



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2015 224 553.5**

(22) Anmeldetag: **08.12.2015**

(43) Offenlegungstag: **08.06.2017**

(51) Int Cl.: **B60W 30/08 (2006.01)**

**G08G 1/16 (2006.01)**

(71) Anmelder:  
**Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE**

(72) Erfinder:  
**Pink, Oliver, 70469 Stuttgart, DE; Nordbruch,  
Stefan, 70806 Kornwestheim, DE; Schroeder,  
Christoph, 74385 Pleidelsheim, DE**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Verfahren, Computerprogramm, Speichermedium und Elektronische Steuereinheit zum Betreiben eines Fahrzeugs**

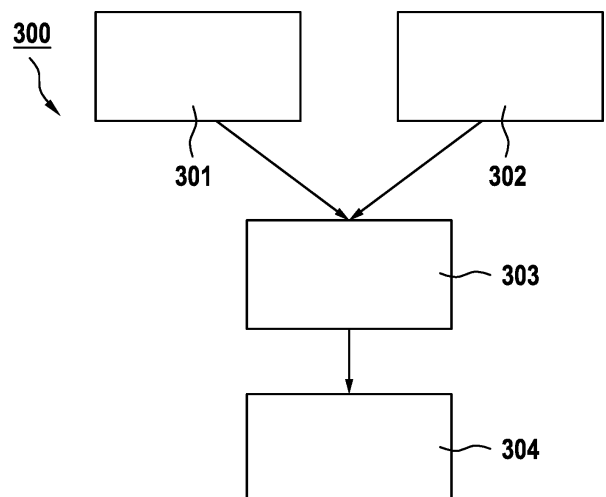
(57) Zusammenfassung: Verfahren zum Betreiben eines Fahrzeugs (FZG) umfassend mindestens eine Assistenzfunktion oder zumindest teilautomatisierte Fahrfunktion mit den Schritten:

Ermitteln (301) mindestens eines sicheren Fahrzustands;

Erfassen (302) des aktuellen Fahrzustands;

Bestimmen (303) eines Zulässigkeitsbereichs (B) für den aktuellen Fahrzustand des Fahrzeugs (FZG) aus dem mindestens einer des mindestens einen sicheren Fahrzustands erreichbar ist;

Betreiben (304) des Fahrzeugs (FZG) mit aktivierbarer oder aktiver Assistenzfunktion oder zumindest teilautomatisierten Fahrfunktion innerhalb des bestimmten Zulässigkeitsbereichs.



**Beschreibung**

## Stand der Technik

**[0001]** Fahrerassistenzsysteme und automatisierte Fahrfunktionen sind häufig nur für den Einsatz innerhalb bestimmter Fahrsituationen bestimmt, beispielsweise in einem fest vorgegebenen Geschwindigkeitsbereich oder auf bestimmten Straßenklassen, z.B. Autobahnen. Um zu vermeiden, dass die Funktionen vom Fahrer außerhalb dieser Bereiche benutzt werden, werden Kriterien, beispielsweise die Fahrzeuggeschwindigkeit überwacht, außerhalb derer eine Aktivierung nicht möglich ist bzw. bei aktiviertem System eine Übernahmeaufforderung an den Fahrer ausgelöst wird.

## Offenbarung der Erfindung

**[0002]** Die vorliegende Erfindung umfasst ein Verfahren, mit dessen Hilfe die Systemgrenzen, mithin ein Zulässigkeitsbereich, beispielsweise die maximal zulässige Geschwindigkeit, für die aktuelle Fahrsituation anhand der Erreichbarkeit von sicheren Fahrzuständen bestimmt werden.

**[0003]** Dadurch können die Systemgrenzen dynamisch bestimmt werden. Dies hat den Vorteil, dass in Situationen mit erhöhtem Risiko die Systemgrenzen enger gefasst werden und in Situationen mit verringertem Risiko die Systemgrenzen weiter ausgelegt werden können.

**[0004]** Somit steht dem Nutzer insgesamt ein größerer und gleichzeitig sicherer Bereich zur Nutzung der zumindest teilautomatisierten Fahrfunktion zur Verfügung.

