



(10) **DE 10 2010 025 552 B4** 2022.03.17

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2010 025 552.1**  
(22) Anmeldetag: **29.06.2010**  
(43) Offenlegungstag: **29.12.2011**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **17.03.2022**

(51) Int Cl.: **B60W 30/06** (2006.01)  
**G08G 1/16** (2006.01)  
**G01S 15/93** (2020.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:  
**Volkswagen AG, 38440 Wolfsburg, DE**

(72) Erfinder:  
**Hüger, Philipp, 38448 Wolfsburg, DE; Wuttke,  
Ulrich, 38126 Braunschweig, DE; Wendler,  
Torsten, 38100 Braunschweig, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

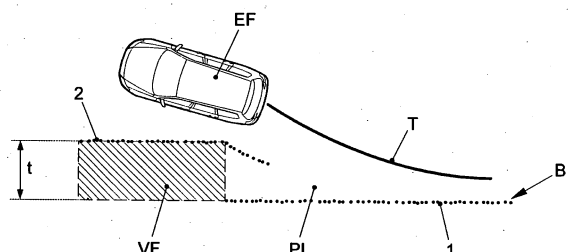
|    |                 |    |
|----|-----------------|----|
| DE | 103 39 645      | A1 |
| DE | 10 2005 044 050 | A1 |
| DE | 10 2005 044 270 | A1 |
| DE | 10 2007 002 261 | A1 |
| DE | 10 2007 042 220 | A1 |
| DE | 10 2008 028 222 | A1 |

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zum Einparken eines Kraftfahrzeugs**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zum unterstützten Einparken eines Kraftfahrzeugs mit einer auf Ultraschall basierenden Umfeldsensorik in eine mögliche Parklücke, mit den Schritten:

Bestimmen und Ausmessen einer möglichen Parklücke (PL) aus dem durch die Umfeldsensorik erfassten Umfeld, wobei die Erfassung des Umfeldes auf der Detektion von ersten und zweiten Echos der von der Umfeldsensorik ausgesandten und an Objekten reflektierten Ultraschallwellen basiert, der Empfang nur eines ersten Echos bezüglich einer Messposition als ein niedriges Hindernis und der Empfang von ersten und zweiten Echos bezüglich einer Messposition als hohes Hindernis interpretiert wird und ein niedriges Hindernis als überfahrbarer Bordstein (B) interpretiert und ein hohes Hindernis nicht überfahrbares Objekt interpretiert wird Auswählen eines Parkszenarios aus einer vorgegebenen Vielzahl von Parkszenarios als Funktion der möglichen Parklücke (PL) und deren Umfeld, wobei jedes Parkszenario eine Funktion der Parklückentiefe (t) ist, wobei die Parklückentiefe als der fahrbahnseitige Abstand zum Bordstein definiert ist, und

Parkszenarien, in welchen Bordsteine (B) als überfahrbar gekennzeichnet sind, als unzulässig bewertet werden, wenn die Umfeldmessung einer Parklücke (PL) ergibt, dass der Bordstein (B) nicht überfahrbar ist.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Einparken eines Kraftfahrzeugs in eine Parklücke sowie eine entsprechende Vorrichtung.

**[0002]** Systeme oder Verfahren zum unterstützten bis hin zum autonomen Ein- oder Ausparken eines Kraftfahrzeugs in eine Parklücke finden immer mehr Eingang in moderne Kraftfahrzeuge. Aktuelle moderne Parkassistenzsysteme ermitteln während der Vorbeifahrt potentielle Parklücken und messen diese aus, berechnen im konkreten Fall eine Einparktrajektorie in die ausgewählte Parklücke und unterstützen den Fahrer beim Einparkvorgang, indem beispielsweise die Lenkung durch das Assistenzsystem übernommen wird.

**[0003]** Derzeitige, als Sonderzubehör eines Kraftfahrzeugs erhältliche Parkassistenten messen mittels um das Kraftfahrzeug angeordneter Ultraschallsensoren per Ultraschall Längsparklücken aus und unterstützen den Fahrer durch Ausführung des Lenkvorgangs beim Einparken auf der, beispielsweise mittels des Blinkers, ausgewählten Seite. Die nächste Generation von Parkassistenten wird in der Lage sein auch Querparklücken auszumessen und das Einparken in diese zu unterstützen.

**[0004]** So offenbart die DE 10 2005 044 270 A1 ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Unterstützung eines Einparkvorgangs eines Kraftfahrzeugs in eine Parklücke, wobei während der Vorbeifahrt des Fahrzeugs an einer Parklücke ein im Bereich der Parklücke angeordnetes Begrenzungsobjekt mittels einer Sensoranordnung erfasst werden. Zur Vereinfachung des Einparkvorgangs wird vorgeschlagen, dass dem erfassten Begrenzungsobjekt ein Begrenzungsobjekttyp zugeordnet wird und in Abhängigkeit von dem zugeordneten Begrenzungsobjekttyp und einer Lage des Begrenzungsobjekts im Bereich der Parklücke eine Einparkinformation bezüglich der Ausführbarkeit eines Einparkvorgangs in die Parklücke generiert wird. Dabei wird unter einem Begrenzungsobjekt allgemein ein Objekt verstanden, das potentiell geeignet ist einen Einparkvorgang in eine Parklücke einzuschränken oder zu begrenzen. Beispiel dafür sind ein in der Parklücke angeordneter Baum, eine seitliche Mauer oder ein Bordstein. Dabei wird der Bereich der Parklücke in eine Segmentmatrix unterteilt und jedem Segment der Matrix ein Objekttyp zugeordnet. Das sich ergebende Parklückenmuster, d.h. die tatsächliche Matrix, wird anschließend mit gespeicherten Parklückenmustern auf Zulässigkeit verglichen. Dabei können je nach Voreinstellung detektierte Bordsteine als überfahrbar oder nicht überfahrbar bewertet werden. Dabei ist ein teilweises Parken auf einem Bordstein möglich, wobei die Detektion einer Überfahrbarkeit eines Bordsteins jedoch unklar bleibt.

