

(19)



(11)

**EP 3 042 368 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**21.06.2017 Patentblatt 2017/25**

(51) Int Cl.:  
**G08G 1/01 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **14761580.1**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/EP2014/002401**

(22) Anmeldetag: **04.09.2014**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2015/032499 (12.03.2015 Gazette 2015/10)**

(54) **VERFAHREN, AUSWERTESYSTEM UND FAHRZEUG ZUM PROGNOSTIZIEREN VON MINDESTENS EINEM STAUPARAMETER**

METHOD, EVALUATION SYSTEM AND VEHICLE FOR FORECASTING AT LEAST A TRAFFIC JAM PARAMETER

PROCEDE, SYSTEME D'EVALUATION ET VEHICULE POUR ANTICIPER AU MOINS UN PARAMETRE D'UN BOUCHON

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(72) Erfinder:  
 • **BUCHHOLZ, Jan**  
**84030 Ergolding (DE)**  
 • **LORENZ, Stephan**  
**80939 München (DE)**  
 • **LACKO, Tilman**  
**38444 Wolfsburg (DE)**

(30) Priorität: **06.09.2013 DE 102013014872**

(74) Vertreter: **Bauer, Dominik Michael**  
**Audi AG**  
**Patentabteilung**  
**85045 Ingolstadt (DE)**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**13.07.2016 Patentblatt 2016/28**

(73) Patentinhaber:  
 • **Audi AG**  
**85045 Ingolstadt (DE)**  
 • **Volkswagen AG**  
**38436 Wolfsburg (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A2- 0 908 861 DE-A1-102009 029 531**  
**DE-A1-102011 083 677 DE-A1-102012 009 822**

**EP 3 042 368 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft das Gebiet der Fahrzeugtechnik und schlägt ein Verfahren, ein Auswertesystem und ein kooperatives Fahrzeug zum Prognostizieren von mindestens einem Stauparameter vor.

**[0002]** In DE 10 2008 003 039 A1 wird ein Verfahren zur Erkennung von Verkehrszuständen auf der Basis von Messdaten beschrieben, wobei die Messdaten in einem Fahrzeug gewonnen werden. Hierbei wird eine Eigengeschwindigkeit des Fahrzeugs, Abstände und Relativgeschwindigkeiten von anderen Fahrzeugen in der Umgebung des Fahrzeugs erfasst, um eine Verkehrszustandserkennung in dem Fahrzeug selbst durchzuführen.

**[0003]** Ferner sind Systeme zur Erkennung von Verkehrsstaus im Straßennetz bekannt, bei denen Positions- und Bewegungsdaten von vernetzten Fahrzeugen verwendet werden. Hierbei verwendet eine backend-basierte Systemarchitektur, wie beispielsweise ein Server innerhalb eines Kommunikationsnetzwerkes, Bewegungsprofile der vernetzten Fahrzeuge. Das Prinzip der vernetzten Fahrzeuge ist auch unter dem Begriff Floating Car Data (=FCD) bekannt. Es können neben den aktuellen Positionen von Stauanfang und Stauende zusätzliche Werte, wie die Geschwindigkeit innerhalb des Staus oder die Art des Verkehrsflusses ermittelt werden. Die gewonnenen Informationen können über einen Online-Dienst per Mobilfunktechnologie an weitere Fahrzeuge verteilt werden. Diese Bereitstellung von Informationen ermöglicht es, vernetzten Fahrzeugen eine telematische Streckenvorausschau zu generieren und bereits Kenntnis über Gegebenheiten zu erlangen, die mit einer lokalen Umfeldwahrnehmung bislang nicht erfassbar sind. Ein wichtiger Faktor für die Anwendbarkeit der Informationen ist die Genauigkeit der Position des Stauanfangs und des Stauendes, da diese Positionen direkt die Qualität der Stauprognose und davon abhängige Funktionen beeinflusst.

**[0004]** Dokument DE 10 2011 083677 A1 betrifft ein Verfahren zur Prognose einer Verkehrssituation für ein Fahrzeug, bei dem anhand eines aktuellen Zustands des Fahrzeugs und anhand historischer Daten mindestens eine mögliche Zukunft für die Verkehrssituation des Fahrzeugs bestimmt wird.

