

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
29. Januar 2009 (29.01.2009)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2009/013052 A2

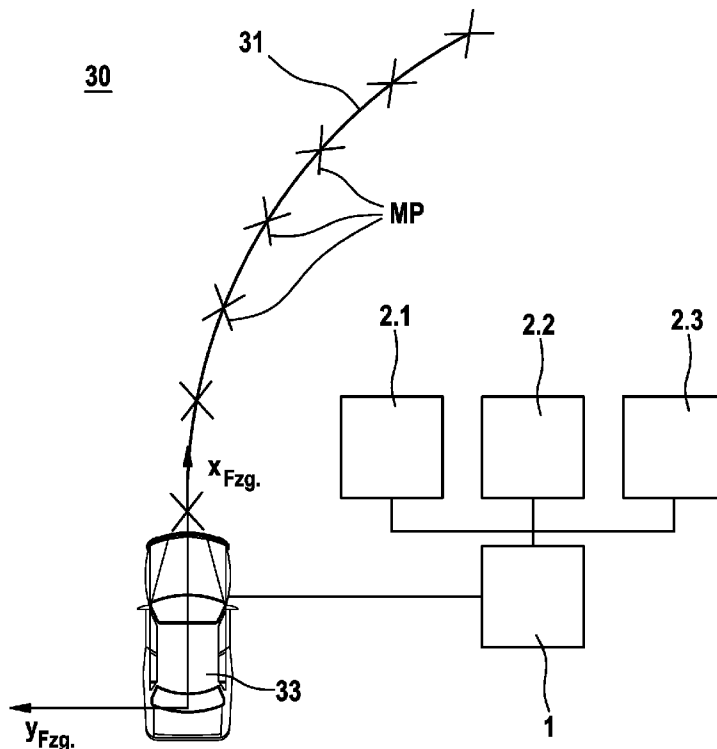
- (51) Internationale Patentklassifikation:
B60W 30/12 (2006.01) *B60W 50/00* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2008/056774
- (22) Internationales Anmeldedatum:
2. Juni 2008 (02.06.2008)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2007 034 196.4 23. Juli 2007 (23.07.2007) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE]; Postfach 30 02
20, 70442 Stuttgart (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **BUERKLE, Lutz**
[DE/DE]; Buesnauer Str. 44, 71229 Leonberg (DE).
RENTSCHLER, Tobias [DE/DE]; Dillweissensteiner
Str. 55, 75180 Pforzheim (DE). **APP, Thomas** [DE/DE];
Augartenstr. 26 A, 75059 Zaisenhausen (DE).
- (74) Gemeinsamer Vertreter: **ROBERT BOSCH GMBH**;
Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ,
CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE,
EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID,
IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC,
LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR SENSING A LANE WITH A DRIVER ASSISTANCE SYSTEM

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG FÜR DIE SPURERFASSUNG MIT EINEM FAHRERASSISTENZ-SYSTEM

Fig. 1



(57) **Abstract:** The invention relates to a method for sensing a lane with a driver assistance system, comprising a sensor system for lane detection, of a vehicle (33), in which driver assistance system measuring points MP which represent lane markings are sensed with the sensor system for lane detection in a region of a traffic space (30) in front of the vehicle (33). An ideal number of measuring points MP is determined on the basis of a reference model. A measure of plausibility of the look-ahead distance is determined from a comparison between the number of measuring points which are actually sensed and the ideal number of measuring points.

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft ein Verfahren für die Spurerfassung mit einem ein Sensorsystem zur Spurerkennung umfassenden Fahrerassistenzsystem eines Fahrzeugs (33), bei dem mit dem Sensorsystem für Spurerkennung in einem vor dem Fahrzeug (33) liegenden Bereich eines Verkehrsraums (30) Fahrspurmarkierungen repräsentierende Messpunkte MP erfasst werden. Auf Basis eines Referenzmodells wird eine

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2009/013052 A2



MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(84) Bestimmungsstaaten (*soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart*): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,

Veröffentlicht:

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts*

5 Beschreibung

Titel

Verfahren und Vorrichtung für die Spurerfassung mit einem
Fahrerassistenzsystem

10

Stand der Technik

15

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und Vorrichtung für die
Spurerfassung mit einem Fahrerassistenzsystem nach dem
Oberbegriff des Anspruchs 1. Es sind bereits
Fahrerassistenzsysteme mit Assistenzfunktionen, wie ACC
(Adaptive Cruise Control) und Night Vision
(Nachtsichtfähigkeit) bekannt. Hierfür werden

20

umfelderfassende Sensoren, wie insbesondere Videosensoren,
Radarsensoren und Lidarsensoren zum Einsatz, die in der Lage
sind, Abstand und/oder Geschwindigkeit von Objekten in dem
Umfeld eines Fahrzeugs und/oder Fahrstreifenbegrenzungen zu
erkennen. Weiterhin sind, im Zusammenhang mit einem
Fahrerassistenzsystem, Assistenzfunktionen, wie LDW (Lane
Departure Warning) und LKS (Lane Keeping Support) bekannt.

