



(10) **DE 10 2012 203 182 A1** 2012.09.06

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2012 203 182.0**

(22) Anmeldetag: **01.03.2012**

(43) Offenlegungstag: **06.09.2012**

(51) Int Cl.: **G08G 1/16 (2012.01)**
B60W 30/08 (2012.01)

(66) Innere Priorität:
10 2011 004 879.0 01.03.2011

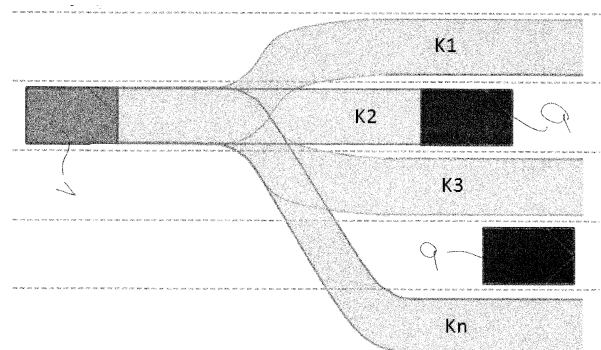
(71) Anmelder:
**Continental Teves AG & Co. OHG, 60488,
Frankfurt, DE**

(72) Erfinder:
**Hartmann, Bernd, 61348, Bad Homburg, DE;
Raste, Thomas, 61440, Oberursel, DE; Lauer,
Peter, 61184, Karben, DE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Sicherheitsvorrichtung für ein Kraftfahrzeug und Verfahren zum Betrieb eines Kraftfahrzeugs**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft eine Sicherheitsvorrichtung für ein Kraftfahrzeug mit mindestens einer Sensoreinheit zum Erfassen der Umfeldbedingungen und zur Ausgabe von Umfelddaten, einer Auswerteeinheit zur Datenfusion der Umfelddaten und einer Auswerteeinheit zur Erkennung von Freiräumen und Objekten, deren Position und Bewegung, sowie mit mindestens einer Sensoreinheit zum Erfassen des Umweltzustandes und zur Ausgabe von Umweltzustandsdaten und einer Auswerteeinheit zur Datenfusion der Umfelddaten mit den Umweltzustandsdaten zur Bestimmung einer Reibwertindikation, sowie mit mindestens einer Sensoreinheit zum Erfassen des Fahrzeugzustandes und zur Ausgabe von Fahrzeugzustandsdaten und einer Auswerteeinheit zur Datenfusion der Fahrzeugzustandsdaten mit Fahrervorgabedaten zur Bestimmung des Fahrzustandes, sowie mit mindestens einer Sensoreinheit zum Erfassen der Fahrervorgaben und zur Ausgabe von Fahrervorgabedaten und einer Auswerteeinheit zur Datenfusion der Fahrervorgabedaten mit den Fahrzeugzustandsdaten zur Bestimmung des Fahrersollkurses. Außerdem betrifft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zum Betrieb eines Kraftfahrzeugs. Die vorliegende Erfindung sieht vor, dass ein Fahrsicherheitskoordinator zur Gewährleistung der operationalen Sicherheit prädiktiv und situativ mindestens einen zulässigen Fahrkorridor ermittelt und die Fahrervorgabe mittels aktiv ansteuerbarer Komponenten auf den Fahrkorridor begrenzt und das Kraftfahrzeug mittels der aktiv ansteuerbaren Komponenten im Fahrkorridor hält.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Sicherheitsvorrichtung für ein Kraftfahrzeug mit mindestens einer Sensoreinheit zum Erfassen der Umfeldbedingungen und zur Ausgabe von Umfelddaten, einer Auswerteeinheit zur Datenfusion der Umfelddaten und einer Auswerteeinheit zur Erkennung von Freiräumen und Objekten, deren Position und Bewegung, sowie mit mindestens einer Sensoreinheit zum Erfassen des Umweltzustandes und zur Ausgabe von Umweltzustandsdaten und einer Auswerteeinheit zur Datenfusion der Umfelddaten mit den Umweltzustandsdaten zur Bestimmung einer Reibwertindikation, sowie mit mindestens einer Sensoreinheit zum Erfassen des Fahrzeugzustandes und zur Ausgabe von Fahrzeugzustandsdaten und einer Auswerteeinheit zur Datenfusion der Fahrzeugzustandsdaten mit Fahrervorgabedaten zur Bestimmung des Fahrzustandes, sowie mit mindestens einer Sensoreinheit zum Erfassen der Fahrervorgaben und zur Ausgabe von Fahrervorgabedaten und einer Auswerteeinheit zur Datenfusion der Fahrervorgabedaten mit den Fahrzeugzustandsdaten zur Bestimmung des Fahrersollkurses.

[0002] Außerdem betrifft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zum Betrieb eines Kraftfahrzeugs.

[0003] Aus der EP 1 735 187 A1 ist eine derartige Sicherheitsvorrichtung und ein Verfahren zur Erhöhung der Sicherheit im Straßenverkehr bekannt. Bei dem vorbekannten System wird beim oder nach einem durch den Fahrer verursachten Lenkeinschlag eines Ausweichmanövers ein unterstützendes Fahrmanöver vorgegeben, wobei die Vorgabe vom Fahrer jederzeit übersteuert werden kann. Bei dem vorbekannten Verfahren wird anhand von Umfeldsignalen ermittelt, ob eine fahrdynamisch kritische Situation bzw. eine bevorstehende Kollision vorliegt. Das Verfahren wird bevorzugt in Notsituationen für Ausweichmanöver eingesetzt.

[0004] Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren einzuführen, das pro-aktiv unter Berücksichtigung der Fahrsituation eine maximale Fahrsicherheit gewährleistet, die den Fahrer in seiner Fahraufgabe bestmöglich unterstützt.

[0005] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren und eine Vorrichtung mit den Merkmalen der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Dabei ist vorgesehen, dass ein Fahrsicherheitskoordinator zur Gewährleistung der operationalen Sicherheit prädiktiv und situativ mindestens einen zulässigen Fahrkorridor ermittelt und die Fahrervorgabe mittels aktiv ansteuerbarer Komponenten auf den Fahrkorridor begrenzt und das Kraftfahrzeug mittels der aktiv ansteuerbaren Komponenten im Fahrkorridor hält. Durch diese Maßnah-

me wird prädiktiv und situativ der Fahrer als auch das Fahrzeug und/oder fahrzeugeigene Systeme vor einem gefährlichen Überschreiten der fahrphysikalischen Grenzen geschützt und damit die aktive Sicherheit im Straßenverkehr wesentlich erhöht. Bei erhöhter Unfallgefahr werden Kollisionen zuverlässig vermieden. Je nach Automatisierungsgrad kann dies mit oder ohne Initialisierung durch den Fahrer geschehen. Der Fahrer soll eine Fahrervorgabe angeben können, dies kann aber systembedingt und situationsbedingt vom regelnden System geändert werden. Ein Beispiel für ein hochautomatisiertes System ist die Landung eines Flugzeuges bei Schlechtwetter mit Hilfe eines Differential GPS-Systems, einer Karte der Landebahn und einer Höhen- und Geschwindigkeitsmessung wobei ein „Autopilot“ die Flugbahn sowie die Flugdynamik in einen Zielkorridor umsetzt und regelt. Ein gering automatisiertes System würde den Piloten lediglich warnen, wenn er den prädierten Zielkorridor verlässt.

[0006] Bei einer vorteilhaften Weiterbildung des Erfindungsgegenstandes ist vorgesehen, dass der Fahrsicherheitskoordinator eine Bewertung der Datenfusion der ermittelten Daten hinsichtlich der Kritikalität der Fahrsituation vornimmt und dazu eingerichtet ist, eine Warnung an den Fahrer und/oder das Umfeld auszugeben.

[0007] Dabei wird die Fläche des zulässigen Fahrkorridors sowohl von räumlich situativen Grenzlinien als auch von fahrphysikalischen Grenzen innerhalb einer prädierten Freifahrfläche aufgespannt. Diese Maßnahme berücksichtigt die situativ notwendige Fläche ebenso wie die fahrphysikalisch notwendige Fläche innerhalb der Freifahrfläche, um mindestens einen Fahrkorridor zu ermitteln.