**[0005]** Die erlaubten Fahrzustände eines Fahrzeugs bzw. die Systemgrenzen bzw. der Zulässigkeitsbereich für einen Fahrzustand mit aktivierter Assistenz- oder zumindest teilautomatisierten Fahrfunktion ergeben bzw. ergibt sich also aus der Gesamtmenge aller Fahrzustände, aus denen mindestens ein definierter bzw. vorgegebener sicherer Zustand erreicht werden kann.

**[0006]** Dazu schafft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zum Betreiben eines Fahrzeugs (FZG) umfassend mindestens eine Assistenzfunktion oder zumindest teilautomatisierte Fahrfunktion mit den Schritten:

Ermitteln mindestens eines sicheren Fahrzustands;  
Erfassen des aktuellen Fahrzustands;  
Bestimmen eines Zulässigkeitsbereichs für einen Fahrzustand / den aktuellen Fahrzustand des Fahrzeugs aus dem mindestens einer des mindestens einen sicheren Fahrzustands erreichbar ist.  
Betreiben des Fahrzeugs mit aktivierbarer oder aktiver Assistenzfunktion oder zumindest teilautomati-

sierten Fahrfunktion innerhalb des bestimmten Zulässigkeitsbereichs.

**[0007]** Vorliegend können unter Assistenzfunktion bzw. zumindest teilautomatisierte Fahrfunktionen Funktionen eines Fahrzeugs verstanden werden, die auf die Steuerung des Fahrzeugs im Allgemeinen und um Speziellen auf Eingriffe in die Längs- bzw. Querführung des Fahrzeugs nehmen.

**[0008]** Die Funktionen sind dazu geeignet die Komplexität der Fahraufgabe zu reduzieren und somit den Fahrer beim Führen des Fahrzeugs zu unterstützen oder in der stärksten Ausbaustufe, den Fahrer vollständig von der Aufgabe des Führens des Fahrzeugs zu entbinden.

**[0009]** Vorliegend können unter sicheren Fahrzustände, insbesondere die nachfolgenden Zustände verstanden werden:

- das Fahrzeug befindet sich im Stillstand
- das Fahrzeug befindet sich im Stillstand innerhalb der eigenen Fahrspur
- das Fahrzeug befindet sich im Stillstand auf einem Seitenstreifen oder in einer Nothaltebucht
- das Fahrzeug befindet sich im Stillstand auf einem Parkplatz
- das Fahrzeug bewegt sich mit einer vorgegebenen Geschwindigkeit

**[0010]** Vorliegend kann ein Fahrzustand durch einen oder mehrere veränderliche Parameter beschrieben sein, beispielsweise:

- die Position des Fahrzeugs
- der Abstand zu einem zweiten Fahrzeug, insbesondere zu einem vorausfahrenden Fahrzeug
- die aktuelle Absolutgeschwindigkeit des Fahrzeugs
- die aktuelle Relativgeschwindigkeit zu einem zweiten Fahrzeug, insbesondere zu einem vorausfahrenden Fahrzeug
- der Abstand zu einem Straßeninfrastrukturelement, insbesondere zu einer Randbebauung

**[0011]** Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform wird zusätzlich eine aktuelle Fahrsituation erfasst und im Schritt des Bestimmens der Zulässigkeitsbereich abhängig von der erfassten Fahrsituation bestimmt.

**[0012]** Gegenüber einer festen Vorgabe der Systemgrenzen, beispielsweise einer festen Höchstgeschwindigkeit, hat insbesondere diese Ausführungsform der Erfindung den Vorteil, dass die Funktion in einem längeren Zeitraum mit bspw. reduziertem Funktionsumfang aktiviert werden kann (mit niedrigerer Geschwindigkeit, z.B. in engen Situationen), bzw. in besonders unkritischen Situationen einen höheren Funktionsumfang aufweisen kann (mit höherer Geschwindigkeit, z.B. bei freier Straße).

**[0013]** Unter einem Zulässigkeitsbereich können daher vorliegend Bereiche um die Parameter eines Fahrzustands verstanden werden, innerhalb derer ein sicherer Betrieb der Funktion gewährleistet werden kann.

**[0014]** Bspw. dadurch, dass sich abhängig von der aktuellen Fahrsituation unterschiedliche Mindest- und Maximalwerte für die Parameter des Fahrzustands ergeben.