25

Die Assistenzfunktion LDW warnt den Fahrer vor einem
unbeabsichtigten Verlassen der von dem eigenen Fahrzeug
befahrenen Fahrspur. Dazu wird mittels Videosensoren
zumindest der Verkehrsraum vor dem eigenen Fahrzeug erfasst,
um insbesondere Fahrspurmarkierungen zu detektieren und die
Position des eigenen Fahrzeugs in Bezug auf solche
Fahrspurmarkierungen zu erfassen. Abhängig von der Position
des eigenen Fahrzeugs in Bezug auf die detektierten
Fahrspurmarkierungen sowie von seiner prädizierten
Fortbewegungsrichtung, werden eine akustische, optische,

30

35

- 2 -

haptische Warnung oder eine Kombination derartiger Warnungen generiert, um den Fahrer des Fahrzeugs vor einem unbeabsichtigten Verlassen der Fahrspur zu warnen. Bei der Assistenzfunktion LKS wird der Fahrer durch Lenkeingriffe des Fahrerassistenzsystems bei der Führung des Fahrzeugs in der Fahrspur unterstützt.

Aus DE 103 49 631 A1 sind ein Fahrerassistenzverfahren und eine Fahrerassistenzvorrichtung bekannt, welche auf der Basis von Fahrspurinformationen arbeiten. Die Fahrspurinformationen werden dabei je nach Witterungsbedingungen aus einem von einem Videosensor aufgenommenen Bild gemessen und/oder aufgrund von Objekten in diesem Bild geschätzt. Dabei wird die Fahrspurinformation aus wenigstens zwei, die Fahrspur kennzeichnenden Informationen abgeleitet. Aus dem Bildkontrast wird ein Gütemaß für die Spurdatenerfassung abgeleitet, mit der die jeweils ermittelten Spurdaten gewichtet und bei der Fusion der dem Fahrerassistenzsystem zur Verfügung gestellten Spurdaten aus den einzelnen Spurdaten berücksichtigt werden. Dabei ist auch die Bildung eines Gesamtgütemaßes für die Spurdatenerfassung aus den Einzelgütemaßen vorgesehen, wobei das Fahrerassistenzsystem abgeschaltet wird, wenn dieses Gesamtgütemaß einen bestimmten Wert unterschreitet. Das Gütemaß kann auch aus einem Vergleich einer Schätzung mit einer Messung abgeleitet werden, wobei insbesondere die Abweichung der Messpunkte von der Schätzlinie herangezogen werden.

Aus DE 197 20 764 A1 ist weiterhin ein Verfahren zur Erkennung des voraus liegenden Fahrbahnverlaufs für Kraftfahrzeuge bekannt, bei dem die Eigengeschwindigkeit des Fahrzeugs erfasst sowie durch starre, in Fahrtrichtung ausgerichtete Suchantennen über eine Radarsensorik die Position und die Geschwindigkeit vorausbefindlicher Objekte

- 3 -

ermittelt werden, das eine einfache vorausschauende
Fahrbahnverlaufs-Erkennung durch spezielle Auswertung der
vorhandenen Positions- und Geschwindigkeitsmessdaten
ermöglicht. Aus den Festzielen werden durch
5 Schwellwertvergleich der Festzielamplituden die
fahrbahnrandspezifischen Ziele ausgefiltert und durch
Ordnungsfilterung die aktuellen Distanzen zwischen Fahrzeug
und Fahrbahnrand in diskreten Winkelbereichen bestimmt. Die
für jeden Winkelbereich geschätzten Fahrbahnranddistanzen
10 werden als Merkmale einem Klassifikator zur Prädiktion des
voraus liegenden Kurventyps zugeführt und als Stützwerte für
eine Kurvenregression zur Gewinnung eines
Kurvenkrümmungsparameters verwendet.

15 Aus DE 197 49 086 C1 ist eine Vorrichtung zur Ermittlung
fahrspurverlaufsindikativer Daten bekannt, die eine
Fahrspurerkennungssensorik, eine Objektpositionssensorik,
die wenigstens den Abstand eines vor dem Fahrzeug
befindlichen Objekts und dessen Richtungswinkel bezüglich
20 der Fahrzeugbewegungsrichtung erfasst und eine
Fahrzeugeigenbewegungssensorik beinhaltet. Erfindungsgemäß
ist eine Schätzeinrichtung vorgesehen, der die
Fahrspurerkennungsmessdaten, die Objektpositionsmessdaten
und die Fahrzeugeigenbewegungsmessdaten zugeführt werden und
25 die in Abhängigkeit davon die Fahrspurkrümmung und/oder die
Querposition eines jeweiligen Objekts vor dem Fahrzeug
relativ zur Fahrspur durch Schätzung mittels eines
vorgebbaren, ein dynamisches Fahrzeugbewegungsmodell
beinhaltenden Schätzalgorithmus ermittelt. Vorzugsweise
30 beinhaltet die Vorrichtung hierzu ein Kalman-Filter. Die
Vorrichtung wird z.B. in Straßenfahrzeugen verwendet.