[0008] In einer vorteilhaften Weiterbildung ist vorgesehen, dass der Fahrsicherheitskoordinator dazu eingerichtet ist, die aktiv ansteuerbaren Komponenten derart anzusteuern, dass eine Gegenkraft am Fahrpedal erzeugt wird oder ein Eingriff in den Antriebsmotor, ein Eingriff in den Antriebsstrang oder ein Bremseneingriff durchgeführt wird, um das Fahrzeug im Fahrkorridor zu halten. Durch diese Maßnahme werden die aktiv ansteuerbaren Komponenten, die man auch als fremdansteuerbare Komponenten bezeichnet, derart angesteuert, dass das Fahrzeug aktiv oder durch Beeinflussung des Fahrers im Fahrkorridor gehalten wird. Dabei ist der Fahrsicherheitskoordinator dazu eingerichtet, die aktiv ansteuerbaren Komponenten derart anzusteuern, dass ein zusätzliches Lenkmoment und/oder ein Zusatzlenkwinkel oder ein radindividueller Bremseneingriff zur Erzeugung eines Giermoments erzeugt wird, um das Fahrzeug im Fahrkorridor zu halten. Der Fahrer kann in einem speziellen Ausführungsbeispiel die auf den Fahrkorridor begrenzende Ansteuerung der aktiv ansteuerbaren Komponenten jederzeit überstimmen.

[0009] Es ist in einer Weiterbildung vorgesehen, dass der Fahrsicherheitskoordinator dazu eingerichtet ist, eine haptische, akustische und/oder optische Warnung an den Fahrer auszugeben. Außerdem sieht eine weitere Weiterbildung vor, dass der Fahrsicherheitskoordinator dazu eingerichtet ist, eine Notbremsung einzuleiten, wenn die zulässigen Fahrkorridore bei hoher Kollisionsgefahr keine Ausweichmöglichkeit vorsehen. Ein Eingriff des Sicherheitskoordinators reicht also von einer Warnung des Fahrers bis zu einem automatisiert oder autonom durchgeführten Fahrmanöver.

[0010] Die Sensoreinheit zum Erfassen der Umfeldbedingungen und zur Ausgabe von Umfelddaten besteht aus einem Radar-, Lidar oder Kamerasystem oder aus einer Kombination der vorgenannten Systeme. Zusätzlich werden in der Sensoreinheit weitere Informationen bei der Erfassung der Umfeldbedingungen und bei der Ausgabe von Umfelddaten berücksichtigt, die mittels Car-to-X-Kommunikation übertragen werden.

[0011] Die mindestens eine Sensoreinheit zum Erfassen des Umweltzustandes wird durch einen Regensensor, ein Thermoelement und/oder durch ein Kamerasystem gebildet.

[0012] Die mindestens eine Sensoreinheit zum Erfassen des Fahrzeugzustandes besteht aus einem Raddrehzahlsensor, einem Querbeschleunigungssensor, einem Längsbeschleunigungssensor und/oder einem Gierratensensor.

[0013] Die mindestens eine Sensoreinheit zum Erfassen der Fahrervorgaben wird durch einen Lenkwinkelsensor, einen Pedalwinkelsensor für das Bremspedal und/oder das Fahrpedal und/oder durch einen Geber der Richtungsanzeige gebildet.

[0014] Alle Auswerteinheiten sind dazu eingerichtet, eine Datenfusion durch Zusammenführung und Vervollständigung lückenhafter Datensätze zur Datenbereinigung durchzuführen.

[0015] Die Aufgabe wird auch durch ein Verfahren mit den Merkmalen des nebengeordneten Patentanspruchs gelöst. Dabei wird ein zulässiger Fahrkorridor unter Berücksichtigung der operationalen Sicherheit prädiktiv und situativ ermittelt und das Kraftfahrzeug wird im Fahrkorridor gehalten, indem die Fahrervorgabe mittels aktiv ansteuerbarer Komponenten auf den Fahrkorridor begrenzt wird.

[0016] Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels im Zusammenhang mit der beiliegenden Zeichnung näher erläutert. In der Zeichnung zeigt:

[0017] [Fig. 1](#) eine schematische Darstellung eines Fahrzeugs mit einer Umfeldsensorik zum Erfassen von Objekten im Umfeld des Fahrzeugs;

[0018] [Fig. 2](#) eine schematische Darstellung eines Fahrerassistenzsystems;

[0019] [Fig. 3](#) eine Block-Darstellung der erfindungsgemäßen Sicherheitsvorrichtung;

[0020] [Fig. 4a, b](#) eine schematische Darstellung zulässiger Fahrkorridore;

[0021] [Fig. 5](#) eine graphische Gegenüberstellung von Querbeschleunigung und Giermoment des Kraftfahrzeugs und

[0022] [Fig. 6](#) eine Darstellung der Längs- und Querkräfte eines Fahrzeugreifens.

[0023] Im Sinne der vorliegenden Erfindung steht „Lenkrad“ stellvertretend für alle denkbaren Mensch-Maschine-Schnittstellen, die der Fahrzeugführer im Sinne eines Lenken und Steuern des Kraftfahrzeugs bedienen kann, wie beispielsweise Schaltereingaben, ein Joystick oder ein Touchpad sowie auch von extern übermittelte Stell-Kommandos.

[0024] Im Folgenden wird zunächst allgemein anhand von [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) eine Sicherheitsvorrichtung für Kraftfahrzeuge erläutert und anhand der [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) ein Ausführungsbeispiel der Erfindung näher erläutert.

[0025] In [Fig. 1](#) ist beispielhaft ein vierrädriges, zweiachsiges Fahrzeug **1** dargestellt, das über eine Umfeldsensorik **2** verfügt, mit der Objekte **O** im Umfeld des Fahrzeugs erfasst werden können, bei denen es sich insbesondere um weitere Kraftfahrzeuge handelt, die sich in derselben oder einer benachbarten Fahrspur seitlich und/oder vor dem Fahrzeug **1** bewegen. Als Objekte **O** kommen aber auch statische oder nahezu statische Objekte wie beispielsweise Bäume, Fußgänger oder Fahrbahnbegrenzungen in Frage. Beispielhaft wird eine Umfeldsensorik **2** mit einem Erfassungsbereich **3** gezeigt, der einen Raumwinkel vor, neben oder hinter dem Fahrzeug **1** umfasst, in dem beispielhaft ein Objekt **O** dargestellt ist. Bei der Umfeldsensorik **2** handelt es sich beispielsweise um einen LIDAR-Sensor (Light Detection and Ranging) der dem Fachmann an sich bekannt ist. Ebenfalls sind jedoch auch andere Umfeldsensoren wie Radarsensoren oder optische Kamerasysteme einsetzbar. Darüber hinaus kann die Information um das Umfeld mittels der sogenannten Car-to-X-Kommunikation ermittelt werden. Darunter versteht man die Übertragung von Umfeldinformationen von anderen Fahrzeugen oder von anderen Erfassungspunkten an das Fahrzeug **1**. Die Umfeldsensorik **2** misst die Abstände d zu den erfassten Punkten eines Ob-

jekts sowie die Winkel φ zwischen den Verbindungsgeraden zu diesen Punkten und der Mittellängsachse des Fahrzeugs, wie dies in **Fig. 1** beispielhaft für einen Punkt P des Objekts O veranschaulicht ist. Die dem Fahrzeug 1 zugewandten Fronten der erfassten Objekte setzen sich aus mehreren erfassten Punkten zusammen, zu der die Sensorsignale übermittelt werden, die Korrelationen zwischen Punkten und der Form eines Objekts herstellt und einen Bezugspunkt für das Objekt O bestimmt. Als Bezugspunkt kann dabei beispielsweise der Mittelpunkt des Objekts O bzw. der Mittelpunkt der erfassten Punkte des Objekts gewählt werden. Die Geschwindigkeiten der detektierten Punkte und damit die Geschwindigkeit der erfassten Objekte können im Gegensatz zu einem Radar-Sensor (Doppler-Effekt) mittels des LIDAR-Umfeldsensors 2 nicht direkt gemessen werden. Sie werden aus der Differenz zwischen den in aufeinander folgenden Zeitschritten gemessenen Abständen in einer taktweise arbeitenden Objekterkennungseinheit 21 berechnet. In ähnlicher Weise kann grundsätzlich auch die Beschleunigung der Objekte durch zweimaliges Ableiten ihrer Positionen bestimmt werden.