**[0005]** Aus der DE 10 2007 042 220 A1 ist ein Verfahren zur Klassifizierung von Objekten in einem Einparkhilfungsverfahren zur Unterstützung eines Einparkvorgangs eines Kraftfahrzeugs bekannt, bei dem sich das Fahrzeug auf das Objekt zu bewegt, wobei die örtliche Änderung einer Kenngröße des Empfangssignals als Indikator für eine qualitative Aussage über die Höhe des Objektes, insbesondere über dessen Befahrbarkeit, herangezogen wird. Dabei kann als Kenngröße insbesondere ein lokales Maximum des ersten Echoimpulses oder dessen Impulsbreite herangezogen werden. Aus dem zeitlichen Verlauf der Kenngröße kann die Überfahrbarkeit, beispielsweise eines Bordsteins, bestimmt werden, dies allerdings nur unter der Voraussetzung, dass sich das Fahrzeug relativ zum Objekt, hier den Bordstein, bewegt. Hat die Kenngröße ein lokales Maximum, so wird das Hindernis als überfahrbar angesehen, andernfalls nicht. Allerdings ist die Bestimmung einer derartigen Kenngröße bezüglich eines Bordsteins während einer Vorbeifahrt des Kraftfahrzeugs schwierig, wenn nicht unmöglich, da der Bordstein üblicherweise parallel zu Richtung der Vorbeifahrt angeordnet ist.

**[0006]** Die Druckschrift DE 10 2005 044 050 A1 offenbart ein Verfahren zur Parklückenbestimmung für Kraftfahrzeuge mittels eines Puls-/Echoverfahrens unter Verwendung eines Ultraschallsensors mit einer Sende-/Empfangseinrichtung, wobei die Sende-/Empfangseinrichtung zur Messung der Entfernung von seitlich vom Kraftfahrzeug befindlichen Objekten ausgerichtet ist. Anhand der Detektion von zwei Echosignalen als Doppelecho, deren zeitlicher Abstand zueinander kleiner als ein vorbestimmter Maximalabstand ist, erfolgt eine Bewertung hinsichtlich der Höhe eines Objektes.

**[0007]** Die Druckschrift DE 10 2007 002 261 A1 beschreibt ein Verfahren zur Unterstützung beim Einparken eines Kraftfahrzeugs. Dabei werden zunächst mittels Sensoren Parameter möglicher Parklücken ermittelt und dem Fahrer mittels einer graphischen Bedieneinrichtung dargestellt. Die Bedieneinrichtung lässt mittels eines Eingabeelementes die Auswahl beziehungsweise Korrektur einer dargestellten Parklücke für das Fahrzeug zu.

**[0008]** Die Druckschrift DE 103 39 645 A1 betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Bestimmung von Größe und Position einer Parklücke in Relation zur Position eines Fahrzeuges während der Vorbeifahrt des Fahrzeuges an der Parklücke, wobei die Parklücke eine Ausdehnung längs zur Fahrbahn und eine Ausdehnung quer zur Fahrbahn aufweist. Dadurch, dass die Breite der Parklücke mit mittels eines ersten Ultraschallsensors mit einer ersten Empfindlichkeit und die Tiefe der Parklücke mittels eines zweiten Ultraschallsensors mit einer zweiten Empfindlichkeit bestimmt wird, wobei die Empfindlichkeit des ersten Ultraschallsensors geringer als die Empfindlichkeit des zweiten Ultraschallsensors ist, kann eine höhere Genauigkeit der Parklückenvermessung erreicht werden.

**[0009]** Die Druckschrift DE 10 2008 028 222 A1 beschreibt ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Bestimmung eines Abstands eines Fahrzeugs von einem Hindernis und einer Höhe des Hindernisses relativ zu dem Fahrzeug. Dabei wird mindestens eine Signalwelle, insbesondere mindestens eine elektromagnetische oder akustische Signalwelle, von dem Fahrzeug seitlich nach unten abgestrahlt und abhängig von Reflexionen dieser mindestens einen Signalwelle der Abstand und die Höhe bestimmt. Darüber hinaus wird ein Verfahren zur automatischen Verhinderung einer Beschädigung eines Fahrzeugs durch ein Hindernis und ein entsprechend ausgestaltetes Assistenzsystem offenbart. Dabei wird der Abstand zwischen dem Hindernis und dem Fahrzeug sowie ein Ausmaß des Hindernisses erfasst. Abhängig von dem Abstand und von dem Ausmaß wird entweder eine Information beispielsweise an den Fahrer des Fahrzeugs ausgegeben oder automatisch ein Eingriff in ein Führen des Fahrzeugs vorgenommen.

**[0010]** Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Detektion der Überfahrbarkeit eines Objekts, insbesondere eines Bordsteins, zu vereinfachen und ein Verfahren zur Klassifizierung von Parklücken zu schaffen, welches auch das teilweise oder vollständige Parken des Fahrzeugs auf Bordsteinen ermöglicht und das Einparken vereinfacht.