Aus DE 103 54 650 A1 sind eine Fahrspurvorrichtung und ein
Verfahren zur Ermittlung von ersten Fahrspurverlaufsdaten
35 eines Fahrspurverlaufes für ein erstes Fahrzeug anhand von

- 4 -

Fahrspurdaten eines dem ersten Fahrzeug vorausfahrenden zweiten Fahrzeugs bekannt. Es wird eine Erfassung von Fahrspurdaten mehrerer Messpositionen des zweiten Fahrzeugs und eine Ermittlung von zweiten Fahrspurverlaufsdaten zur Beschreibung eines Fahrspurverlaufes des zweiten Fahrzeugs anhand der Fahrspurdaten vorgeschlagen.

Aus DE 10 2006 040 334.7 ist weiterhin ein Verfahren für die Spurerfassung mit einem ein Sensorsystem zur Spurerkennung umfassenden Fahrerassistenzsystem eines Fahrzeugs bekannt. Dabei werden mit dem Sensorsystem für Spurerkennung in einem vor dem Fahrzeug liegenden Bereich eines Verkehrsraums Fahrspurmarkierungen erfasst. Den Fahrspurmarkierungen werden Stützstellen mit mindestens Koordinaten eines ersten Koordinatensystems zugeordnet. Die Koordinaten der Stützstellen werden in ein zweites Koordinatensystem umgewandelt. Aus der Lage der Stützstellen in dem zweiten Koordinatensystem wird der Verlauf von Fahrspurmarkierungen und/oder Fahrspuren rekonstruiert.

Offenbarung der Erfindung

Technische Aufgabe

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Fahrerassistenzsystem mit einer die Querführung des Fahrzeugs unterstützenden Assistenzfunktion, wie insbesondere LKS (Lane Keeping Support), weiter zu verbessern.

Technische Lösung

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass den von Sensoren des Fahrerassistenzsystems erfassten Informationen über den Verlauf von Fahrspurmarkierungen ein

- 5 -

Plausibilitätsmaß zugeordnet wird. Dieses Plausibilitätsmaß ermöglicht dem Fahrerassistenzsystem eine Beurteilung, ob die erfassten Informationen für eine erfolgreiche und sichere Querführung des Fahrzeugs, insbesondere mit der Assistenzfunktion LKS, geeignet sind.

Vorteilhafte Wirkungen

Kern der Erfindung ist ein modellbasiertes Verfahren, welches die für Assistenzfunktion relevanten Kriterien für die Beurteilung von Informationen über den Verlauf einer Fahrspur, bzw. ihrer Markierungen, zu einem integrierten Plausibilitätsmaß verdichtet. Relevante Kriterien dafür sind insbesondere die Entfernung vor dem Fahrzeug, bis zu welcher Informationen über den Verlauf einer Fahrspur, bzw. deren Markierung, vorliegen. Diese Entfernung wird in der vorliegenden Beschreibung der Erfindung auch als Vorausschauweite bezeichnet. Ein weiteres Kriterium ist die Qualität der Spurinformatoren. Anhand des erfindungsgemäß gewonnenen Plausibilitätsmaßes kann das Fahrerassistenzsystem entscheiden, ob die erfassten Fahrspurmarkierungen hinreichend deutlich für eine erfolgreiche Arbeit der Assistenzfunktion sind. Weiter kann entschieden werden, ob einzelne Funktionalitäten nicht mehr gewährleistet werden können, oder ob die gesamte Assistenzfunktion, zumindest zeitweilig, deaktiviert werden muss.

Weitere Vorteile ergeben sich aus der Beschreibung, den Unteransprüchen und der Zeichnung.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Ausführungsformen der Erfindung werden nachfolgend unter Bezug auf die Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigt

- Figur 1 eine Aufsicht auf einen Verkehrsraum mit einem Fahrzeug;
Figur 2 eine Messpunkthistorie mit Messpunkten eines Videosensors;
Figur 3 ein Diagramm mit Darstellung des Plausibilitätsmaßes als Funktion der Zeit.

Ausführungsformen der Erfindung

Figur 1 zeigt eine Aufsicht auf einen Verkehrsraum 30 mit einem Fahrzeug 33, das sich entlang einer Fahrspur 31 fortbewegt. Das Fahrzeug 33 umfasst eine Auswerteeinrichtung 1, insbesondere ein Mikrocomputer, eines Fahrerassistenzsystems, dessen mehrere Sensoren 2.1, 2.2, 2.3 Messpunkte MP entlang der vor dem Fahrzeug 33 liegenden Fahrspur 31 aufnehmen und die daraus den Verlauf der Fahrspur 31 ableiten. Die Auswerteeinrichtung 1 empfängt dabei die Informationen von den Sensoren und wertet diese per Ermittlung des Fahrspurverlaufs aus. In der Anmeldung DE 10 2006 040 334.7 wird vorgeschlagen, von Sensoren erfasste Messpunkte über den Verlauf von Fahrstreifen bzw. deren Markierungen in ein ortsfestes Koordinatensystem umzurechnen und über einen gewissen Zeitraum durch Speicherung in einem Messpunktespeicher in einer so genannten Messpunkthistorie mitzuführen. Zur Beurteilung der auf den Messpunkten in der Messpunkthistorie basierenden Vorausschauweite wird nun erfindungsgemäß ein idealisiertes Referenzmodell der Messpunkthistorie verwendet. Dieses Modell bildet bei einer angenommenen optimalen Vorausschauweite der verschiedenen Sensoren die optimale Anzahl an Messpunkten $n_{ideal}(t_k)$ ab, die sich zu einem gewissen Zeitpunkt in der Messpunkthistorie befinden müsste. Das Modell beschreibt praktisch den „Füllstand“ der Messpunkthistorie. Der ideale