[0026] **Fig. 2** zeigt eine schematische Darstellung eines Fahrerassistenzsystems, dessen Bestandteile mit Ausnahme von Sensoren, Aktuatoren und sonstiger Hardware vorzugsweise als Softwaremodule ausgeführt sind, die innerhalb des Fahrzeugs 1 mittels eines Mikroprozessors ausgeführt werden. Wie in **Fig. 2** gezeigt, werden die Objektdaten in Form von elektronischen Signalen innerhalb des schematisch dargestellten Fahrerassistenzsystems an eine Entscheidungseinrichtung 22 übermittelt. In der Entscheidungseinrichtung 22 wird in Block 23 anhand der Informationen über das Objekt O eine Objekttrajektorie bestimmt. Ferner wird eine Bewegungstrajektorie T des Fahrzeugs 1 in Block 24 anhand von Informationen über den fahrdynamischen Zustand des Fahrzeugs 1 ermittelt, die mit Hilfe von weiteren Fahrzeugsensoren 25 bestimmt werden. Insbesondere werden dabei die beispielsweise mit Hilfe von Raddrehzahlsensoren ermittelbare Fahrzeuggeschwindigkeit, der mittels eines Lenkwinkelsensors gemessene Lenkwinkel δ an den lenkbaren Rädern des Fahrzeugs 1, die Gierrate und/oder die Querschleunigung des Fahrzeugs 1, die mittels entsprechender Sensoren gemessen werden, herangezogen. Darüber hinaus ist es möglich, aus den mit den Fahrzeugsensoren 25 gemessenen fahrdynamischen Zuständen des Fahrzeugs modellbasierte Größen zu berechnen bzw. zu schätzen. Ein Hinweis auf den Reibwert zwischen den Reifen des Fahrzeugs 1 und der Fahrbahn wird dabei ebenfalls aus den Fahrzeugsensoren oder aus dem Fahrbahnzustand gewonnen. Diese Reibwertindikation wird insbesondere durch das Bremsenregelsystem ermittelt. Dann wird in der Entscheidungseinrichtung 22 innerhalb des Blocks 26 überprüft, ob sich das Kraftfahrzeug 1 auf einem Kollisionskurs mit einem der erfassten

Objekte O befindet. Falls ein derartiger Kollisionskurs festgestellt wird und die ebenfalls in der Entscheidungseinrichtung 22 ermittelte Kollisionszeit, d.h. die Zeitdauer bis zu der ermittelten Kollision mit dem Objekt O, einen bestimmten Wert unterschreitet, wird ein Auslösesignal an eine Bahnvorgabeeinrichtung 27 übermittelt. Das Auslösesignal führt dazu, dass zunächst innerhalb der Bahnvorgabeeinrichtung eine Ausweichbahn, d.h. eine Bewegungstrajektorie T, berechnet wird. Dann wird aufgrund der ermittelten Ausweichbahn bzw. Bewegungstrajektorie T ein Startpunkt für das Ausweichmanöver bestimmt, an dem das Ausweichmanöver gestartet werden muss, um dem Objekt O gerade noch ausweichen zu können. Diese Schritte werden vorzugsweise in Zeitschritten wiederholt, bis keine Kollisionsgefahr aufgrund von Kursänderungen des Objekts O oder des Fahrzeugs 1 mehr besteht oder bis das Fahrzeug 1 den Startpunkt für ein Ausweichmanöver erreicht. Ist dies der Fall, werden die Ausweichbahn oder diese Bahn repräsentierende Parameter an eine Lenkungs-aktuatorsteuerung 28 übermittelt.

[0027] In **Fig. 3** ist der schematische Aufbau der erfindungsgemäßen Sicherheitsvorrichtung dargestellt. Der Gedanke ist dabei die Vernetzung der verschiedenen Sensoreinheiten 2, 20, 30, 40. Mit den zur Verfügung stehenden Daten aus den Sensoreinheiten 2, 20, 30, 40 wird eine Datenfusion durchgeführt. Als Datenfusion bezeichnet man die Zusammenführung und Vervollständigung lückenhafter Datensätze zur Datenbereinigung. Dabei müssen mehrere zum Teil unvollständige Datensätze miteinander kombiniert werden, um ein vollständiges Bild des Umfelds zu erhalten. Bevor die Datenfusion der Datensätze zweier Sensoreinheiten 2, 20, 30, 40 möglich ist, müssen sie auf ein gemeinsames Datenschema gebracht werden. Dieser Vorgang wird auch Datenschema-Integration genannt. Durch diese Datenfusion ist es möglich, Informationen zum Umfeld des Kraftfahrzeugs 1 zu gewinnen, die eine bessere Qualität aufweisen. Eine bessere Datenqualität steht dabei für eine exaktere und schnellere Berechnung der zulässigen Fahrkorridore K1, K2, K3, K4 bis Kn. Wie nachfolgend noch näher erläutert wird, findet eine Datenfusion ebenfalls statt, um verbesserte Informationen zum Umweltzustand, zum Fahrzeugzustand und für die Fahrervorgabedaten zu erhalten.

[0028] Zum Erfassen der Umfeldbedingungen dient mindestens eine Sensoreinheit 2. Diese sogenannte Umfeldsensorik 2 wird wie bereits erwähnt aus einem Radar-, Lidar- oder einem Videokamera-System gebildet oder aus einer Kombination der genannten Systeme. Die mit Hilfe mindestens einer dieser Sensoreinheit 2 erhaltenen Informationen werden mit Karteninformationen, GPS-Daten und Informationen, die mit Hilfe einer Car-to-X-Kommunikation erhalten werden, innerhalb einer Auswerteeinheit 4 zur Datenfusion der Umfelddaten im Sinne einer Datenfusion

miteinander kombiniert. Nach der Datenfusion erfolgt eine Auswertung der verbesserten Umfelddaten zur Erkennung von Objekten O. Die Position und Bewegung des Objekts O wird an einen Fahrsicherheitskoordinator **6** übermittelt. Dieser Fahrsicherheitskoordinator **6** ermittelt aufgrund fahrphysikalischer Grenzwerte unter Einbeziehung der Umfelddaten mindestens einen zulässigen Fahrkorridor K1, K2, K3, K4 bis Kn und gewährleistet damit die operationale Sicherheit des Fahrzeugs **1** prädiktiv und situativ. Die zulässigen Fahrkorridore K1, K2, K3, K4 bis Kn werden nachfolgend anhand von **Fig. 4** näher erläutert.

[0029] Wie **Fig. 3** weiter entnehmbar ist, dient mindestens eine weitere Sensoreinheit **20** der Erfassung des Umweltzustandes. Diese mindestens eine Sensoreinheit **20** zur Erfassung des Umweltzustandes wird durch einen Regensensor, ein Thermoelement und/oder durch ein Kamerasystem gebildet. Unter Berücksichtigung der Reifenkennlinie der verwendeten Fahrzeugreifen wird aus den ermittelten Umweltzustandsdaten eine Datenfusion in der Auswerteeinheit **24** durchgeführt und im Schritt **25** wird aus den bereinigten Umweltzustandsdaten eine Reibwertindikation zwischen Reifen und Fahrbahn ermittelt. Diese Ermittlung der Reibwertindikation erfolgt beispielsweise auf Grund der Kenntnis des Fahrbahnzustands. Diese ermittelte Reibwertindikation wird ebenfalls an den Fahrsicherheitskoordinator **6** weiter geleitet.

[0030] Eine weitere mindestens eine Sensoreinheit **30** dient zum Erfassen eines Fahrzeugzustandes. Diese mindestens eine Sensoreinheit **30** zur Fahrzeugzustandserfassung ist aus einem Raddrehzahlsensor, einem Querbeschleunigungssensor, einem Längsbeschleunigungssensor oder einem Gieratensensor gebildet. Eine Kombination der genannten Sensoren ist ebenfalls möglich. Die Sensoreinheit **30** zur Fahrzeugzustandserfassung wird auch Fahrzeugzustandsbeobachter genannt. In einer diesem Fahrzeugzustandsbeobachter zugeordneten Auswerteeinheit **34** werden die Fahrzeugzustandsdaten mit der ermittelten Reibwertindikation im Sinne einer Datenfusion kombiniert. Durch diese Maßnahme wird im Schritt **35** der Fahrzeugzustand berechnet und an den Fahrsicherheitskoordinator **6** ausgegeben.