**[0005]** Eine Beobachtung von Stauenden über einen längeren zeitlichen Verlauf ermöglicht die Prognostizierung der Entwicklung des Stauendes und erlaubt eine Schätzung von zusätzlichen Propagationsparametern, wie Geschwindigkeit und Richtung, in die sich das Stauende im zeitlichen Verlauf weiter entwickeln wird. Dies bedeutet, dass die Entwicklung so weit fortgeschritten ist, dass man nicht nur das Vorhandensein eines Staus feststellen möchte, sondern auch dynamische Parameter des Staus, wie seine Geschwindigkeit und der Ort des Stauanfangs zu einem bestimmten Zeitpunkt. Eine exakte Prognose der sich entwickelnden Stausituation ist relevant für die weitere Planung einer Verkehrsrouten. Für ein im Verkehrsfluss vorhandenes Fahrzeug spielt

der Zeitpunkt des Eintreffens am Stau eine größere Rolle als der Zeitpunkt der Erfassung des Stauendes in der Backend-Architektur. Allerdings sind die bisherigen Prognosen ungenau, um einen Zeitpunkt für ein Eintreffen an einem Stauende vorherzusagen.

**[0006]** Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde eine Lösung vorzuschlagen, auf welche Weise Stauparameter präziser bereitgestellt werden können.

**[0007]** Diese Aufgabe wird mit einem Verfahren zum Prognostizieren von mindestens einem Stauparameter gemäß Anspruch 1 gelöst. Hierbei ist bei dem Verfahren ein Erfassen einer Verkehrsdichte, ein Erfassen einer aktuellen Position, die bei der Erfassung der Verkehrsdichte vorhanden ist und ein Übermitteln der Verkehrsdichte und der aktuellen Position an eine Auswerteeinheit vorgesehen. Ferner weist das Verfahren ein Auswerten der Verkehrsdichte und ein Bereitstellen mindestens eines Stauparameters auf.

**[0008]** Ferner wird die Aufgabe der vorliegenden Erfindung mit einem Auswertesystem zum Prognostizieren von mindestens einem Stauparameter gemäß Anspruch 7 gelöst. Das Auswertesystem weist eine Auswerteeinheit zum Auswerten einer Verkehrsdichte auf. Ferner weist das Auswertesystem eine Übertragungsverbindung zu mindestens einem kooperativen Fahrzeug in einem Zubereich eines Verkehrsstaus und eine Empfangseinheit auf, um die Verkehrsdichte und eine aktuelle Position des kooperativen Fahrzeugs zu empfangen, wobei die aktuelle Position des kooperativen Fahrzeugs bei der Erfassung der Verkehrsdichte vorhanden ist. Hierbei ist mit der Auswerteeinheit die Verkehrsdichte auswertbar. Ferner ist mit der Auswerteeinheit mindestens ein Stauparameter bereitstellbar. Das Auswertesystem weist auf ein kooperatives Fahrzeug zum Bereitstellen einer Verkehrsdichte für ein Prognostizieren von mindestens einem Stauparameter gelöst. Das kooperative Fahrzeug weist mindestens eine Übertragungsverbindung zu einer Auswerteeinheit und eine Erfassungseinheit zum Erfassen der Verkehrsdichte auf. Ferner weist das kooperative Fahrzeug eine Erfassungseinheit auf zum Erfassen der aktuellen Position, die bei der Erfassung der Verkehrsdichte vorhanden ist. Desweiteren weist das kooperative Fahrzeug eine Übertragungseinheit auf zum Übermitteln der Verkehrsdichte und der aktuellen Position über die Übertragungsverbindung an die Auswerteeinheit.

**[0009]** Weitere Vorteilsangaben ergeben sich aus den Unteransprüchen, die für ein Verfahren formuliert wurden, wobei die entsprechenden Merkmale auch für das erfindungsgemäße Auswertesystem und das erfindungsgemäße Fahrzeug gelten.