- 7 -

Füllstand wird mit dem tatsächlich vorherrschenden Füllstand durch Quotientenbildung verglichen, wobei die reale Anzahl von Messpunkten in dem Zähler des Quotienten und die ideale Anzahl in dem Nenner des Quotienten steht. Sollte die ideale Anzahl kleiner als die reale Anzahl sein, werden diese gleichgesetzt. Somit ergibt der Quotient den Wert eins.

Ist dagegen die reale Anzahl von Messpunkten kleiner als die ideale Anzahl, ergibt sich ein Wert des Quotienten kleiner eins. Die ideale Anzahl von Messpunkten wird, gemäß dieser Modellvorstellung, wie folgt ermittelt. Ein oder mehrere beliebige umfelderfassende Sensoren liefern, in zeitlich konstanten Zeitschritten Δt , eine parametrische Fahrstreifenbeschreibung, beispielsweise in Form eines Polynoms, welches in entsprechende Messpunkte zurückgerechnet wird. Alternativ können auch direkt Messpunkte erfasst werden, die den Verlauf des Fahrstreifens vor dem eigenen Fahrzeug beschreiben. Diese Messpunkte werden der Messpunkthistorie hinzugefügt. In dem gleichen Zug werden räumlich hinter dem Fahrzeug liegende Messpunkte aus der Messpunkthistorie gelöscht. Die Anzahl an zu löschenden Messpunkten ist abhängig von der in einem Zeitschritt zurückgelegten Strecke und der bereits in der Messpunkthistorie enthaltenen Anzahl von Messpunkten. Bei dem im Folgenden noch weiter erläuterten Ausführungsbeispiel ist die ideale Anzahl von Messpunkten exemplarisch für die Verwendung eines einzigen Videosensors angeführt. Bei dem Einsatz mehrerer Sensoren, Sensor 1, Sensor 2, Sensor 3,.....Sensor x, müssten die für jeden Sensor ermittelten Werte noch wie folgt addiert werden:

$$n_{\text{ideal, Gesamt}} = n_{\text{ideal, Sensor 1}} + n_{\text{ideal, Sensor 2}} + n_{\text{ideal, Sensor 3}} + \dots + n_{\text{ideal, Sensor x}}$$

Unter Bezug auf Figur 2 wird nun dieses Referenzmodell anhand der Messungen eines Videosensors des

Fahrerassistenzsystems dargestellt. Das in Figur 2 dargestellte Diagramm zeigt eine Messpunkthistorie mit Messpunkten MP eines Videosensors des Fahrerassistenzsystems, wobei jede der parallel zu der y-Achse verlaufenden Linien eine neue Messung des Videosensors des Fahrerassistenzsystems 1 eines Fahrzeugs 33 in einem folgenden Zeitschritt t_i darstellt. Die x-Achse des Diagramms ist die Zeitachse (Zeit t). Auf der y-Achse des Diagramms ist eine vor dem Fahrzeug 33 liegende Entfernung dx angegeben. Die Kreuze auf den parallel zu der y-Achse des Diagramms gezeichneten Linien stellen von dem Videosensor des Fahrzeugs 33 erfasste Messpunkte MP dar. Eine erste Messung findet zum Zeitpunkt t_0 bei der Entfernung dx_{Start} statt. Weitere Messungen werden dann in nachfolgenden Zeitpunkten t_1, t_2, t_i, t_k durchgeführt. Von Messintervall zu Messintervall legt das Fahrzeug 33 die Entfernung $\Delta dx_{\text{Fahrzeug}}$ zurück. Der Abstand zwischen Messpunkten MP beträgt $\Delta dx_{\text{Messpunkte}}$. Die maximale Vorausschauweite oder Messentfernung ist mit $dx_{\text{End, max}}$ bezeichnet.

Zum Zeitpunkt t_0 liefert die Rückrechnung der von dem Videosensor detektierten Fahrspurmarkierungen in Messpunkte MP, bei einer maximalen Vorausschauweite des Videosensors von $dx_{\text{End, max}}$ und einem Abstand der Messpunkte von $\Delta dx_{\text{Messpunkte}}$, eine Anzahl von Messpunkten MP von

$$(1) \quad n_{\text{video}}(t_0) = \left\lceil \frac{dx_{\text{End, max}}}{\Delta dx_{\text{Messpunkte}}} \right\rceil$$