[0031] Wie **Fig. 3** weiter offenbart ist mindestens eine weitere Sensoreinheit **40** zum Erfassen der Fahrervorgaben und zur Ausgabe von Fahrervorgabedaten vorgesehen. Diese mindestens eine Sensoreinheit **40** zum Erfassen der Fahrervorgaben wird durch einen Lenkwinkelsensor, einen Pedalwinkelsensor für das Bremspedal und/oder das Fahrpedal und/oder durch einen Geber der Richtungsanzeige gebildet. Der Geber der Richtungsanzeige wird umgangssprachlich auch als Blinker bezeichnet. Die Information beinhaltet, ob der Fahrer nach links oder

rechts abbiegen will. Der zugeordneten Auswerteeinheit **44** werden die eben ermittelten Fahrzeugzustandsdaten zugeführt und aus diesen gemeinsam mit den Fahrervorgabedaten eine Datenfusion durchgeführt. Da die Datenfusion durch Zusammenführung und Vervollständigung lückenhafter Datensätze eine Datenbereinigung bewirkt, wird im Schritt **45** ein präziser Fahrersollkurs berechnet und an den Fahrsicherheitskoordinator **6** ausgegeben.

[0032] Dem Fahrsicherheitskoordinator **6** werden somit die Position und Bewegung des Objekts O sowie die ermittelte Reibwertindikation übermittelt. Zudem erhält der Fahrsicherheitskoordinator **6** den Fahrzeugzustand und den Fahrersollkurs. Aus diesen Daten wird ein zulässiger Fahrkorridor K1, K2, K3, K4 bis Kn ermittelt. Zu Verdeutlichung der zulässigen Fahrkorridore K1, K2, K3 zeigt **Fig. 4a** das eigene Fahrzeug **1** und das in Fahrtrichtung befindliche Objekt O. Die in diesem Beispiel gezeigten Fahrkorridore K1, K3 sind situativ und prädiktiv ermittelt und befinden sich innerhalb der prädizierten Freifahrfläche links und rechts am Objekt O vorbei. Der Korridor K2 bezeichnet eine Fläche vor dem Objekt O ohne Ausweichbahn, wenn eine Notbremsung ausreicht, um eine Kollision mit dem Objekt O zu vermeiden. Das heißt, der Fahrsicherheitskoordinator **6** leitet eine Notbremsung ein, wenn die zulässigen Fahrkorridore K1 und K3, Kn bei hoher Kollisionsgefahr keine Ausweichmöglichkeit vorsehen. In diesem Fall wird der Fahrkorridor K2 als Bremsweg vorgesehen.

[0033] In **Fig. 4b** ist beispielhaft eine andere Fahrsituation dargestellt. In Fahrtrichtung des eigenen Fahrzeugs **1** ist kein Objekt O. Vielmehr handelt es sich um die prädizierte Freifahrfläche um eine Kurvendurchfahrt und der zulässige Korridor K4 wird innerhalb der prädizierten Freifahrfläche aufgespannt. Damit wird deutlich, dass das vorliegende Verfahren und die vorliegende Sicherheitsvorrichtung nicht ausschließlich auf Notsituationen wie bevorstehende Kollisionen begrenzt ist, sondern vielmehr auch in normalerweise ungefährlichen Fahrsituationen eingesetzt wird, um eben genau diese Notsituationen möglichst auf ein Minimum zu beschränken und den Fahrer in seiner Fahraufgabe zu unterstützen.

[0034] Um das Fahrzeug **1** nun in den zulässigen Fahrkorridoren K1, K2, K3, K4 bis Kn zu halten, wird anhand von **Fig. 3** näher erläutert, wie der Fahrsicherheitskoordinator **6** arbeitet. Wie bereits erwähnt werden dem Fahrsicherheitskoordinator **6** Position und Bewegung des Objekts bzw. der Objekte O und die ermittelte Reibwertindikation übermittelt. Außerdem erhält der Fahrsicherheitskoordinator **6** den Fahrzeugzustand und den Fahrersollkurs. Aus diesen Daten wird ein zulässiger Fahrkorridor K1, K2, K3, K4 bis Kn ermittelt und eine Sollkursberechnung des eigenen Fahrzeugs **1** vorgenommen. Um das Fahrzeug **1** in dem zulässigen Korridor K1, K2, K3,

K4 bis Kn zu halten, werden aktive Komponenten **9** derart angesteuert, dass die Fahrervorgabe auf den verfügbaren Korridor K1, K2, K3, K4 bis Kn begrenzt wird. Diese aktiv ansteuerbaren Komponenten **9** befinden sich im Chassis, Antrieb oder in einer Mensch-Maschinen-Schnittstelle, wie Bremspedal, Antriebsmotor, Lenkung, Getriebe, Dämpfer, Stabilisator oder Richtungsanzeiger. Konkret steuert der Fahrsicherheitskoordinator **6** die aktiv ansteuerbaren Komponenten **9** derart an, dass eine Gegenkraft am Fahrpedal erzeugt wird oder ein Eingriff in den Antriebsmotor, ein Eingriff in den Antriebsstrang oder ein Bremsengriff durchgeführt wird, um das Fahrzeug im Fahrkorridor K1, K2, K3, K4 bis Kn zu halten. Alternativ oder zusätzlich werden die aktiv ansteuerbaren Komponenten **9** derart angesteuert, dass ein zusätzliches Lenkmoment und/oder ein Zusatzlenkwinkel oder ein radindividueller Bremsengriff zur Erzeugung eines Giermoments erzeugt wird. Diese Ansteuerung ist ebenfalls geeignet, um das Fahrzeug im Fahrkorridor K1, K2, K3, K4 bis Kn zu halten. In einer besonderen Ausführungsform ist jede Maßnahme vom Fahrer überstimmbare, sodass der Fahrer die Gewalt über sein Fahrzeug **1** behält.

[0035] Wie **Fig. 3** weiter entnehmbar ist bewertet der Fahrsicherheitskoordinator **6** die ermittelten Daten hinsichtlich der Kritikalität der Fahrsituation und gibt ggf. eine Warnung an den Fahrer und/oder das Umfeld aus. Diese Umfeldwarnung **8** kann optisch, akustisch oder mit Hilfe einer Car-to-X-Kommunikation erfolgen. Mittels der Car-to-X-Kommunikation kann die Umfeldwarnung **8** sowohl an die Infrastruktur als auch an andere Fahrzeuge ausgegeben werden. Die Warnung an den Fahrer erfolgt über eine Mensch-Maschinen-Schnittstelle **7**, auch Human-Machine-Interface, kurz HMI, genannt. Die Warnung an den Fahrer kann haptisch, akustisch oder optisch erfolgen. Dazu sind alle ansteuerbaren Komponenten der Mensch-Maschinen-Schnittstelle **7** geeignet, wie eine Gegenkraft am Fahrpedal oder ein Vibrieren des Lenkrads. Warnlampen und akustische Warntöne sind ebenfalls geeignet eine Warnung an den Fahrzeugführer auszugeben.

[0036] **Fig. 5** zeigt das Giermoment über der Längsbeschleunigung g . Bei konstantem Lenkwinkel δ und konstantem Schwimmwinkel β die physikalische Grenze **10** und den zulässigen Bereich **11**. Die Fahrkorridore werden stets innerhalb der physikalischen Grenze **10** und auch innerhalb des zulässigen Bereichs **11** aufgespannt. Die physikalische Grenze **10** wird auch in **Fig. 6** verdeutlicht: Die Reibungskräfte F_x , F_y des Reifens in Längs- und Querrichtung weisen eine physikalische Grenze auf, über der der Reifen nicht mehr auf der Fahrbahn haftet. Das Fahrzeug hat keinen ausreichenden Kontakt mehr zur Fahrbahn und der Fahrer kann leicht die Kontrolle über das Fahrzeug verlieren. Innerhalb der physikalischen

Grenze **10** sind mehrere zulässige Varianten **11** dargestellt.

[0037] Die genannten Auswerteeinheiten **4**, **5**, **24**, **25**, **34**, **35**, **44**, **45** können auch lediglich als Softwarebausteine oder Ablaufschritte eines Verfahrens innerhalb einer gemeinsamen Auswerteeinheit ausgebildet sein.