**[0015]** Abhängig von der aktuellen Situation können dabei einer oder mehrere zulässige sichere Zustände existieren (z.B. mehrere Positionen auf einem Standstreifen, usw.).

**[0016]** Somit wird gemäß einer Weiterbildung dieser Ausführungsform im Schritt des Ermitteln mindestens eines sicheren Fahrzustands der mindestens eine sichere Fahrzustand abhängig von der aktuellen Fahrsituation ermittelt.

**[0017]** Dies hat den Vorteil, dass abhängig von der aktuellen Fahrsituation auf eine angepasste Menge an sicheren Fahrzuständen zurückgegriffen wird. Dies vereinfacht die Bestimmung des Zulässigkeitsbereichs. Da unter Umständen weniger sichere Fahrzustände zu berücksichtigen sind.

**[0018]** Aus der Bewertung der Erreichbarkeit eines sicheren Zustands lassen sich viele bekannte Heuristiken zur Funktionseinschränkung darstellen. Beispiele sind:

- Sichtbedingungen (Nebel): Eingeschränkte Sichtweite verringert zulässige Höchstgeschwindigkeit (Erreichen des sicheren Zustands innerhalb der Sichtweite)
- Straßenbeschaffenheit (Glatteis): Vergrößerter Sicherheitsabstand zum Vorderfahrzeug, um auch mit geringerer Verzögerung in den sicheren Zustand zu kommen; verringerte Geschwindigkeit, um auch bei Kurvenfahrt z.B. die Spur halten zu können (falls der vorgegebene sichere Zustand dies erfordert)
- Verkehrsdichte (Stau): Einhaltung eines Mindest-(Bremsweg) und Maximalabstands (Sensorreichweite) zum Vorderfahrzeug, innerhalb derer ein Erreichen des sicheren Zustands gewährleistet werden kann

**[0019]** Somit kann vorliegend eine aktuelle Fahrsituation insbesondere durch die nachfolgenden Parameter beschrieben sein:

- eine Sichtbedingung, insbesondere in der Umgebung des Fahrzeugs
- eine Straßenbeschaffenheit, insbesondere in der Umgebung des Fahrzeugs
- eine Verkehrsdichte, insbesondere in der Umgebung des Fahrzeugs

**[0020]** Vorteilhaft ist es, wenn der ermittelte Zulässigkeitsbereich mit dem aktuellen Fahrzustand verglichen wird. Die Reaktion auf ein Verlassen des zulässigen Bereichs erfolgt abhängig vom aktuellen Betriebsmodus: Befindet sich das Fahrzeug nicht in einem zumindest teilautomatisierten Betrieb und ist ausgehend von dem aktuellen Fahrzustand keine Trajektorie in den sicheren Zustand vorhanden, ist die Aktivierung einer zumindest teilautomatisierten Fahrfunktion nicht möglich

**[0021]** Ist eine Assistenzfunktion aktiv oder befindet sich das Fahrzeug in zumindest einem teilautomatisierten Betrieb und ist ausgehend vom aktuellen oder einem vorausgesagten zukünftigen Fahrzustand keine Trajektorie in einen sicheren Zustand möglich, so muss das Verhalten der Funktion angepasst werden (z.B. Abstand vergrößern, Geschwindigkeit reduzieren). Ist keine Verhaltensanpassung möglich, so dass wieder eine Trajektorie in einen sicheren Zustand gefunden werden kann, so wird die Assistenzfunktion bzw. der zumindest teilautomatisierte Betrieb beendet.

**[0022]** Eine Beendigung der Assistenzfunktion bzw. des zumindest teilautomatisierten Betriebs, kann dabei die Übergabe der Fahrfunktion an den Fahrer umfassen.

**[0023]** Mit diesem Verfahren werden ein oder mehrere Fahrzustände bestimmt, von denen aus der sichere Zustand erreicht werden kann.

**[0024]** Dazu können beispielsweise ausgehend von einem bekannten sicheren Zustand alle Trajektorien bestimmt werden, die in diesem Zustand enden. Die Anfangspunkte dieser Trajektorien definieren dann den zulässigen Bereich des Fahrzustands, innerhalb dessen die Funktion aktiv sein darf.