**[0010]** Die Erfindung geht von einem Prognostizieren von mindestens einem Stauparameter aus, wobei eine Verkehrsdichte ausgewertet wird. Hierbei ist unter einer Verkehrsdichte eine Anzahl an Fahrzeugen pro Strecke zu verstehen. Zur Aufnahme einer Verkehrsdichte kommen Fahrzeuge in Frage, die als kooperative Fahrzeuge ausgestattet sind. Solche kooperativen Fahrzeuge wei-

sen Aufnahmesysteme auf, um andere in der Umgebung vorhandene Fahrzeuge zu lokalisieren. Hierbei kommen als Aufnahmesysteme beispielsweise Kameras, z.B. eine Frontkamera, eine Rückkamera oder eine schwenkbare Kamera im oder am Fahrzeug zum Einsatz. Ferner können auch Radarsysteme zum Einsatz kommen.

**[0011]** Die kooperativen Fahrzeuge können Funkverbindungen zu anderen kooperativen Fahrzeugen aufnehmen. Ferner können die kooperativen Fahrzeuge zu fest installierten Einrichtungen einen Funkkontakt aufnehmen, wie beispielsweise einer zentralen Auswerteeinheit oder einer installierten Schilderbrücke, die Verkehrsdaten sammelt und übermittelt. Ein kooperatives Fahrzeug kann sowohl die Entfernung zu anderen benachbarten Fahrzeugen ermitteln als auch deren Geschwindigkeit. Unter benachbarten Fahrzeugen werden fahrend oder stehende Fahrzeuge in der Umgebung des kooperativen Fahrzeugs verstanden. Das kooperative Fahrzeug kann somit auch die Anzahl der umgebenden Fahrzeuge ermitteln und zusätzlich deren Parameter, wie Geschwindigkeit, Fahrtrichtung und deren aktuelle Position. Insgesamt ist ein kooperatives Fahrzeug mit einer Umfeldsensorik ausgestattet, vorteilhafterweise mit einer Kamera, einem Frontradar und/oder einem Heckradar.

**[0012]** Das Verwenden einer Verkehrsdichte zur Stau-Prognose hat erhebliche Vorteile gegenüber bisher bekannten Verfahren, die andere Parameter verwenden. Im vorliegenden Fall kann eine echte Prognose stattfinden, d.h. in vorausschauender Weise ein Stau prognostiziert werden.

**[0013]** Mit Vorteil kann der Stauparameter eine Position eines Stauanfangs und/oder Stauendes sein. Dies sind ermittelte Stauparameter, die von einer zentralen Auswerteeinheit oder von einem kooperativen Fahrzeug selbst ermittelt werden können. Da kooperative Fahrzeuge auch untereinander kommunizieren können, können Parameter für eine Stauprognose von weiteren Fahrzeugen gesammelt und im eigenen Fahrzeug ausgewertet werden. Es hat jedoch Vorteile, wenn diese Aufgabe eine zentrale Einheit übernimmt, da diese einen besseren Überblick und/oder mehr Rechenleistung hat als ein einzelnes kooperatives Fahrzeug.

**[0014]** Zur Prognose von mindestens einem Stauparameter wird von kooperativen Fahrzeugen, auch teilnehmende Fahrzeuge genannt, ein Wert für das Verkehrsaufkommen bzw. der Verkehrsdichte mit Hilfe von gewichteten Parametern, beispielsweise aus Eigengeschwindigkeit, Anzahl der Fahrzeuge, die mit einer Umfeldsensorik erfasst werden können, Geschwindigkeit dieser Fahrzeuge und Abstände zu diesen Fahrzeugen, Anzahl der kooperativen Fahrzeuge, auch Car2x-fähige Fahrzeuge genannt, in einem bestimmten Gebiet. Je mehr kooperative Fahrzeuge an einer Prognose eines Stauparameters teilnehmen, desto genauer kann die Prognose sein. Aus einem oder mehrerer dieser Faktoren wird eine Verkehrsdichte in einem kooperativen Fahrzeug ermittelt und zusammen mit dessen aktueller Po-

sition über eine Funkverbindung, z.B. mit einem Car2x-System, an eine zentrale Einheit als Auswertesystem, beispielsweise einem Server, und/oder an weitere kooperative Fahrzeuge verteilt. Somit kann auf der zentralen Einheit eine sehr genaue Verkehrsdichteinformation berechnet werden. Ferner können sich die kooperativen Fahrzeuge frühzeitig ein Bild von dem zu erwartenden Verkehrsaufkommen machen.