Die Anzahl an Messpunkten MP in der Messpunkthistorie beträgt somit:

$$(2) \quad n_{\text{ideal}}(t_0) = n_{\text{video}}(t_0)$$

Aufgrund der angenommenen maximalen Vorausschauweite und dem konstant bleibenden Abstand der Messpunkte MP bleibt auch

die Anzahl der neu hinzukommenden Messpunkte MP in jedem Messzyklus konstant. Die Anzahl der Messpunkte in der Messpunkthistorie

$$(3) \quad n_{ideal}(t_k)$$

Erhöht sich somit in jedem Messzyklus um

$$(4) \quad \left[\frac{dx_{End,max}}{\Delta x_{Messpunkte}} \right].$$

10

Abhängig von der Geschwindigkeit $v(t_k)$, die zwischen zwei Messzyklen dT_{Video} als konstant angenommen wird, legt das Fahrzeug die folgende Strecke

$$(5) \quad \Delta x_{Fahrzeug}(t_k) = v(t_k) dT_{Video}, \text{ zurück,}$$

mit

$$(6) \quad dT_{Video} = t_k - t_{k-1}.$$

20

Messpunkte können so lange in der Messpunkthistorie mitgeführt werden, bis diese in einer definierten Strecke $x_{del} > 0$ kurz vor dem Fahrzeug liegen, gerade von dem Fahrzeug überfahren werden ($x_{del} = 0$) oder räumlich eine definierte Strecke $x_{del} < 0$ hinter dem Fahrzeug zurückgelegt haben.

25

In Abhängigkeit von den Anforderungen der Assistenzfunktion des Fahrerassistenzsystems kann eine der Varianten mit zugehöriger Strecke x_{del} gewählt werden. Anschließend werden die Messpunkte aus der Messpunkthistorie gelöscht. Die Anzahl der Messpunkte, die aus der Messpunkthistorie gelöscht werden, hängt davon ab, wie viele Messpunkte aus vergangenen Messzyklen auf der Strecke liegen, die das

30

Fahrzeug zwischen dem letzten und dem aktuellen Messzyklus überstrichen hat. Basierend auf dem Referenzmodell lässt sich die Anzahl der Messpunkte auf der von dem Fahrzeug überfahrenen Strecke, in Kenntnis der Geschwindigkeiten, die das Fahrzeug in vergangenen Messzyklen gefahren ist, implizit bestimmen. Hierfür wird die in jedem Messzyklus aktuelle Geschwindigkeit in einem Vektor $\vec{v}$ gespeichert. Die Anzahl an Messpunkten, die sich zu einem gewissen Zeitpunkt t_k in der Messpunkthistorie befinden müssen, ergibt sich aus dem Zufluss und dem Abfluss von Messpunkten. Der Zufluss ist dabei gegeben durch die Anzahl an Messpunkten, die während des Zeitraums $t_0 \dots t_k$ erfasst wurden. Der Abfluss ist gegeben durch die Messpunkte, die während des Zeitraums überfahren wurden, bzw. den Kriterien der Strecke x_{del} entsprechen. Aus Zufluss und Abfluss ergibt sich somit die folgende ideale Anzahl von Messpunkten:

$$(7) \quad n_{ideal}(t_k) = \sum_{t_0}^{t_k} n_{Video}(t_i) - \sum_{t_0}^{t_k} \left(1 + \left[\frac{\sum_{t_0}^{t_k} (\Delta dx_{Fahrzeug}(t_i))}{\Delta dx_{Video}} \right] \right),$$

mit

$$(8) \quad n_{Video}(t_i) = const.$$

Kernbereich der vorliegenden Erfindung ist, dass anhand der auf Basis des Referenzmodells ermittelten idealen Anzahl von Messpunkten n_{ideal} und unter Berücksichtigung der tatsächlich erfassten Anzahl von Messpunkten n_{real} nach folgender Beziehung ein Plausibilitätsmaß der Vorausschauweite $p_{Entfernung}$ bestimmt wird:

$$(9) \quad p_{Entfernung} = \frac{n_{real}(t_k)}{n_{ideal}(t_k)}.$$

In einer vorteilhaften Ausführungsvariante der Erfindung kann dieses Plausibilitätsmaß auf einen bestimmten Wertebereich normiert werden, was für die Weiterverarbeitung besonders zweckmäßig ist. Beispielsweise kann das
5 Plausibilitätsmaß auf einen Wertebereich [0...1] normiert werden.

Unter Berücksichtigung des Plausibilitätsmaßes kann eine Assistenzfunktion des Fahrerassistenzsystems vorteilhaft
10 entscheiden, wann von dem Fahrerassistenzsystem erfasste Informationen über den Verlauf der Fahrspur als plausibel oder nicht plausibel anzusehen sind und demzufolge eine Aktivierung oder eine Deaktivierung vorgenommen werden soll. Dies wird im Folgenden anhand des in Figur 3 dargestellten
15 Diagramms erläutert, das ein Plausibilitätsmaß P als Funktion der Zeit t darstellt. Infolge der beschriebenen Normierung kann das Plausibilitätsmaß maximal den Wert eins annehmen. Bei einem vorgebbaren Schwellwert $P_{\text{Aktivierung}}$ findet eine Aktivierung statt. In dem in Figur 3 dargestellten
20 Diagramm ist dies zum Zeitpunkt $t_{\text{Aktivierung}}$ der Fall. Bei einem weiteren Schwellwert $P_{\text{Deaktivierung}}$ findet eine Deaktivierung statt. Dies ist zum Zeitpunkt $t_{\text{Deaktivierung}}$ der Fall. Vorteilhaft wird hierbei dadurch eine Hysterese eingeführt, dass der Schwellwert $P_{\text{Deaktivierung}}$ kleiner ist als
25 der Schwellwert $P_{\text{Aktivierung}}$.