**[0025]** Somit wird gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform im Schritt des Bestimmens, der Zulässigkeitsbereich mittels einer Trajektorienschar bestimmt, wobei jede Trajektorie der Trajektorienschar in mindestens einem des mindestens einen sicheren Fahrzustands endet und der Zulässigkeitsbereich aus der Menge der Anfangspunkte der Trajektorien der Trajektorienschar definiert ist.

**[0026]** Nachfolgend werden Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung anhand von Figuren dargestellt und erläutert. Es zeigen:

**[0027]** Fig. 1a–c einen Zusammenhang zwischen dem Parameter Geschwindigkeit eines Fahrzustands und einer vor dem Fahrzeug liegenden Strecke

**[0028]** Fig. 2 eine schematische Darstellung eines zulässigen Aufenthaltsbereichs

**[0029]** Fig. 3 ein Ablaufdiagramm einer Ausführungsform des Verfahrens gemäß der vorliegenden Erfindung

**[0030]** Die Fig. 1a bis c zeigen einen Zusammenhang zwischen dem Parameter Geschwindigkeit  $V$  eines Fahrzustands und einer vor dem Fahrzeug FZG liegenden Strecke  $S$  und wie am Beispiel der maximal zulässigen Geschwindigkeit ( $V_1$ – $V_6$ ), die Anpassung der Systemgrenzen an die aktuelle Fahrsituation erfolgen kann.

**[0031]** Auf der Ordinate ist die Geschwindigkeit  $V$  aufgetragen. Auf der Abszisse ist die Strecke  $S$  vor dem Fahrzeug FZG aufgetragen.

**[0032]** Die Strecke  $S_1$  ist die aktuelle Reichweite der Sensorik des Fahrzeugs FZG, mithin der „Sichtbereich“ des Fahrzeugs FZG für die zumindest teilautomatisierte Fahrfunktion.

**[0033]** Die Geraden  $g_1$  bis  $g_6$  zeigen schematisch einen Bremsverlauf abhängig von dem zu erwartenden Reibwert der Straße und der maximal zulässigen Geschwindigkeit ( $V_1$ – $V_6$ ) zu Beginn des Bremsmanövers.

**[0034]** Der zu erreichende sichere Fahrzustand kann als „Fahrzeug ist im Stillstand“, d.h. die Geschwindigkeit des Fahrzeugs FZG ist 0 km/h, angenommen werden.

**[0035]** In Fig. 1a ist es deutlich erkennbar, dass die Gerade  $g_1$  erst nach der Strecke  $S_1$ , d.h. im für die Sensoren des Fahrzeugs FZG nicht sichtbaren Bereich die Abszisse schneiden würde. D.h., dass Fahrzeug FZG würde bei der Ausgangsgeschwindigkeit  $V_1$  erst im nicht sichtbaren Bereich vor dem Fahrzeug FZG zum Stehen kommen, demnach wird diese Geschwindigkeit als unzulässige Geschwindigkeit klassifiziert, da der sichere Zustand nicht erreichbar ist. Der bestimmte Zulässigkeitsbereich  $B$  für den Fahrzustandsparameter Geschwindigkeit umfasst daher lediglich die Geschwindigkeiten bis maximal  $V_2$ .

**[0036]** In Fig. 1b ist eine Fahrsituation dargestellt, in der der Reibwert der befahrenen Straße verringert ist, d.h. die Bremsleistung des Fahrzeugs FZG ist verringert. Daher weisen die Gerade  $g_1$  bis  $g_6$  eine geringere Steigung auf. Nun enden die Geraden  $g_1$  bis  $g_3$  erst nach der Strecke  $S_1$  auf der Abszisse. Demnach wird in der Situation, die in der Fig. 1b skizziert ist, der Zulässigkeitsbereich  $B$  für den Fahrzustandsparameter Geschwindigkeit auf lediglich die Geschwindigkeiten bis maximal  $V_4$  bestimmt.

**[0037]** In Fig. 1c wird eine Fahrsituation beispielhaft dargestellt, in der der Reibwert in etwa dem Reibwert gemäß der Fahrsituation von Fig. 1a entspricht. Allerdings liegt für die Sensoren des Fahrzeugs FZG

eine verringerte Sichtweite vor. D.h. die Strecke  $S_1'$  ist kürzer als die Strecke  $S_1$  in den Fahrsituationen dargestellt in den Fig. 1a und b.