**[0011]** Die Aufgabe wird durch ein Verfahren zum unterstützten Einparken eines Kraftfahrzeugs mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie durch einen Parkassistenten mit den Merkmalen des Anspruchs 3 gelöst. Bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

**[0012]** Das erfindungsgemäße Verfahren zum unterstützten Einparken eines Kraftfahrzeugs mit einer auf Ultraschall basierenden Umfeldsensorik in eine mögliche Parklücke umfasst die Schritte:

- Bestimmen und Ausmessen einer möglichen Parklücke aus dem durch die Umfeldsensorik erfassten Umfeld, wobei
- die Erfassung des Umfeldes auf der Detektion von ersten und zweiten Echos der von der Umfeldsensorik ausgesandten und an Objekten reflektierten Ultraschallwellen basiert,
- der Empfang nur eines ersten Echos bezüglich einer Messposition als ein niedriges Hindernis und der Empfang von ersten und zweiten Echos bezüglich einer Messposition als hohes Hindernis interpretiert wird und ein niedriges Hindernis als überfahrbarer Bordstein interpretiert und ein hohes Hindernis nicht überfahrbares Objekt interpretiert wird
- Auswählen eines Parkszenarios aus einer vorgegebenen Vielzahl von Parkszenarios als Funktion der möglichen Parklücke und deren Umfeld, wobei
- jedes Parkszenario eine Funktion der Parklückentiefe ist, wobei die Parklückentiefe als der fahrbahnseitige Abstand zum Bordstein definiert ist, und
- Parkszenarien, in welchen Bordsteine als überfahrbar gekennzeichnet sind, als unzulässig bewertet werden, wenn die Umfeldmessung einer Parklücke (PL) ergibt, dass der Bordstein nicht überfahrbar ist.

**[0013]** Dabei wird das Umfeld eines Kraftfahrzeugs zum Bestimmen möglicher Parklücken mittels einer auf Ultraschall basierenden Umfeldsensorik erfasst, wobei die Erfassung des Umfeldes des Kraftfahrzeugs auf der Detektion von ersten und zweiten Echos der von der Umfeldsensorik ausgesandten und an Objekten reflektierten Ultraschallwellen basiert. Mittels der einfachen Detektion erster und zweiter Echos ist eine genaue Analyse des Kraftfahrzeugumfeldes möglich, ohne dass komplizierte Untersuchungen von beispielsweise des zeitlichen Verlaufs der rückgestreuten Amplitude der Schallwelle notwendig ist, da es sich herausgestellt hat, dass Objekte, die bezüglich eines Messpunktes nur erste Echos erzeugen, eine andere Höhe haben als Objekte, die bezüglich eines Messpunktes erste und zweite Echos erzeugen.

**[0014]** Der Empfang nur eines ersten Echos bezüglich einer Messposition wird als ein niedriges Hindernis und der Empfang von ersten und zweiten Echos bezüglich einer Messposition als hohes Hindernis interpretiert.

tiert. Dadurch ist eine einfache Interpretation der Messergebnisse hinsichtlich der Höhe der detektierten Objekte möglich. Ein niedriges Objekt bedeutet in diesem Zusammenhang eine Objekthöhe von kleiner oder gleich 15 cm. Das Vorhandensein eines zweiten Echos deutet auf ein Objekt mit einer Höhe von mehr als 15 cm hin, so dass dessen Befahrbarkeit als nicht gegeben angenommen wird, um beispielsweise eine Beschädigung der Räder des Fahrzeugs zu vermeiden. Dabei sind die Ultraschallsensoren des Kraftfahrzeugs in üblicher Weise seitlich am Kraftfahrzeug, d.h. im Wesentlichen in Höhe des Stoßfängers, angebracht und strahlen seitlich ab.

**[0015]** Folglich wird ein niedriges Hindernis als ein überfahrbarer Bordstein und ein hohes Hindernis als ein nicht überfahrbares Objekt, insbesondere ein nicht überfahrbarer Bordstein, interpretiert. Durch diese Art der Klassifikation ist es auf einfache Art und Weise möglich ein unterstütztes Einparken auch in solchen Situationen zu bewerkstelligen, in denen ein teilweises oder vollständiges Parken auf dem Bordstein aufgrund der Begebenheiten des Umfeldes bzw. der aufgefundenen Parklücke des Kraftfahrzeugs notwendig ist.

**[0016]** Die Parkszenarien sind eine Funktion der Parklückentiefe, wobei die Parklückentiefe mittels des Abstandes zum Bordstein definiert ist. Dabei werden Parkszenarien, in welchen Bordsteinen als überfahrbar gekennzeichnet sind, als unzulässig bewertet, wenn die Umfeldmessung einer Parklücke ergibt, dass der Bordstein in Wirklichkeit nicht überfahrbar ist.

**[0017]** Ferner können Parkszenarien mit einer Priorisierung versehen sein, so dass bei einer Zulässigkeit zweier Parkszenarien für eine in Betracht kommende Parklücke das Szenario mit höherer Priorisierung gewählt und dem Fahrer vorgeschlagen wird.

**[0018]** Ein erfindungsgemäßes Parkassistenzsystem eines Kraftfahrzeugs zur Durchführung des Verfahrens zum unterstützten Einparken eines Kraftfahrzeugs mit einer Umfeldsensorik, umfasst eine auf Ultraschall basierenden Umfeldsensorik zur Bestimmung des Umfeldes des Kraftfahrzeugs und im Umfeld vorhandener Parklücken, sowie eine Einrichtung zur Bestimmung der Überfahrbarkeit von einem in einer detektierten Parklücke angeordnetem Objekt auf der Basis erster und zweiter Echos der ausgesandten Ultraschallwellen der Umfeldsensorik. Auf diese Art ist es möglich dem Fahrer ein unterstütztes Einparken anzubieten, das auch ein teilweises oder vollständiges Parken auf dem Bordstein ermöglicht.