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

- EP 1735187 A1 [[0003](#)]

Patentansprüche

1. Sicherheitsvorrichtung für ein Kraftfahrzeug (1) mit mindestens einer Sensoreinheit (2) zum Erfassen der Umfeldbedingungen und zur Ausgabe von Umfelddaten, einer Auswerteeinheit (4) zur Datenfusion der Umfelddaten und einer Auswerteeinheit (5) zur Erkennung von Freiräumen und Objekten (O), deren Position und Bewegung, sowie mit mindestens einer Sensoreinheit (20) zum Erfassen des Umweltzustandes und zur Ausgabe von Umweltzustandsdaten und einer Auswerteeinheit (24) zur Datenfusion der Umfelddaten mit den Umweltzustandsdaten zur Bestimmung einer Reibwertindikation, sowie mit mindestens einer Sensoreinheit (30) zum Erfassen des Fahrzeugzustandes und zur Ausgabe von Fahrzeugzustandsdaten und einer Auswerteeinheit (34) zur Datenfusion der Fahrzeugzustandsdaten mit der Reibwertindikation und den Fahrervorgabedaten zur Bestimmung des Fahrzustandes, sowie mit mindestens einer Sensoreinheit (40) zum Erfassen der Fahrervorgaben und zur Ausgabe von Fahrervorgabedaten und einer Auswerteeinheit (44) zur Datenfusion der Fahrervorgabedaten mit den Fahrzeugzustandsdaten zur Bestimmung des Fahrersollkurses, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Fahrsicherheitskoordinator (6) zur Gewährleistung der operationalen Sicherheit prädiktiv und situativ mindestens einen zulässigen Fahrkorridor (K1, K2, K3, K4 bis Kn) ermittelt und die Fahrervorgabe mittels aktiv ansteuerbarer Komponenten (9) auf den Fahrkorridor (K1, K2, K3, K4 bis Kn) begrenzt und das Kraftfahrzeug (1) mittels der aktiv ansteuerbaren Komponenten (9) im Fahrkorridor (K1, K2, K3, K4 bis Kn) hält.

2. Sicherheitsvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Fahrsicherheitskoordinator (6) eine Bewertung der Datenfusion der ermittelten Daten hinsichtlich der Kritikalität der Fahrsituation vornimmt und dazu eingerichtet ist, eine Warnung an den Fahrer und/oder das Umfeld auszugeben.

3. Sicherheitsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Fläche des zulässigen Fahrkorridors (K1, K2, K3, K4 bis Kn) sowohl von räumlich situativen Grenzlinien als auch von fahrphysikalischen Grenzen innerhalb einer prädizierten Freifahrfläche aufgespannt wird.

4. Sicherheitsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Fahrsicherheitskoordinator (6) dazu eingerichtet ist, die aktiv ansteuerbaren Komponenten (9) derart anzusteuern, dass eine Gegenkraft am Fahrpedal erzeugt wird oder ein Eingriff in den Antriebsmotor, ein Eingriff in den Antriebsstrang oder ein

Bremseingriff durchgeführt wird, um das Fahrzeug im Fahrkorridor (K1, K2, K3, K4 bis Kn) zu halten.

5. Sicherheitsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Fahrsicherheitskoordinator (6) dazu eingerichtet ist, die aktiv ansteuerbaren Komponenten (9) derart anzusteuern, dass ein zusätzliches Lenkmoment und/oder ein Zusatzlenkwinkel oder ein radindividueller Bremsingriff zur Erzeugung eines Giermoments erzeugt wird, um das Fahrzeug im Fahrkorridor (K1, K2, K3, K4 bis Kn) zu halten.

6. Sicherheitsvorrichtung nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Fahrer die auf den Fahrkorridor (K1, K2, K3, K4 bis Kn) begrenzende Ansteuerung der aktiv ansteuerbaren Komponenten (9) jederzeit überstimmen kann.

7. Sicherheitsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Fahrsicherheitskoordinator (6) dazu eingerichtet ist, eine haptische, akustische und/oder optische Warnung an den Fahrer auszugeben.

8. Sicherheitsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Fahrsicherheitskoordinator (6) dazu eingerichtet ist, eine Notbremsung einzuleiten, wenn die zulässigen Fahrkorridore (K1, K2, K3, K4 bis Kn) bei hoher Kollisionsgefahr keine Ausweichmöglichkeit vorsehen.

9. Sicherheitsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Fahrmanöver automatisiert oder autonom durchgeführt wird.

10. Sicherheitsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine Sensoreinheit (2) zum Erfassen der Umfeldbedingungen und zur Ausgabe von Umfelddaten aus einem Radar-, Lidar- und/oder Kamerasystem besteht.

11. Sicherheitsvorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine Sensoreinheit (2) weitere Informationen, die mittels Car-to-X-Kommunikation übertragen werden, bei der Erfassung der Umfeldbedingungen und bei der Ausgabe von Umfelddaten berücksichtigt.

12. Sicherheitsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine Sensoreinheit (20) zum Erfassen des Umweltzustandes durch einen Regensensor, ein Thermoelement und/oder durch ein Kamerasystem gebildet wird.

13. Sicherheitsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine Sensoreinheit (**30**) zum Erfassen des Fahrzeugzustandes aus einem Raddrehzahlsensor, einem Querschleunigungssensor, einem Längsbeschleunigungssensor und/oder einem Gierratensensor besteht.

14. Sicherheitsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine Sensoreinheit (**40**) zum Erfassen der Fahrervorgaben durch einen Lenkwinkelsensor, einen Pedalwinkelsensor für das Bremspedal und/oder das Fahrpedal und/oder durch einen Geber der Richtungsanzeige gebildet wird.

15. Sicherheitsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteinheiten (**4**, **24**, **34**, **44**) dazu eingerichtet sind, eine Datenfusion durch Zusammenführung und Vervollständigung lückenhafter Datensätze zur Datenbereinigung durchzuführen.

16. Verfahren zum Betrieb eines Kraftfahrzeugs (**1**) mit mindestens einer Sensoreinheit (**2**) zum Erfassen der Umfeldbedingungen und zur Ausgabe von Umfelddaten, einer Auswerteeinheit (**4**) zur Datenfusion der Umfelddaten und einer Auswerteeinheit (**5**) zur Erkennung von Freiräumen und Objekten (O), deren Position und Bewegung, sowie mit mindestens einer Sensoreinheit (**20**) zum Erfassen des Umweltzustandes und zur Ausgabe von Umweltzustandsdaten und einer Auswerteeinheit (**24**) zur Datenfusion der Umfelddaten mit den Umweltzustandsdaten zur Bestimmung einer Reibwertindikation, sowie mit mindestens einer Sensoreinheit (**30**) zum Erfassen des Fahrzeugzustandes und zur Ausgabe von Fahrzeugzustandsdaten und einer Auswerteeinheit (**34**) zur Datenfusion der Fahrzeugzustandsdaten mit der Reibwertindikation und der Fahrervorgabedaten zur Bestimmung des Fahrzustandes, sowie mit mindestens einer Sensoreinheit (**40**) zum Erfassen der Fahrervorgaben und zur Ausgabe von Fahrervorgabedaten und einer Auswerteeinheit (**44**) zur Datenfusion der Fahrervorgabedaten mit den Fahrzeugzustandsdaten zur Bestimmung des Fahrersollkurses, dadurch gekennzeichnet, dass ein zulässiger Fahrkorridor (K1, K2, K3, K4 bis Kn) unter Berücksichtigung der operationalen Sicherheit prädiktiv und situativ ermittelt wird und das Kraftfahrzeug (**1**) im Fahrkorridor (K1, K2, K3, K4 bis Kn) gehalten wird, indem die Fahrervorgabe mittels aktiv ansteuerbarer Komponenten (**9**) auf den Fahrkorridor (K1, K2, K3, K4 bis Kn) begrenzt wird.