**[0038]** Dementsprechend wird der Zulässigkeitsbereich  $B$  für den Fahrzustandsparameter Geschwindigkeit  $V$  auf lediglich die Geschwindigkeiten bis maximal  $V_4$  bestimmt, da nur ausgehend von dieser maximalen Geschwindigkeit bei dem zu erwartenden Reibwert der sichere Zustand „Fahrzeug ist im Stillstand“ innerhalb des für die Sensoren des Fahrzeugs FZG sichtbaren Bereich gewährleistet werden kann.

**[0039]** Fig. 2 zeigt beispielhaft eine schematische Darstellung eines zulässigen Aufenthaltsbereichs

**[0040]** Fig. 2 dient als Beispiel für den Fahrzustandsparameter „Position des Fahrzeugs“. Der Zulässigkeitsbereich  $B$  für diesen Fahrzustandsparameter wird durch die schraffierte Fläche dargestellt. Die Fläche ist so bestimmt worden, dass ein Fahrzeug FZG, das sich innerhalb dieser Fläche befindet, den sicheren Fahrzustand „Fahrzeug ist im Stillstand in einer Nothaltebucht NHB“ erreichen kann.

**[0041]** Befindet sich der Fahrzustand eines Fahrzeug FZG, hier die Position des Fahrzeugs FZG, innerhalb dieses Bereichs, dann lassen sich die zumindest teilautomatisierten Fahrfunktionen aktivieren. Außerhalb des Zulässigkeitsbereichs  $B$  für die Position des Fahrzeugs FZG ist eine Aktivierung der Funktion nicht möglich. Bei aktivierter Fahrfunktion darf der Zulässigkeitsbereich  $B$  nicht verlassen werden.

**[0042]** Es versteht sich von selbst, dass die Beispiele für Zulässigkeitsbereiche  $B$  nach den Fig. 1a–c und Fig. 2 kombiniert werden können.

**[0043]** Fig. 3 zeigt ein Ablaufdiagramm einer Ausführungsform des Verfahrens **300** gemäß der vorliegenden Erfindung.

**[0044]** In Schritt **301** wird mindestens ein sicherer Fahrzustand ermittelt.

**[0045]** In Schritt **302**, der vorliegend parallel dargestellt ist, wird der aktuelle Fahrzustand erfasst. Es versteht sich von selbst, dass der Schritt **302** auch sequentiell vor oder nach dem Schritt **301** ausgeführt werden kann.

**[0046]** In Schritt **303** wird der Zulässigkeitsbereich  $B$  für den aktuellen Fahrzustand bestimmt. Der Zulässigkeitsbereich  $B$  wird danach bestimmt, dass aus dem Zulässigkeitsbereich  $B$  mindestens einer des mindestens einen sicheren Fahrzustands erreicht wird bzw. werden kann.

**[0047]** In Schritt **304** wird das Fahrzeug FZG innerhalb des Zulässigkeitsbereichs B betrieben.

### Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben eines Fahrzeugs (FZG) umfassend mindestens eine Assistenzfunktion oder zumindest teilautomatisierte Fahrfunktion mit den Schritten:

Ermitteln (**301**) mindestens eines sicheren Fahrzustands;

Erfassen (**302**) des aktuellen Fahrzustands;

Bestimmen (**303**) eines Zulässigkeitsbereichs (B) für den aktuellen Fahrzustand des Fahrzeugs (FZG) aus dem mindestens einer des mindestens einen sicheren Fahrzustands erreichbar ist;

Betreiben (**304**) des Fahrzeugs (FZG) mit aktivierbarer oder aktiver Assistenzfunktion oder zumindest teilautomatisierten Fahrfunktion innerhalb des bestimmten Zulässigkeitsbereichs.

2. Verfahren (**300**) nach Anspruch 1, mit dem zusätzlichen Schritt: Erfassen der aktuellen Fahrsituation und wobei im Schritt des Bestimmens (**303**), der Zulässigkeitsbereich (B) abhängig von der erfassten Fahrsituation bestimmt wird.

3. Verfahren (**300**) nach Anspruch 2, wobei im Schritt des Ermitteln (**301**) mindestens eines sicheren Fahrzustands der mindestens eine sichere Fahrzustand abhängig von der aktuellen Fahrsituation ermittelt wird.

