1**.

Bezugszeichenliste

1	Fahrzeug
2	Wasserfilm

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 10242121 A1 [\[0003\]](#)

Patentansprüche

1. Verfahren zur Stabilisierung eines Fahrzeuges (1) bei bestehendem oder bevorstehendem Aquaplaning, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Sollverhalten des Fahrzeuges (1) bestimmt wird und ein Giermoment (M) des Fahrzeuges (1) derart erzeugt wird, dass ein Istverhalten des Fahrzeuges (1) dem Sollverhalten angenähert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Sollverhalten eine Sollgierrate und/oder einen Sollschwimmwinkel des Fahrzeuges (1) umfasst.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Giermoment (M) durch Abbremsen eines Hinterrades (3, 6) des Fahrzeuges (1) erzeugt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass während des Abbremsens des Hinterrades (3, 6) der Radschlupf dieses Hinterrades (3, 6) auf einen Maximalwert begrenzt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass während des Abbremsens des Hinterrades (3, 6) eine Radaufstandskraft dieses Hinterrades (3, 6) erhöht wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Radaufstandskraft des abgebremsten Hinterrades (3, 6) durch eine Veränderung der Radlastenverteilung auf die Räder (3 bis 6) des Fahrzeuges (1) erhöht wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Radlasten des abgebremsten Hinterrades (3, 6) und eines Vorderrades (4, 5) gleichzeitig erhöht werden, wobei dieses Vorderrad (4, 5) und das abgebremste Hinterrad (3, 6) auf verschiedenen Seiten des Fahrzeuges (1) liegen.

8. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Radlast des abgebremsten Hinterrades (3, 6) pulsartig erhöht wird.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

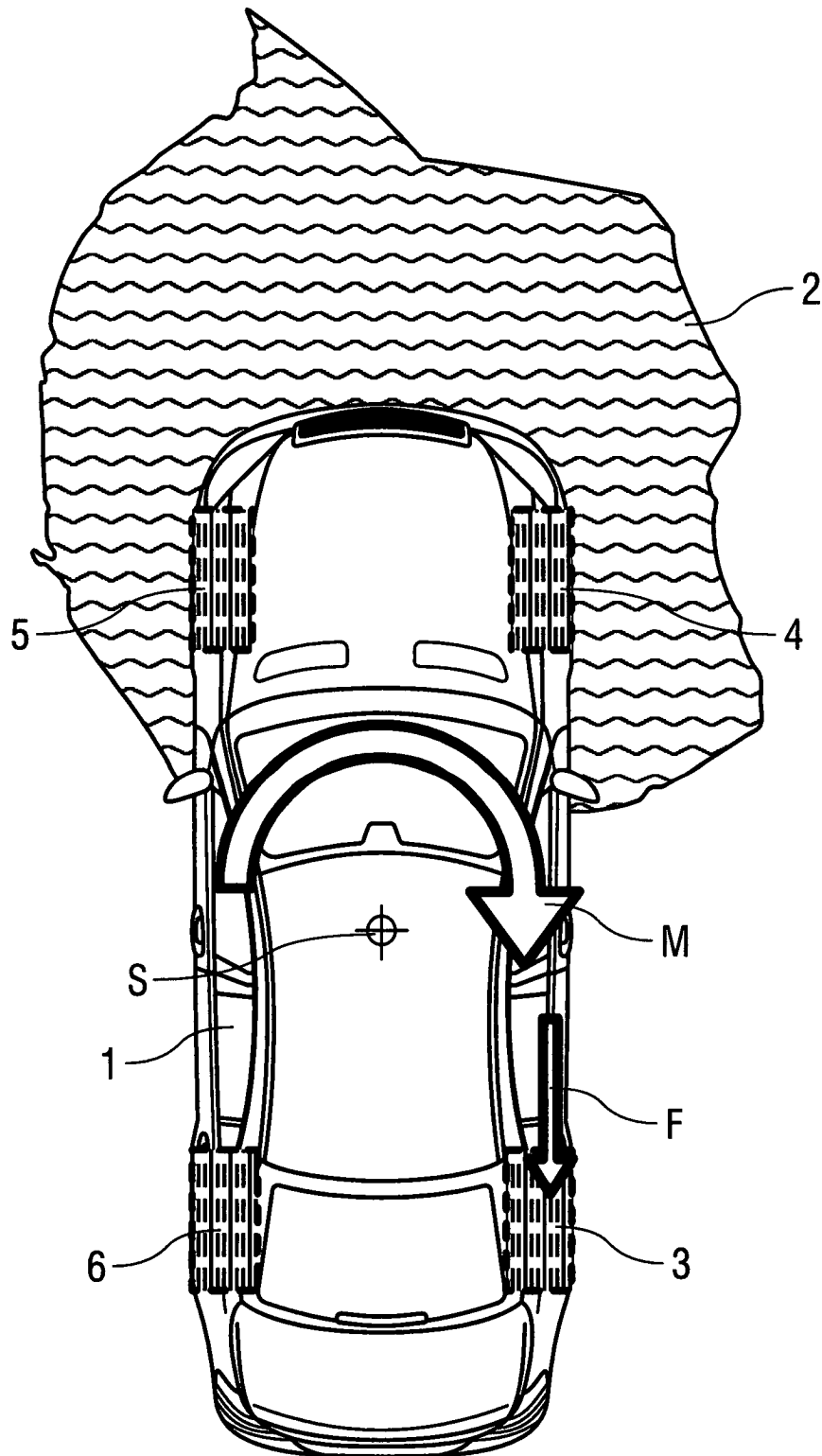


FIG 1