Vorteilhaft kann weiterhin, bei bekannter Messungenauigkeit der in dem Fahrerassistenzsystem verwendeten Sensoren, für
30 jeden Sensor ein Fehlermodell hinterlegt und hieraus für jeden Messpunkt eine Messunsicherheit $x_{\text{Messpunkt}}$ berechnet werden. Besonders vorteilhaft werden die Messunsicherheiten der Messpunkte bereits von den Sensoren selbst ermittelt und dem Fahrerassistenzsystem zur Verfügung gestellt. Besonders vorteilhaft lassen sich die
35 Messunsicherheiten aller Messpunkte zu einem weiteren

- 12 -

Plausibilitätsmaß verdichten, das die Plausibilität der Messungen an sich beschreibt. Hierbei ist zweckmäßigerweise zu beachten, dass die Messunsicherheiten der Messungen unterschiedlicher Sensoren voneinander abweichende Genauigkeitsklassen aufweisen können und demzufolge nicht

Vorteilhaft wird daher bei Messungen mit Sensoren von verschiedenen Genauigkeitsklassen für jeden Messpunkt aus der Messunsicherheit des Messpunkts und aus der maximalen Messunsicherheit des jeweiligen Sensors ein normierter Gewichtungsfaktor $w_{\text{Messpunkt}} \in [0 \dots 1]$ bestimmt.

Anschließend können dann die Gewichte aller Messpunkte zu einem weiteren Plausibilitätsmaß $P_{\text{Messpunkte}}$ verdichtet werden, beispielsweise anhand einer einfachen Mittelwertbildung:

$$(10) \quad p_{\text{Messpunkte}} = \bar{w}_{\text{Messpunkte}}$$

Aus beiden Plausibilitätsmaßen kann ein Gesamtplausibilitätsmaß bestimmt und einer Assistenzfunktion des Fahrerassistenzsystems, beispielsweise der LKS-Assistenzfunktion, zur Verfügung gestellt werden. Hierbei wird vorteilhaft für jedes Plausibilitätsmaß zusätzlich ein Gewichtungsfaktor eingeführt. Dieser Gewichtungsfaktor wird, abhängig von den Anforderungen der jeweiligen Assistenzfunktion, an die Spurinformationen angepasst.

$$(11) \quad p_{\text{Gesamt}} = 0,5(w_{P_{\text{Entfernung}}} \cdot p_{\text{Entfernung}} + w_{P_{\text{Messpunkte}}} \cdot p_{\text{Messpunkte}}) .$$

In einer vorteilhaften weiteren Ausgestaltung der Erfindung kann das Gesamtplausibilitätsmaß auch nur aus einer der Teilplausibilitäten bestehen.

Weiterhin können zusätzlich weitere Plausibilitäten aufgenommen werden, sofern diese für eine Assistenzfunktion

des Fahrerassistenzsystems relevant sind. Als solche
Plausibilitäten kommen insbesondere die Messunsicherheit
eines Messpunkts oder eine Plausibilität in Betracht, die
sich aus einem Vergleich von Messpunkten anhand ihrer
5 Abstände zu einer Referenz, wie beispielsweise der aus den
Messpunkten berechneten parametrischen Spurbeschreibung,
ergibt.

Die Auswerteeinrichtung 1 ist zur Durchführung der oben
10 geschilderten Verfahren ausgestaltet.

5 Ansprüche

1. Verfahren für die Spurerfassung mit einem ein
Sensorsystem zur Spurerkennung (Sensoren 2.1, 2.2, 2.3)
umfassenden Fahrerassistenzsystem eines Fahrzeugs (33),
10 bei dem mit dem Sensorsystem für Spurerkennung (2.1, 2.2,
2.3) in einem vor dem Fahrzeug (33) liegenden Bereich
eines Verkehrsraums (30) Fahrspurmarkierungen
repräsentierende Messpunkte (MP) erfasst werden, dadurch
gekennzeichnet, dass auf Basis eines Referenzmodells eine
15 ideale Anzahl von Messpunkten (MP) ermittelt wird, und
dass aus einem Vergleich zwischen der Anzahl der
tatsächlich erfassten Messpunkte (MP) und der idealen
Anzahl von Messpunkten (MP) ein Plausibilitätsmaß der
Vorausschauweite ($p_{\text{Entfernung}}$) bestimmt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass
das Plausibilitätsmaß ($p_{\text{Entfernung}}$) nach der Beziehung

$$p_{\text{Entfernung}} = \frac{n_{\text{real}}(t_k)}{n_{\text{ideal}}(t_k)} \quad \text{bestimmt wird.}$$