4. Verfahren (**300**) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei im Schritt des Bestimmens (**303**), der Zulässigkeitsbereich (B) mittels einer Trajektorien-schar bestimmt wird, wobei jede Trajektorie der Trajektorien-schar in mindestens einem des mindestens einen sicheren Fahrzustands endet und der Zulässigkeitsbereich (B) aus der Menge der Anfangspunkte der Trajektorien der Trajektorien-schar definiert ist.

5. Verfahren (**300**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit den zusätzlichen Schritten: Überprüfen des aktuellen Fahrzustands, ob der aktuelle Fahrzustand in dem bestimmten Zulässigkeitsbereich (B) liegt und wenn der aktuelle Fahrzustand außerhalb des bestimmten Zulässigkeitsbereichs (B) liegt:

Verhindern einer Aktivierung einer automatisierten Fahrfunktion oder Anpassen des aktuellen Fahrzustands, sodass der der Fahrzustand des Fahrzeugs (FZG) in dem bestimmten Zulässigkeitsbereich (B) liegt oder Beenden einer automatisierten Fahrfunktion, insbesondere eines zumindest teilweise automatisierten Betriebens des Fahrzeugs (FZG).

6. Verfahren (**300**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei zumindest die folgenden Zustände sichere Fahrzustände sind:

- das Fahrzeug (FZG) befindet sich im Stillstand;
- das Fahrzeug (FZG) befindet sich im Stillstand innerhalb der eigenen Fahrspur;
- das Fahrzeug (FZG) befindet sich im Stillstand auf einem Seitenstreifen oder in einer Nothaltebucht;
- das Fahrzeug (FZG) befindet sich im Stillstand auf einem Parkplatz;
- das Fahrzeug (FZG) bewegt sich mit einer vorgegebenen Geschwindigkeit.

7. Verfahren (**300**) nach Anspruch nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei ein Fahrzustand mittels einem oder mehrerer der folgenden Parameter beschrieben ist:

- Position des Fahrzeugs (FZG);
- Abstand des Fahrzeugs (FZG) zu einem zweiten Fahrzeug, insbesondere zu einem vorausfahrenden Fahrzeug;
- Geschwindigkeit (V) des Fahrzeugs (FZG);
- Relativgeschwindigkeit des Fahrzeugs (FZG) zu einem zweiten Fahrzeug;
- Abstand zu einem Straßeninfrastrukturelement (NHB), insbesondere zu einer Randbebauung.

8. Verfahren (**300**) nach einem der Ansprüche 2 bis 7, wobei eine Fahrsituation mittels einem oder mehrerer der folgenden Parameter beschrieben ist:

- eine Sichtbedingung, insbesondere in der Umgebung des Fahrzeugs (FZG);
- eine Straßenbeschaffenheit, insbesondere in der Umgebung des Fahrzeugs (FZG);
- eine Verkehrsdichte, insbesondere in der Umgebung des Fahrzeugs (FZG).

9. Computerprogramm, welches eingerichtet ist, alle Schritte des Verfahrens (**300**) nach einem der Ansprüche 1 bis 8 auszuführen.

10. Maschinenlesbares Speichermedium, auf dem das Computerprogramm nach Anspruch 9 gespeichert ist.

11. Elektronische Steuereinheit, die eingerichtet ist, alle Schritte des Verfahrens (**300**) nach einem der Ansprüche 1 bis 8 auszuführen.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1a