**[0019]** Vorzugsweise weist das Parkassistenzsystem eine Einrichtung zur Auswahl eines Parkszenarios aus einer Vielzahl vorgegebener Parkszenarios als Funktion einer detektierten Parklücke und deren Umfeld auf. Mit anderen Worten, die Parklücke mit deren Umfeld und Begebenheiten bezüglich eines Bordsteins werden mit vorgegebenen Parkszenarien verglichen und es wird das Parkszenario ausgewählt und dem Fahrer vorgeschlagen, welches mit der vermessenen Parklücke übereinstimmt.

**[0020]** Vorzugsweise sind die Parkszenarien eine Funktion der durch die Ultraschallmessung bestimmten Parklückentiefe, wobei die Parklückentiefe definiert ist als der von der Fahrbahnseite gesehene Abstand zum Bordstein.

**[0021]** Eine bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung wird anhand der Zeichnungen erläutert. Dabei zeigt

**Fig. 1** ein Einparken hinter einem stehenden Fahrzeug vor einem Bordstein,

**Fig. 2** ein Einparken zwischen zwei Fahrzeugen auf einem befahrbaren Bordstein,

**Fig. 3** ein erstes Einparkszenario,

**Fig. 4** ein zweites Einparkszenario,

**Fig. 5** ein drittes Einparkszenario,

**Fig. 6** ein viertes Einparkszenario, und

**Fig. 7** ein fünftes Einparkszenario.

**[0022]** **Fig. 1** zeigt eine linksseitige Einparksituation eines Egofahrzeugs EF. Während der Vorbeifahrt misst das Egofahrzeug EF mittels Ultraschall eine Reihe von Messpunkten 1 und 2 mit unterschiedlichem Abstand vom Egofahrzeug EF, wobei bezüglich der Messpunkte 1 nur erste Echos detektiert werden, während für die Reihe 2 der Messpunkte erste und zweite Echos detektiert werden. Daraus wird abgeleitet, dass es sich bei der Reihe 1 um einen im Prinzip überfahrbaren Bordstein B handelt, während es sich bei der Reihe 2 um die linke Seite eines nicht überfahrbaren Gegenstandes, d.h. eines parkenden vorderen Fahrzeugs VF handelt. Entsprechend wird eine Einparktrajektorie T in die Parklücke PL hinter dem parkenden Fahrzeug VF berech-

net, wobei aufgrund des Abstands  $t$  zwischen den gemessenen Reihen 1 und 2, d.h. der Parklückentiefe  $t$ , eine Ausrichtung des Egofahrzeugs EF im parkenden Zustand hinter dem parkenden Fahrzeugs VF und vor dem Bordstein B gewählt wird.

**[0023] Fig. 2** zeigt eine rechtseitige Parksituation eines Egofahrzeugs EF kurz vor der Beendigung eines Einparkvorgangs in eine Parklücke PL entlang einer Einparktrajektorie T. Zu erkennen sind drei Messreihen 3, 4 und 5, die während der Vorbeifahrt des Egofahrzeugs EF entlang der Parklücke PL aufgenommen wurden. Dabei wurde festgestellt, dass für die vordere und hintere Messreihe 3 und 5 sowohl erste als auch zweite Echos detektiert wurden. Folglich handelt es sich hier um „hohe“ Objekte, also parkende Fahrzeuge VF und HF. Für die mittlere Reihe 4 der Messpunkte können nur erste Echos detektiert werden, so dass die mittlere Messreihe 4 mit einem überfahrbaren Bordstein B identifiziert wird. Aus der Lage der „hohen“ Objekte VF und HF zum Bordstein B erkennt das Assistenzsystem, dass die Parklücke PL ein Überfahren des Bordsteins B notwendig macht, da die die Parklücke PL begrenzenden Fahrzeuge VF und HF offensichtlich vollständig auf dem Bordstein B parken. Folglich wird eine entsprechende Einparktrajektorie T ermittelt, um das Egofahrzeug EF in die Parklücke PL einzuparken.

**[0024]** Im Folgenden werden beispielhaft verschiedene Einparkszenarien erläutert, wobei die Aufzählung der Szenarien nicht vollständig ist. Eine grundsätzliche Unterteilung der Einparkszenarien richtet sich nach der Tiefe der Parklücke vor einem Bordstein, wobei von einer Überfahrbarkeit des Bordsteins ausgegangen wird. Kann der Bordstein nicht überfahren werden, obwohl dies aufgrund der Parklückentiefe notwendig wäre, so liegt keine zulässige Parklücke vor. Die folgende Übersicht gibt die Zielposition und die Ausrichtung des Egofahrzeugs als Funktion der Parklückentiefe wieder, wobei eine Fahrzeugbreite von  $b = 1,75$  m angenommen wird. Weist das Egofahrzeug eine andere Breite auf, so kann die Parklückentiefe  $t$  entsprechend angepasst werden. Ferner kann die Einteilung als Funktion der Parklückentiefe  $t$  andere Werte aufweisen.