Es folgen 7 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

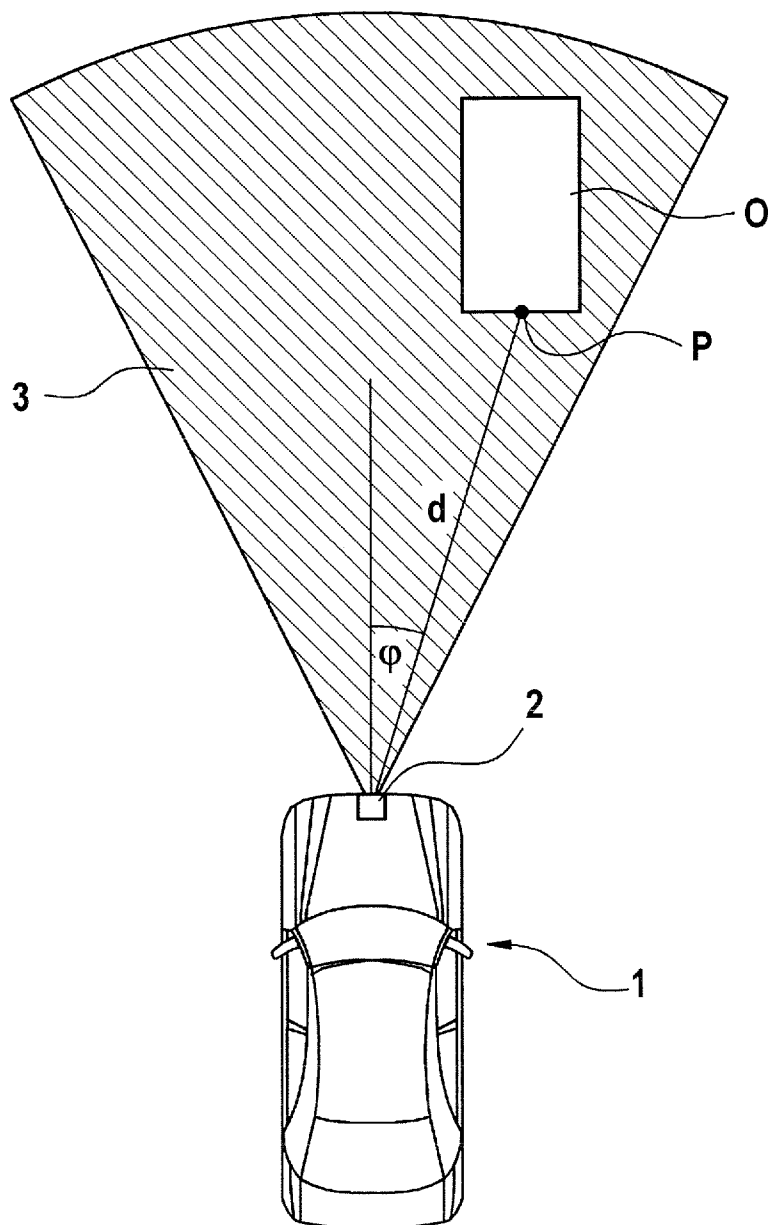


Fig. 1

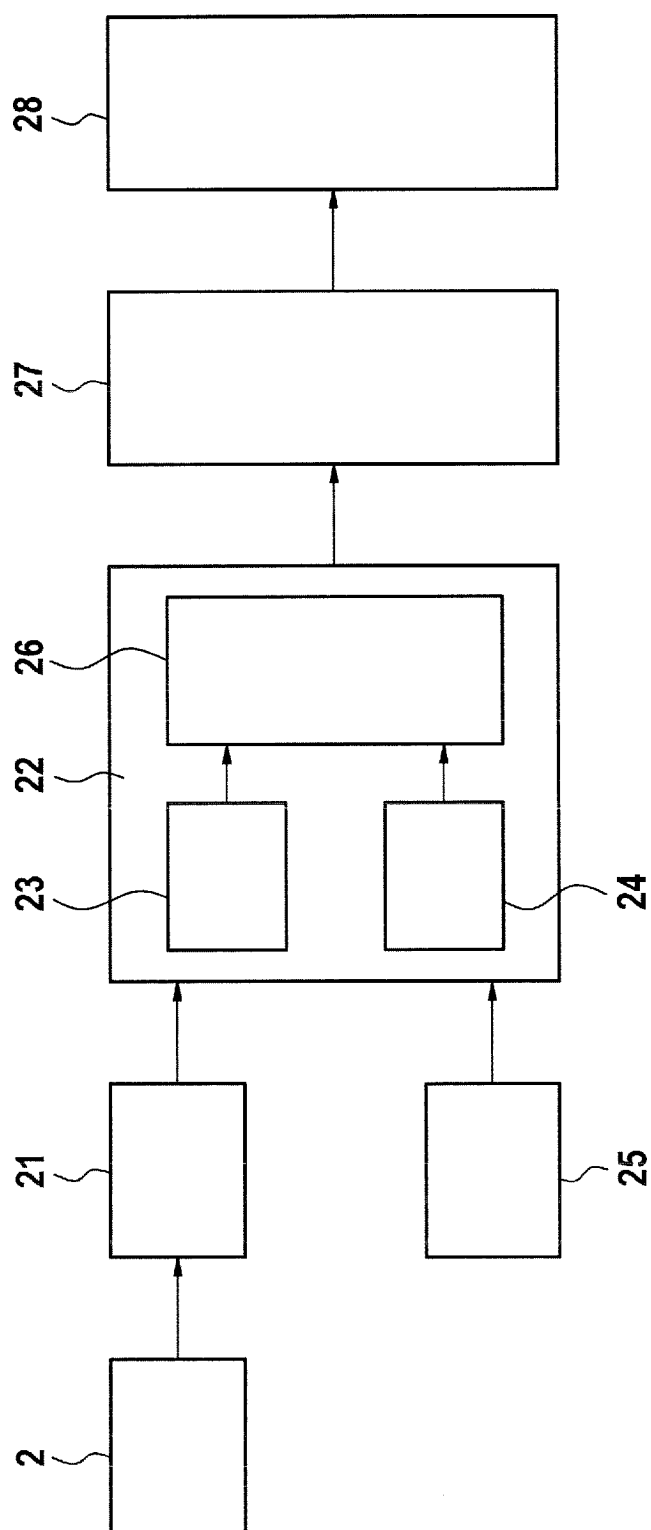


Fig. 2

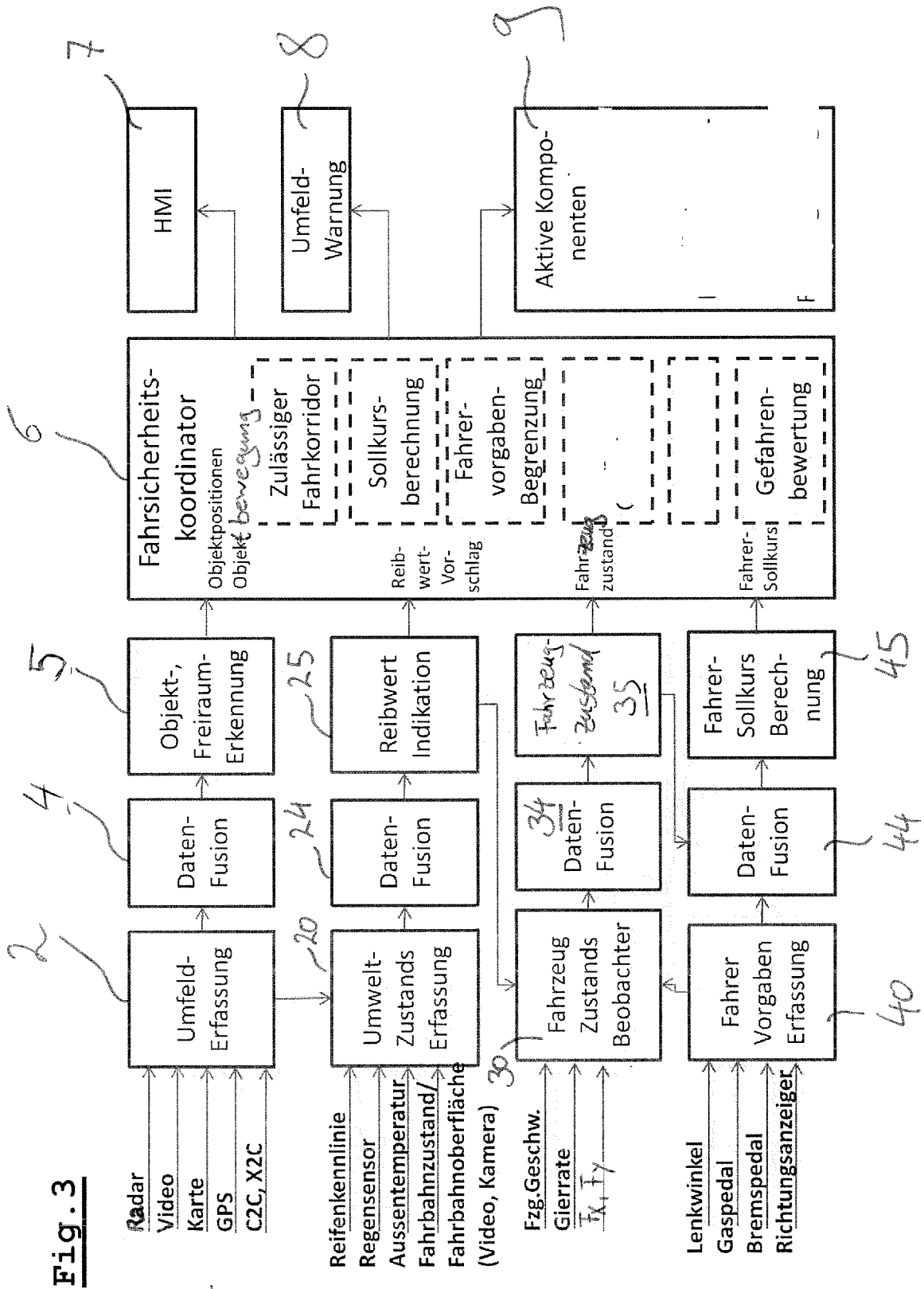


Fig 4a)