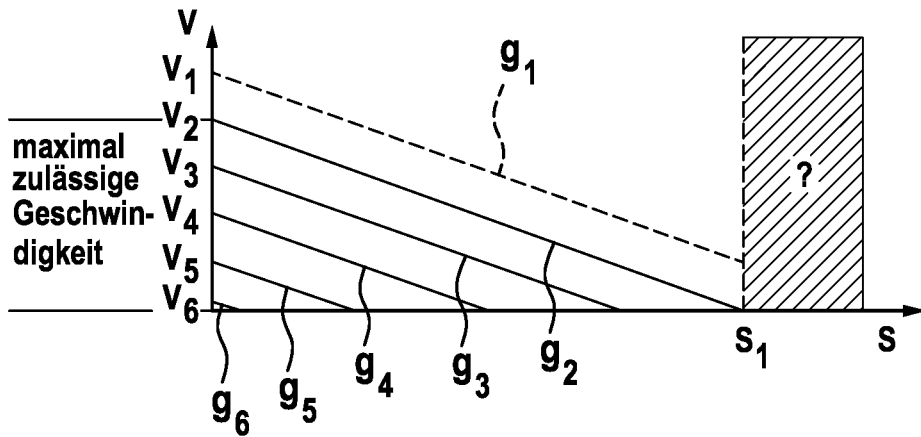
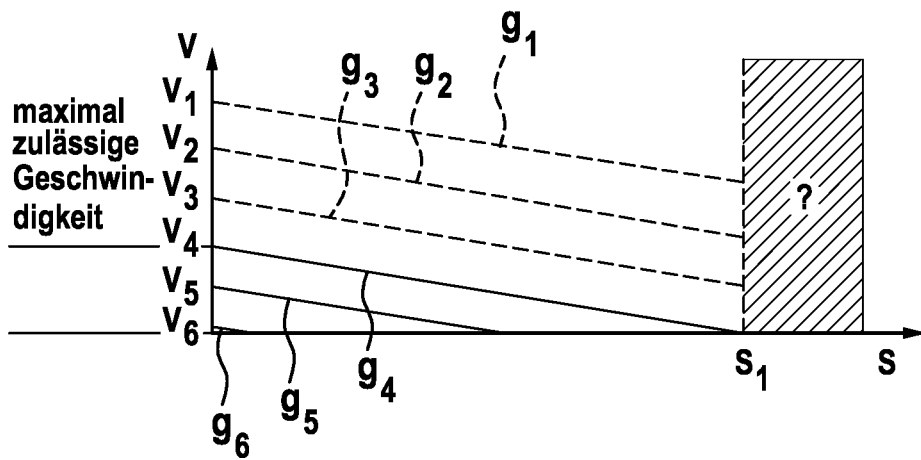
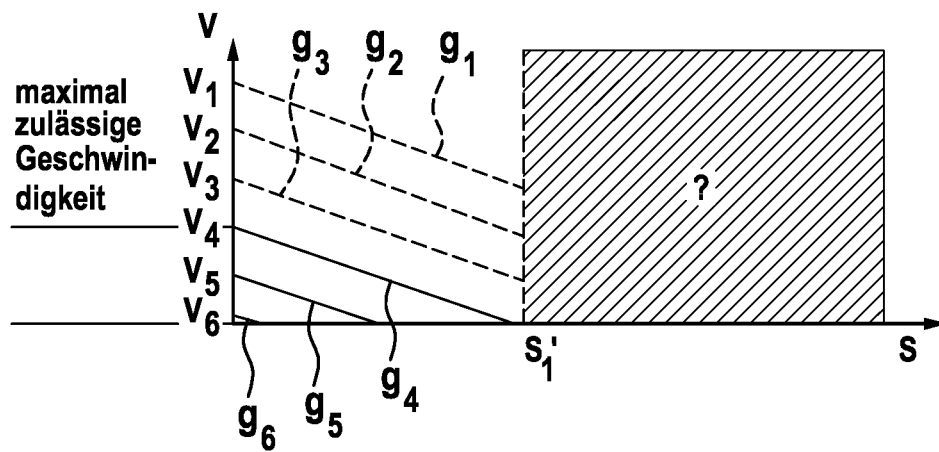


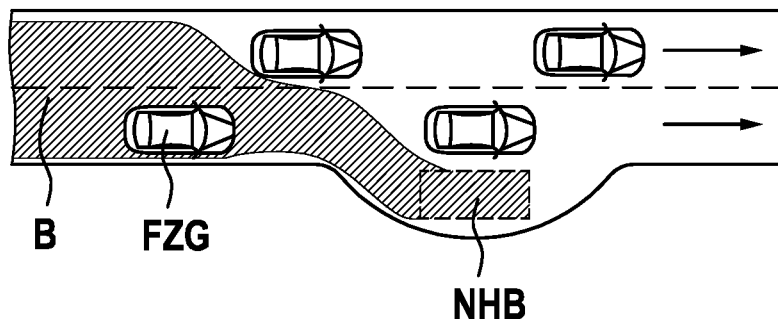
Fig. 1b



**Fig. 1c**



**Fig. 2**



**Fig. 3**