Tabelle 1.

| Parklückentiefe $t$                     | Zielposition und Ausrichtung                                            |
|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| a) $240 \text{ cm} < t$                 | Ausrichtung am Vorderfahrzeug                                           |
| b) $140 \text{ cm} < t < 240$           | Ausrichtung am Bordstein oder am vorderen Fahrzeug                      |
| c) $40 \text{ cm} < t < 140 \text{ cm}$ | Ausrichtung am Vorderfahrzeug und teilweises Parken auf dem Bordstein   |
| d) $10 \text{ cm} < t < 40 \text{ cm}$  | Parken teilweise auf dem Bordstein und Zielposition Fahrbahnseite 50 cm |
| e) $t < 10 \text{ cm}$                  | Parken vollständig auf dem Bordstein und Ausrichtung am Bordstein       |

**[0025] Fig. 3** zeigt das erste Einparkszenario in schematischer Darstellung, was dem Fall a) der Tabelle 1 entspricht. Die Messung mittels der Ultraschallsensorik hat eine Tiefe  $t$  der Parklücke PL zwischen den beiden parkenden Fahrzeugen HF und VF bis zum Bordstein B von kleiner 2,40m ergeben, wobei die Parklückentiefe  $t$  größer als die Summe gebildet aus der Breite  $b$  des Egofahrzeugs EF, einem vorgegebenen Nominalabstand  $y_1$  zum Bordstein und einem weiteren vorgegebenen inneren Versatz  $y_2$  von hier beispielsweise 50 cm ist. Mit anderen Worten, das Egofahrzeug richtet sich im Fall a) am vorderen Fahrzeug VF aus, wenn der Bordstein B erkannt wurde und  $t > b + y_1 + y_2$  ist.

**[0026]** Der Nominalabstand  $y_1$  zum Bordstein wird dabei definiert als die Endposition des Fahrzeugs relativ zum Bordstein. Der Abstand ist parametrierbar und wird beispielsweise auf einen Wert von 15 cm festgelegt. Die zulässige Toleranz der Fahrzeugendposition bezüglich  $y_1$  wird in der bevorzugten Ausführungsform auf  $\pm 10$  cm. Der innere Versatz  $y_2$  wird definiert als der maximal erlaubte innere Versatz in die Parklücke und beschreibt, wie weit der fahrbahnnächste Punkt der Fahrzeugflanke (ohne Außenspiegel) in der Fahrzeugendposition von der hinteren, der Fahrbahn zugewandten Ecke des vorderen geparkten Fahrzeugs aus gemessen von der Fahrbahn entfernt ist. Der innere Versatz  $y_2$  ist ebenfalls parametrierbar und wird beispielsweise auf 50 cm festgelegt.

**[0027] Fig. 4** deckt den Fall b) der Tabelle 1 ab. Ist die Parklücke groß genug, dass die Summe der Breite des Egofahrzeugs EF und ein vorgegebener Mindestabstand  $y_1$  zum Bordstein B kleiner als die bestimmte Tiefe  $t$  der Parklücke PL ist, so erfolgt die Ausrichtung am vorderen Fahrzeug VF (nicht dargestellt). Mit anderen Worten, das Fahrzeug wird am vorderen Fahrzeug VF ausgerichtet, wenn  $t > b + y_1$ .

**[0028]** Ist die Parklückentiefe  $t$  kleiner als die Breite  $b$  des Egofahrzeugs EF und der vorgegeben Nominalabstand  $y_1$ , also  $t < b + y_1$ , und das Fahrzeug ragt nicht mehr als der maximale äußere Versatz  $y_3$  von beispiels-

weise 50 cm auf die Fahrbahn hinaus, d.h.  $y_3 > b + y_1 - t$ , so richtet sich das Egofahrzeug EF unter Einhaltung des Nominalabstands  $y_1$  am Bordstein B aus. Es ist auch möglich, die Fallunterscheidung im Fall b) der Tabelle 1 nicht zu tätigen und das Egofahrzeug EF immer am Bordstein B unter Einhaltung des Nominalabstands  $y_1$  auszurichten.

**[0029]** Dabei ist  $y_3$  definiert als der maximal äußere Versatz, der beschreibt wie weit der fahrbahnnächste Punkt der Egofahrzeugflanke (ohne Außenspiegel) in der Fahrzeugendposition von der hinteren, der Fahrbahn zugewandten Ecke des vorderen geparkten Fahrzeugs aus gemessen wird. Der Wert von  $y_3$  kann 50 cm betragen.

**[0030]** Fig. 5 zeigt den in Tabelle 1 dargestellten Fall c). Hier liegt die straßenseitige Parklückentiefe  $t$  zwischen 40 cm und 140 cm, d.h. sie ist auf jeden Fall nicht ausreichend für die vorgegebene Breite  $b$  des Egofahrzeugs EF von angenommenen 175 cm, was auch dadurch in Fig. 5 zum Ausdruck kommt, dass das die vordere Parklückenbegrenzung bildende Fahrzeug VF teilweise auf dem Bordstein B parkt. In dem Beispiel der Fig. 5 bildet ein nicht plausibles Objekt O, beispielsweise ein Baum oder eine Straßenlaterne, den hinteren Abschluss der Parklücke PL. Hier besteht das Einparkszenario darin, von dem nicht plausiblen Objekt O einen vorgegebenen Sicherheitsabstand  $x_s$  einzuhalten und das Egofahrzeug ausgerichtet am vorderen Fahrzeug VF auf dem Bordstein B einzuparken. Dabei ist darauf zu achten, dass die inneren Räder des Egofahrzeugs EF einen ausreichenden Abstand vom Bordstein B einhalten, damit sie nicht teilweise auf der Kante des Bordsteins B stehen.

**[0031]** Fig. 6 stellt den Fall d) der Tabelle 1 in schematischer Form dar, wobei die Parklücke PL bildenden Fahrzeuge HF und VF beide mit einer Seite auf dem Bordstein B parken. Liegt die straßenseitige Parklückentiefe  $t$  zwischen 10 cm und 40 cm, so muss verhindert werden, dass das Egofahrzeug EF derart auf dem Bordstein B parkt, dass es mit einem oder beiden Rädern einer Fahrzeugseite nur teilweise auf dem Bordstein B parkt. Das Egofahrzeug EF muss daher so positioniert werden, dass ein Sicherheitsabstand  $y_4$  zwischen der Außenseite des Reifens und dem Bordstein B einen vorgegebenen parametrierbaren Wert innerhalb der durch die Fahrzeuge HF und VF gebildeten Parklücke PL einnimmt, beispielsweise 50 cm.