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass das Plausibilitätsmaß
($p_{\text{Entfernung}}$) auf einen bestimmten Wertebereich,
30 insbesondere auf den Wertebereich [0...1] normiert wird.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Messunsicherheit
($x_{\text{Messpunkt}}$) der Messpunkte erfasst wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass aus den Messunsicherheiten
der Messpunkte ein weiteres Plausibilitätsmaß abgeleitet
5 wird.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass bei einer Messung mit
Sensoren von unterschiedlichen Genauigkeitsklassen für
10 jeden Messpunkt (MP) aus der Messunsicherheit des
jeweiligen Messpunkts (MP) und aus der maximalen
Messunsicherheit des jeweiligen Sensors ein normierter
Gewichtungsfaktor
- 15 $w_{\text{Messpunkt}} \in [0.....1]$ bestimmt wird.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Gewichte aller
Messpunkte (MP) zu einem Plausibilitätsmaß ($P_{\text{Messpunkte}}$)
20 verdichtet werden.
8. Verfahren nach einem der vorgehenden Ansprüche, dadurch
gekennzeichnet, dass eine Assistenzfunktion des
Fahrerassistenzsystems bei Erreichen eines Schwellwerts
25 ($P_{\text{Aktivierung}}$) des Plausibilitätsmaßes aktiviert und bei
Erreichen eines Schwellwerts ($P_{\text{Deaktivierung}}$) deaktiviert
wird.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
30 dadurch gekennzeichnet, dass der Schwellwert ($P_{\text{Deaktivierung}}$)
niedriger ist als der Schwellwert ($P_{\text{Aktivierung}}$), so dass
sich eine Hysterese zwischen Aktivierung und
Deaktivierung ergibt.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass das Plausibilitätsmaß
($P_{\text{Messpunkte}}$) nach folgender Beziehung bestimmt wird:

5

$$P_{\text{Messpunkte}} = \bar{w}_{\text{Messpunkte}} ,$$

wobei $\bar{w}_{\text{Messpunkte}}$ der Mittelwert aus den Messpunkten (MP)
zugeordneten Gewichtungsfaktoren $w_{\text{Messpunkt}}$ ist.