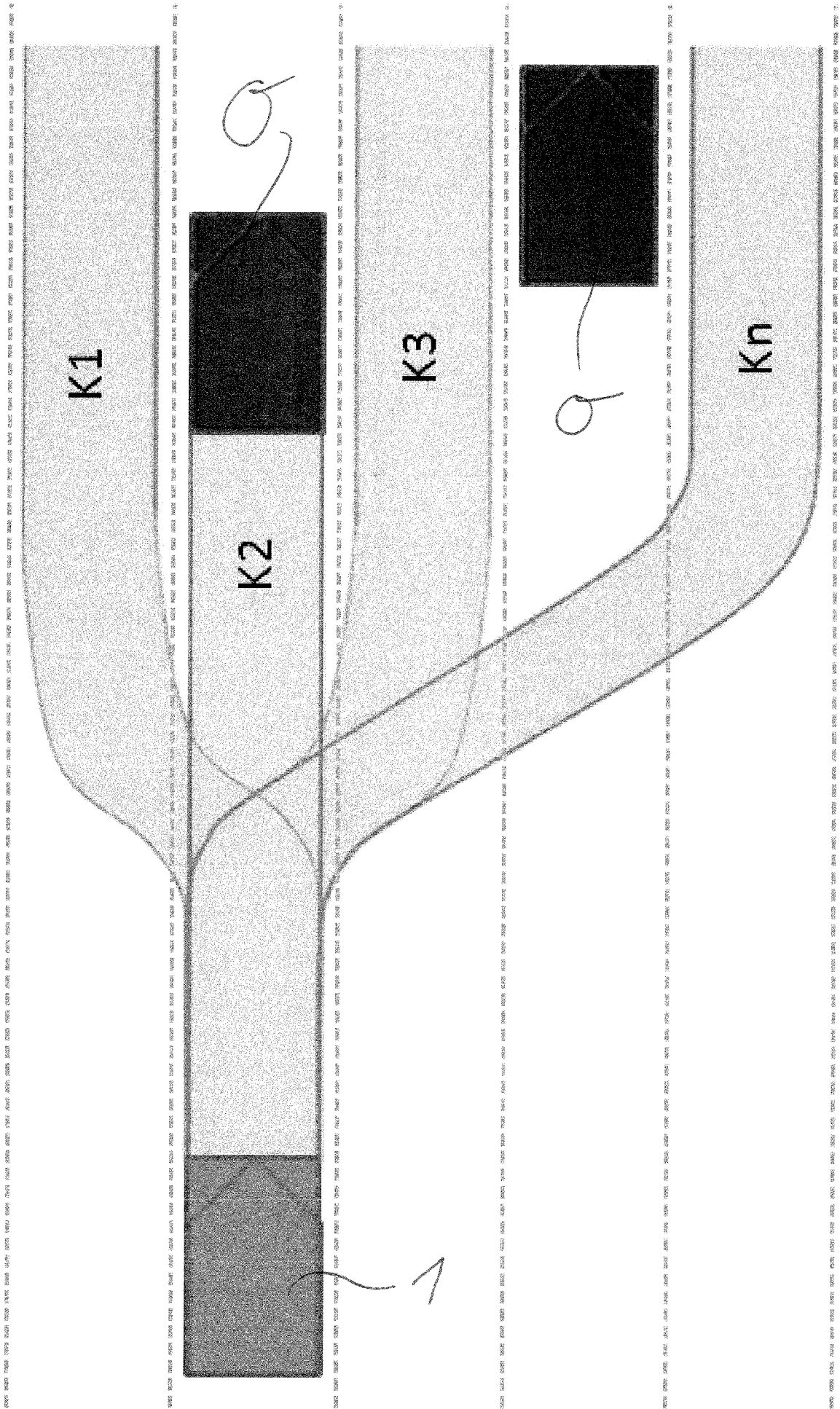


Fig. 451

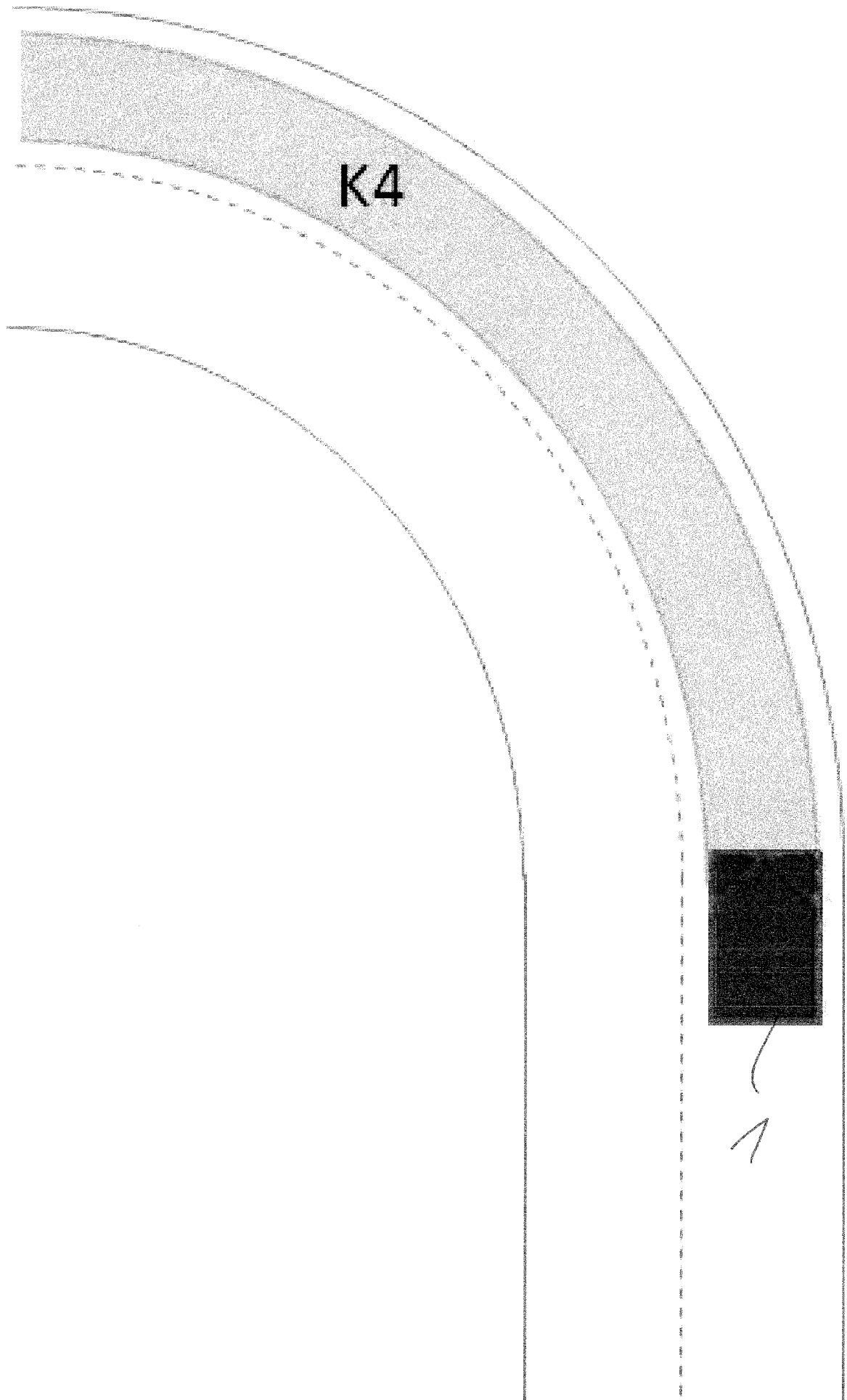