**[0032]** Fig. 7 zeigt den Fall e) der Tabelle 1 in schematischer Darstellung, wobei die straßenseitige Tiefe  $t$  er durch die beiden Fahrzeug gebildeten Parklücke PL kleiner als 10 cm ist. Aus der Fig. 7 ist zu entnehmen dass die beiden die Parklücke PL bildenden Fahrzeuge HF und PF beide vollständig auf dem Bordstein B stehen, der von der Umfeldsensorik des Egofahrzeugs EF als überfahrbar klassifiziert wurde. Das entsprechende Szenario sieht nun vor dem Fahrer eine Parklücke anzubieten, wenn die straßenabgewandte Tiefe  $t_{\min}$  der Parklücke PL größer oder gleich der Fahrzeugbreite  $b$  plus einem Sicherheitsabstand  $y_1$  zur Kante des Bordsteins B beträgt, d.h.  $t_{\min} \geq b + y_1$ . Trifft dies zu, so wird der als überfahrbar erkannte Bordstein B überfahren und das Egofahrzeug mit dem Sicherheitsabstand  $y_1$  zum Bordstein B in der straßenabgewandten Parklücke PL ausgerichtet.

**[0033]** Die oben genannten Parkszenarios a) bis e) sind nur beispielhaft und nicht vollständig. Eine geeignete Verfeinerung an mögliche Situationen ist selbstverständlich möglich, was zu einer Erweiterung der möglichen Parkszenarios führt.

#### Bezugszeichenliste

|    |                                        |
|----|----------------------------------------|
| B  | Bordstein                              |
| EF | Egofahrzeug                            |
| HF | hinteres Fahrzeug                      |
| VF | vorderes Fahrzeug                      |
| O  | Objekt                                 |
| PL | Parklücke                              |
| T  | Einparktrajektorie                     |
| 1  | Messreihe mit nur ersten Echos         |
| 2  | Messreihe mit ersten und zweiten Echos |
| 3  | Messreihe mit ersten und zweiten Echos |

|       |                                          |
|-------|------------------------------------------|
| 4     | Messreihe nur mit ersten Echos           |
| 5     | Messreihe mit ersten und zweiten Echos   |
| y1    | Nominalabstand Egofahrzeug zum Bordstein |
| y2    | innerer Versatz                          |
| y3    | äußerer Versatz                          |
| y4    | Sicherheitsabstand                       |
| x_s   | Sicherheitsabstand                       |
| b     | Breite Egofahrzeug                       |
| t     | Parklückentiefe                          |
| t_min | straßenabgewandte Parklückentiefe        |

### Patentansprüche

1. Verfahren zum unterstützten Einparken eines Kraftfahrzeugs mit einer auf Ultraschall basierenden Umfeldsensorik in eine mögliche Parklücke, mit den Schritten:

Bestimmen und Ausmessen einer möglichen Parklücke (PL) aus dem durch die Umfeldsensorik erfassten Umfeld, wobei

die Erfassung des Umfeldes auf der Detektion von ersten und zweiten Echos der von der Umfeldsensorik ausgesandten und an Objekten reflektierten Ultraschallwellen basiert,

der Empfang nur eines ersten Echos bezüglich einer Messposition als ein niedriges Hindernis und der Empfang von ersten und zweiten Echos bezüglich einer Messposition als hohes Hindernis interpretiert wird und ein niedriges Hindernis als überfahrbarer Bordstein (B) interpretiert und ein hohes Hindernis nicht überfahrbares Objekt interpretiert wird Auswählen eines Parkszenarios aus einer vorgegebenen Vielzahl von Parkszenarios als Funktion der möglichen Parklücke (PL) und deren Umfeld, wobei jedes Parkszenario eine Funktion der Parklückentiefe (t) ist, wobei die Parklückentiefe als der fahrbahnseitige Abstand zum Bordstein definiert ist, und

Parkszenarien, in welchen Bordsteine (B) als überfahrbar gekennzeichnet sind, als unzulässig bewertet werden, wenn die Umfeldmessung einer Parklücke (PL) ergibt, dass der Bordstein (B) nicht überfahrbar ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass Parkszenarien mit einer Priorisierung versehen sind, so dass bei einer Zulässigkeit zweier Parkszenarien das Szenario mit höherer Priorisierung gewählt wird.

3. Parkassistenzsystem zum unterstützten Einparken eines Kraftfahrzeugs mit einer auf Ultraschall basierenden Umfeldsensorik in eine mögliche Parklücke, wobei das Parkassistenzsystem zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 oder 2 eingerichtet und ausgelegt ist, mit

einer auf Ultraschall basierenden Umfeldsensorik zur Bestimmung des Umfeldes des Kraftfahrzeugs (EF) und im Umfeld vorhandener Parklücken,

einer Einrichtung zur Bestimmung der Überfahrbarkeit von einem in einer detektierten Parklücke angeordnetem Objekt (B) auf der Basis erster und zweiter Echos der ausgesandten Ultraschallwellen der Umfeldsensorik und

einer Einrichtung zur Auswahl eines Parkszenarios aus einer Vielzahl vorgegebener Parkszenarios als Funktion einer detektierten Parklücke (PL) und deren Umfeld, wobei jedes Parkszenario eine Funktion der durch die Ultraschallmessung bestimmten Parklückentiefe (t) ist und die Parklückentiefe als der fahrbahnseitige Abstand zum Bordstein definiert ist.