**[0015]** Die zentrale Einheit, beispielsweise ein Server kann alle übermittelten Informationen zusammenfassen und hat eine sehr genaue Information über den aktuellen Verkehrsfluss in einem bestimmten Gebiet. Je mehr Fahrzeuge gleichzeitig zu einem Gesamt-Verkehrsdichtewert an einer bestimmten Position  $x$  beitragen, desto höher ist die Qualität oder die Güte diese Verkehrsdichtewertes. Der Gesamtdichtewert setzt sich zusammen aus den einzelnen Verkehrsdichtewerten, die von den einzelnen kooperativen Fahrzeugen an die zentrale Einheit übermittelt wurden. Hierbei können die Verkehrsdichtewerte der einzelnen Fahrzeuge mit einem Gütefaktor versehen werden, um beispielsweise die Qualität der übermittelten Information zu berücksichtigen. Die Qualität des übermittelten Verkehrsdichtewertes von einem kooperativen Fahrzeug hängt beispielsweise von dem verwendeten Erfassungssystem im kooperativen Fahrzeug ab, dem Technologiestadium des Erfassungssystems und dessen Modellausführung.

**[0016]** Die zentrale Einheit ermittelt aus den erhaltenen Verkehrsdichtewerten der einzelnen kooperativen Fahrzeuge eine Näherungsfunktion. Diese Näherungsfunktion zeigt das Verkehrsaufkommen über den Streckenverlauf. Basierend auf einer digitalen Straßenkarte können Parameter zur Korrektur einer Stauprognose verwendet werden. Hierbei können noch Informationen von zu- und abführenden Strassen berücksichtigt werden, wie beispielsweise Autobahnkreuze. Die einzelnen Pfade, d.h. die zu- und abführenden Strassen, berücksichtigen die Richtung des Verkehrsflusses und können mit Wahrscheinlichkeiten gewichtet werden.

**[0017]** Aus den Verkehrsinformationen und den Pfadwahrscheinlichkeiten, bei Zulauf auf den Stau bzw. Ablauf von dem Stau, kann die Entwicklung des Staus bis zum Zeitpunkt des eigenen Eintreffens bestimmt werden.

**[0018]** Vorteilhafterweise wird das Erfassen der Verkehrsdichte in einem Zulaufbereich eines Verkehrsstaus durchgeführt. Ein Verkehrsaufkommen in einem Zulauf auf ein Stauende kann ein wichtiger Indikator für die Weiterentwicklung des Staus bis zum Zeitpunkt des eigentlichen Eintreffens des eigenen Fahrzeugs am Stau sein. Entsprechend wird mit Vorteil der Verlauf des Verkehrsaufkommens von der aktuellen eigenen Position bis zum Stauende ermittelt. Mit eigener Position ist hier die Position eines kooperativen Fahrzeugs gemeint, das sich auf ein Auffahren auf ein Stauende vorbereiten möchte. Eine Vorbereitung kann in Form eines Vorschlags für eine Stauausweichroute geschehen oder eine Information, wann ein Stauende erreicht wird.