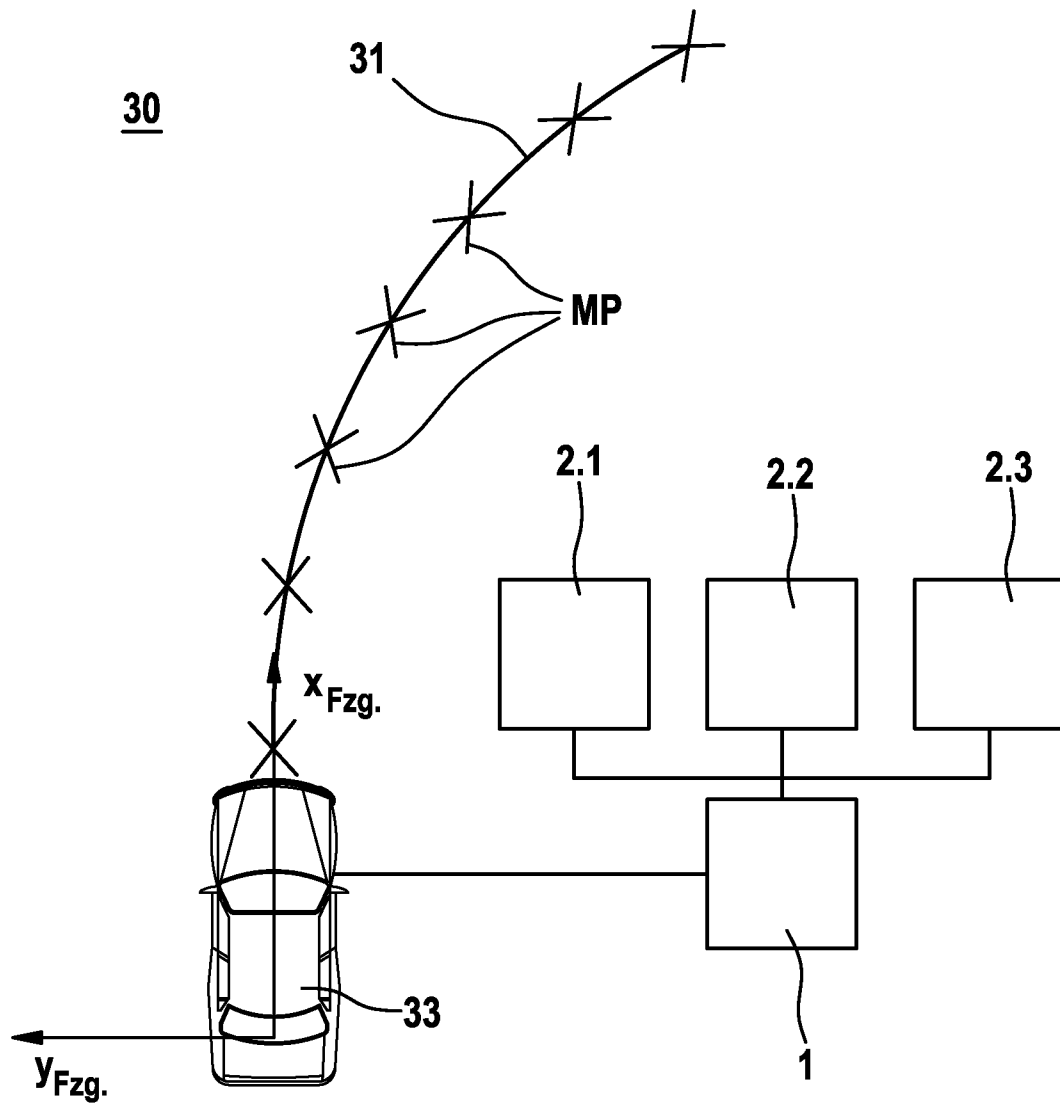
10

11. Vorrichtung zur Spurerfassung, mit einer
Auswerteeinrichtung (1), die Informationen von Sensoren
(2.1, 2.2, 2.3) empfängt und auswertet, dadurch
gekennzeichnet, dass die Auswerteeinrichtung zur
Durchführung eines der Verfahren nach Anspruch 1 bis 10
ausgestaltet ist.

15

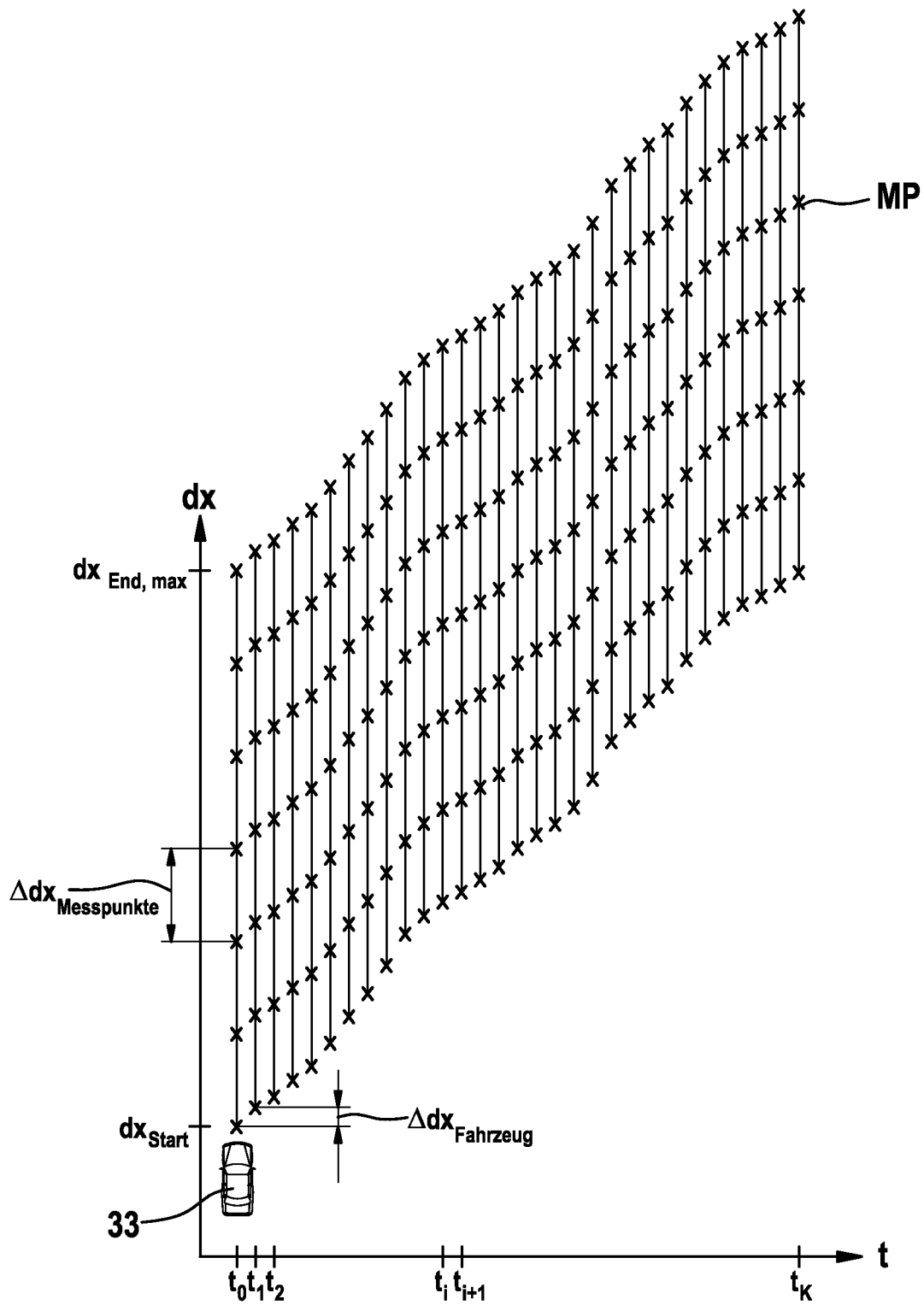
1 / 3

Fig. 1



2 / 3

Fig. 2



3 / 3

Fig. 3