Es folgen 7 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

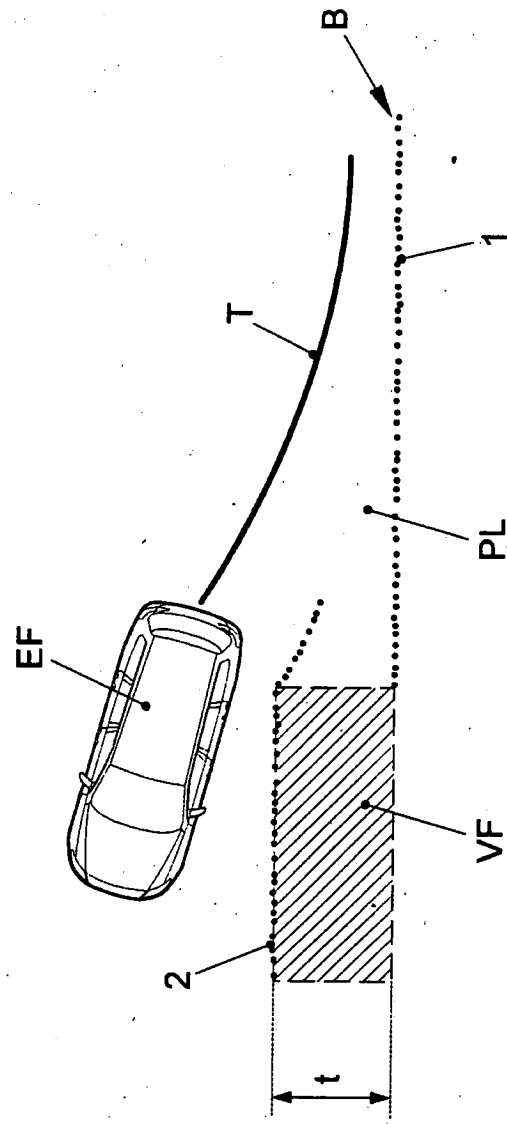


FIG. 1

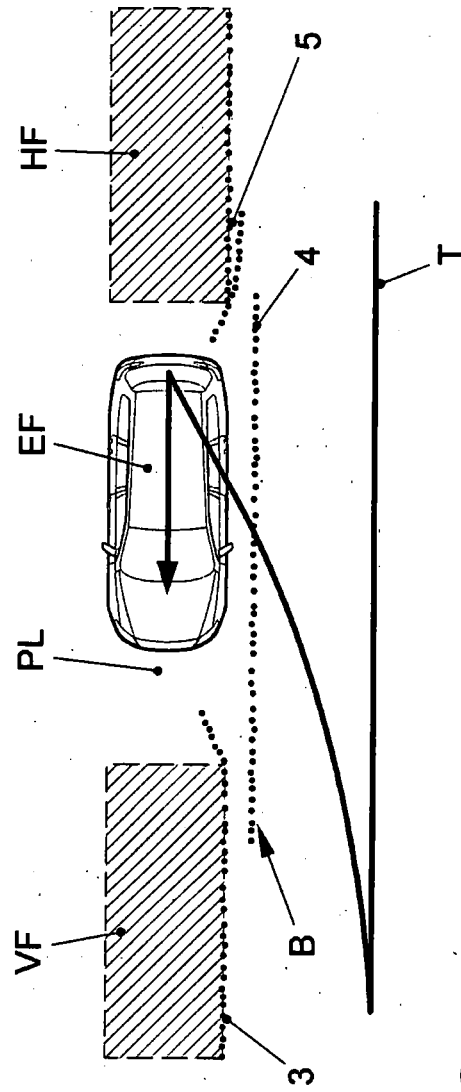


FIG. 2

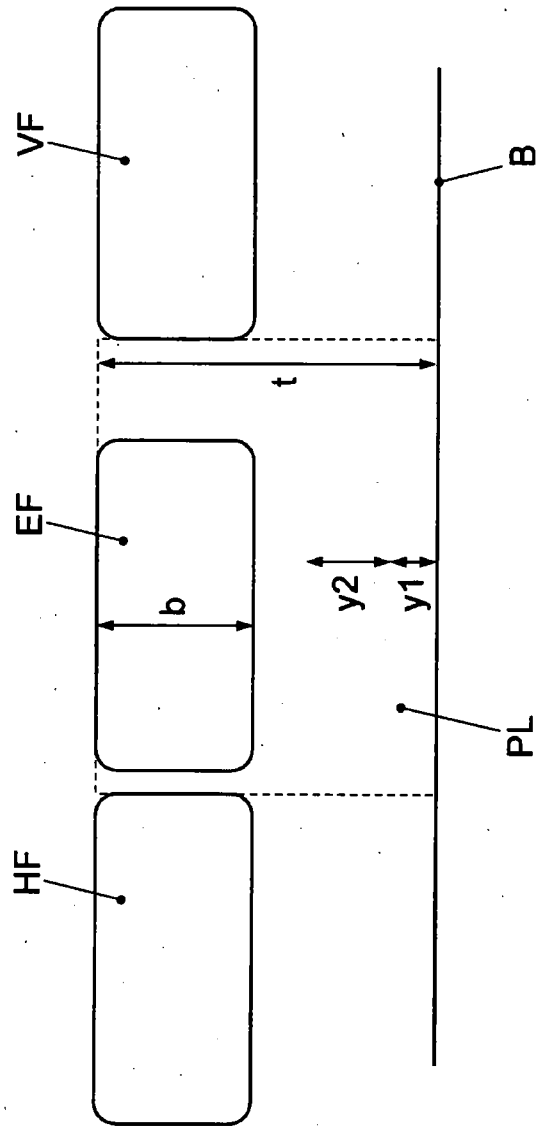