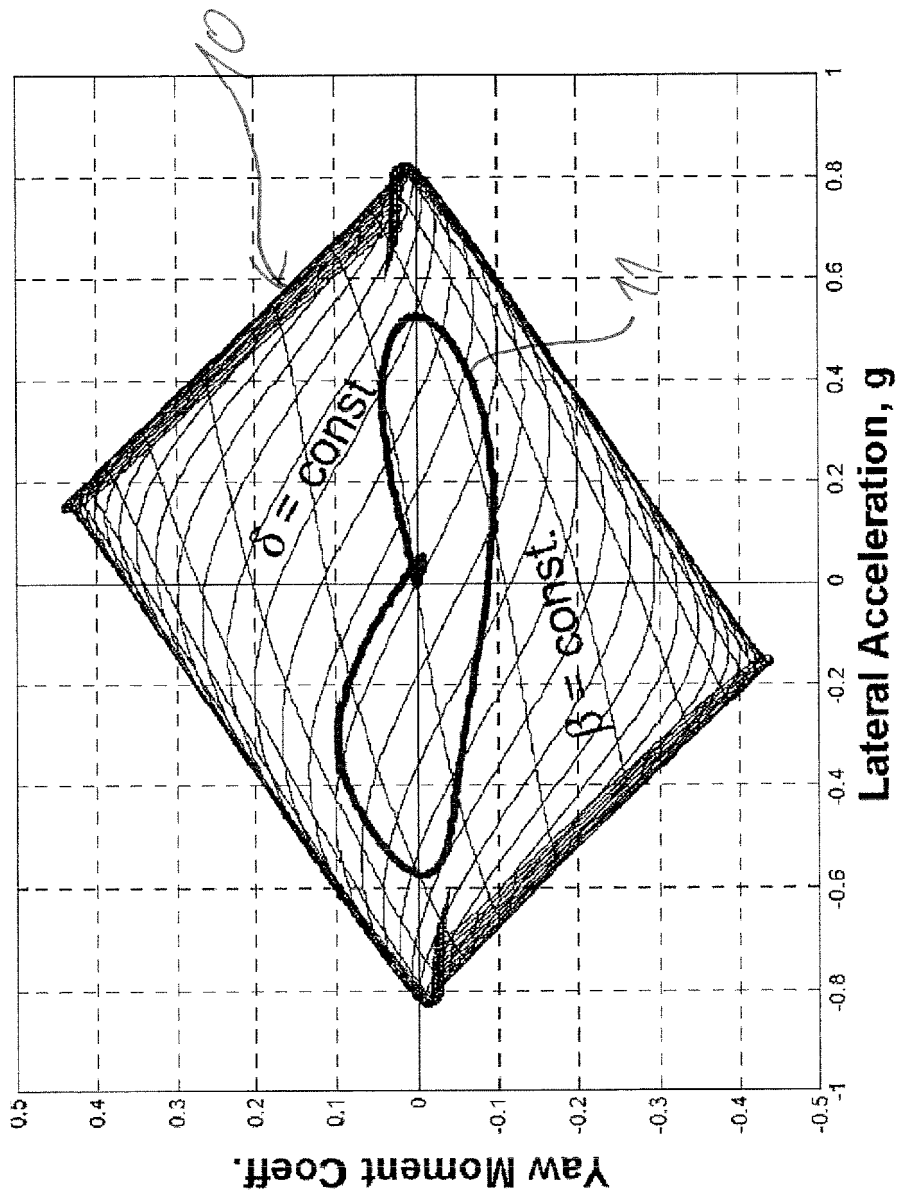


Fig. 5



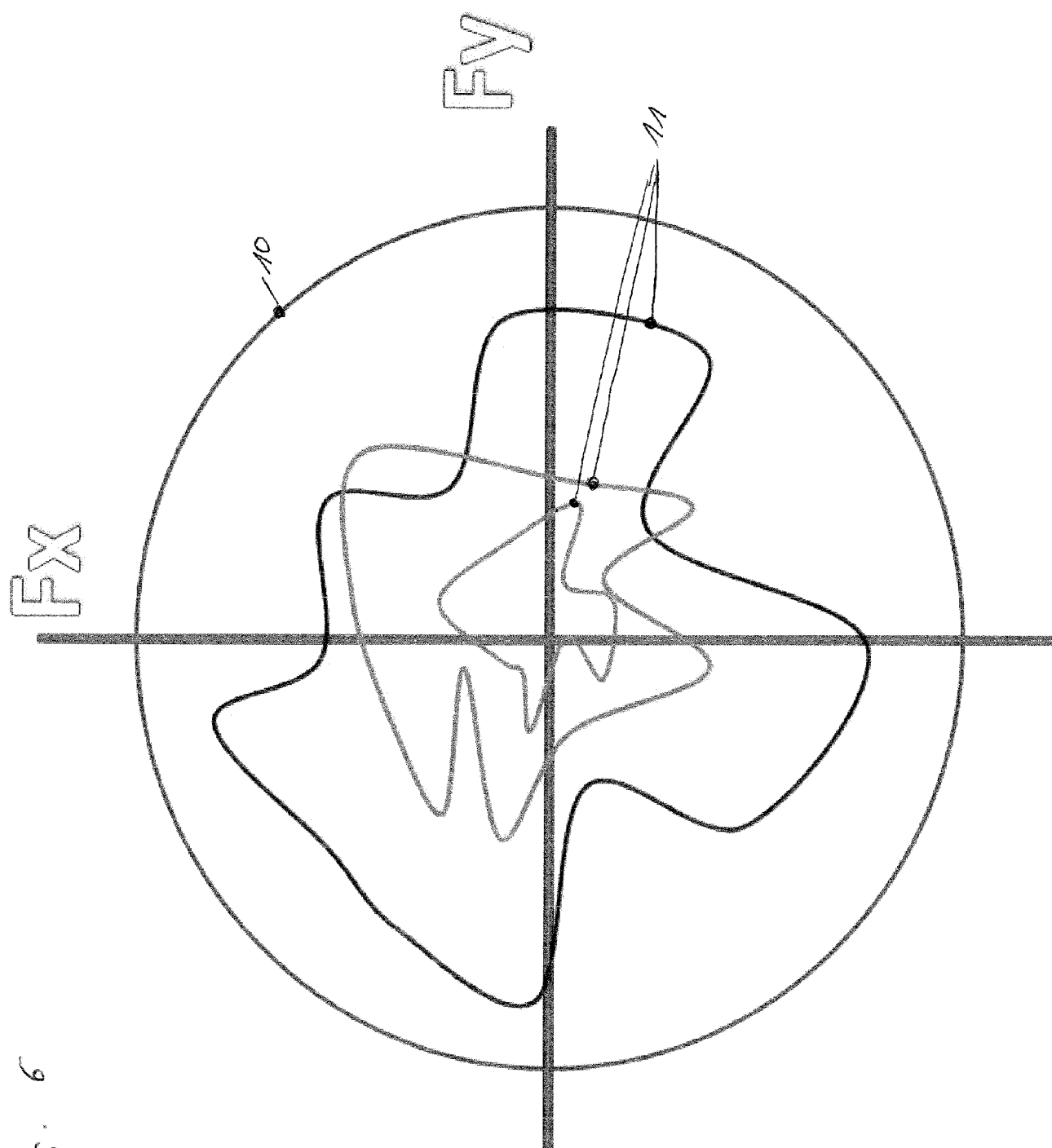


Fig. 6