FIG. 3

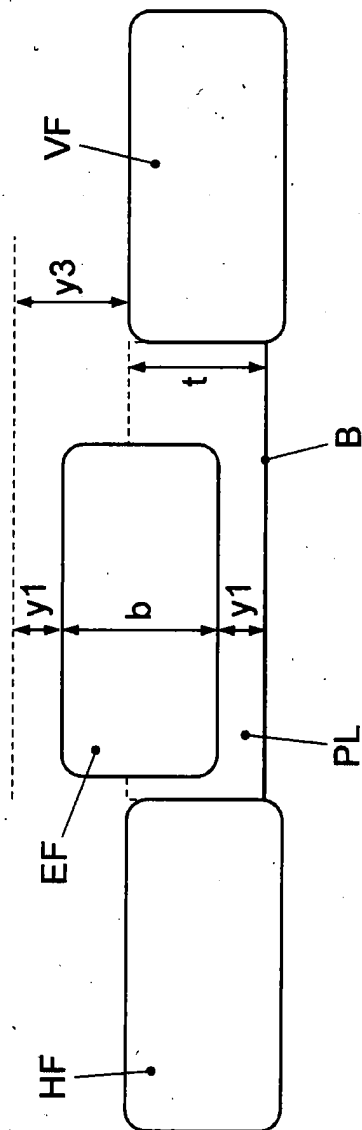


FIG. 4

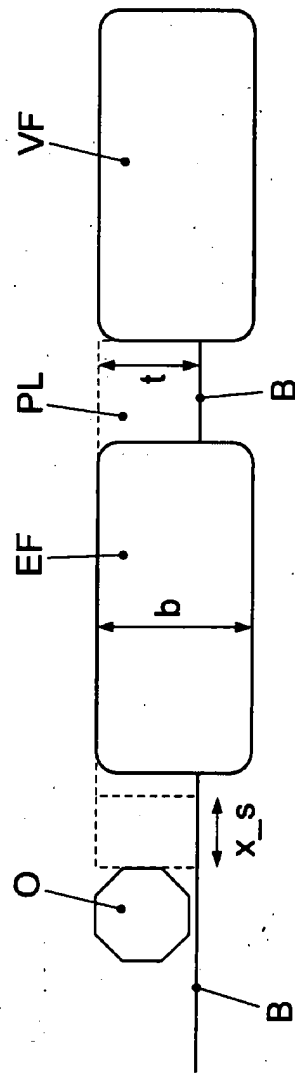


FIG. 5

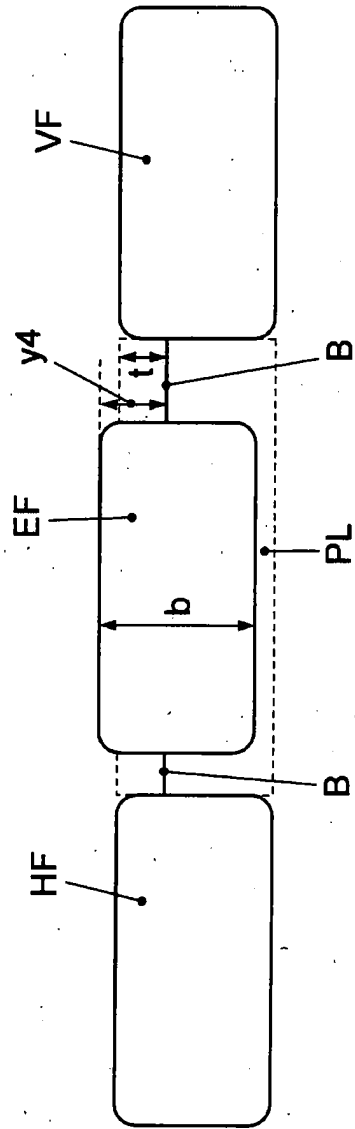


FIG. 6

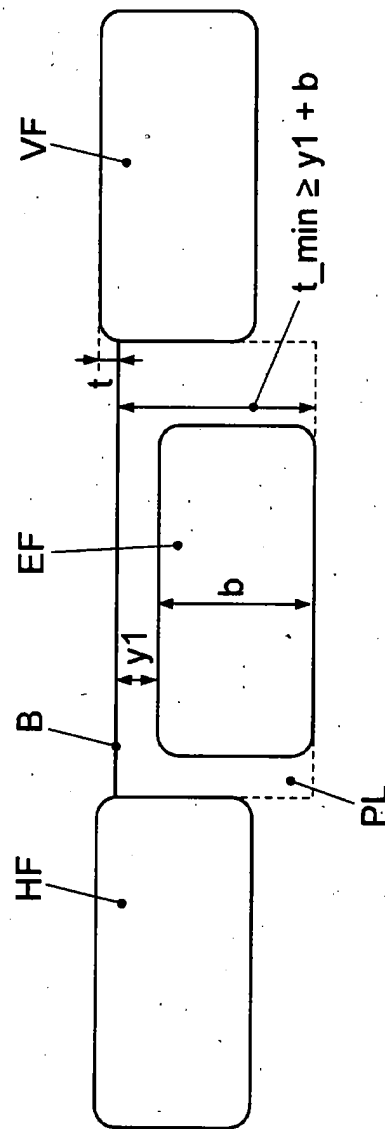


FIG. 7