**[0019]** Ferner kann ein Berücksichtigen von mindes-

tens einem Zuflussparameter bei dem Auswerten der Verkehrsdichte vorgesehen werden. Ein Zuflussparameter wird in einem Zuflussbereich eines Staus ermittelt und ist beispielsweise die Geschwindigkeit des eigenen Fahrzeugs, die Geschwindigkeit von Fremdfahrzeugen, die beispielsweise dennoch erfasst werden, obwohl sie keine kooperativen Fahrzeuge sind. Erfindungsgemäß werden historische Daten bei dem Auswerten der Verkehrsdichte berücksichtigt. Eine Stausituation, d.h. der Anfang und das Ende eines Staus, kann anhand des aktuellen zeitlichen Verlaufs unter Verwendung von historischen Daten prognostiziert werden. Dabei kann der aktuelle zeitliche Verlauf mit geeigneten Zeitverläufen aus der Vergangenheit, wie gleiche Uhrzeit, gleicher Wochentag, etc., verglichen werden. Stimmen die Verläufe im zeitlich überdeckten Bereich überein, kann anhand des zeitlichen Verlaufs der Vergangenheit die zukünftige Stauentwicklung vorhergesagt werden. Bei einer gleichmäßigen Abweichung zwischen dem aktuellen und dem historischen Datensatz kann der zeitliche Verlauf der aktuellen Situation durch Hinzufügen eines konstanten Offsets, d.h. eines konstanten Wertes, auf den historischen Datensatz extrapoliert werden. Ferner, bei sprunghaften, stochastischen Abweichungen können zusätzliche Verkehrsinformationen, wie Unfallsituation, Festveranstaltung, etc. berücksichtigt werden und/oder anhand von historischen ermittelten Verfallszeiten eine Prognose über die Auflösung des Staus bis zum Eintreffen des eigenen Fahrzeugs beim potentiellen Stauende erstellt werden.

**[0020]** Ferner kann ein Gewicht eines möglichen Stauausweichpfades mit einer Wahrscheinlichkeit bei dem Auswerten der Verkehrsdichte vorhanden sein. Die Berechnung eines Stauausweichpfades kann das angestrebte Fahrziel eines Fahrzeugs, beispielsweise aufgrund von historischen Daten oder aufgrund einer Eingabe in einem Navigationsgerät, berücksichtigen. Ferner kann aufgrund von historischen Daten vorhergesagt werden, wie viele Fahrzeuge möglicherweise aus Gewohnheit den Stauausweichpfad verwenden, ohne auf den eigentlichen Stau zu reagieren. Dies bedeutet, es wird der Fluss von Fahrzeugen mit berücksichtigt, die sowieso diesen Pfad fahren wollten und nicht vom Stau betroffen sind.

**[0021]** Auch kann ein Berücksichtigen eines Gütefaktors bei dem Auswerten der Verkehrsdichte vorgesehen werden. Es kann ein fahrzeugspezifischer Gütewert bei dem Auswerten der Verkehrsdichte berücksichtigt werden. Zur Berücksichtigung unterschiedlicher Qualitätsniveaus der eingebauten Sensorsysteme in den kooperativen Fahrzeugen kann zusammen mit dem Verkehrsdichtewert ein fahrzeugspezifischer Gütewert an eine zentrale Einheit, z.B. einen Server, und/oder andere Fahrzeuge übermittelt werden. Auf diese Weise können unterschiedliche technische Sensorstände in den Fahrzeugen berücksichtigt werden. Mit anderen Worten können durch eine fahrzeugspezifischen Gütewert verschiedene Technologiestufen berücksichtigt werden. Falls zu einem

späteren Zeitpunkt noch genauere Sensorsysteme zur Verfügung stehen, könnten die Werte solcher Fahrzeuge höher priorisiert sein als die Werte von Fahrzeugen mit älteren oder fehleranfälligeren Systemen. Auf diese Weise wird berücksichtigt, dass neuere Technologien in neuen Fahrzeugen mit einer höheren Messgenauigkeit Parameter ermitteln als ältere Technologien in älteren Fahrzeugen.

**[0022]** Im folgenden wird die Erfindung und deren Weiterbildungen anhand von beispielhaften Ausführungsbeispielen beschrieben. Die folgenden Figuren sind schematisch und nicht maßstabsgerecht dargestellt.

Fig. 1 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel mit einer Stausituation von Fahrzeugen, bei der ein Prognostizieren von mindestens einem Stauparameter stattfindet; und

Fig. 2 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel mit einer Stausituation, bei der aufgrund einer Prognose von Stauparametern Ausweichpfade zur Umgehung des Staus vorgeschlagen werden.

**[0023]** Fig. 1 zeigt eine erste Stausituation 10 mit einer Vielzahl von Fahrzeugen 11-22, wobei sich eine erste Gruppe von Fahrzeugen 11-16 in einem Zulaufbereich 31 auf den Stau hin befinden und wobei sich eine zweite Gruppe von Fahrzeugen 17-22 bereits in einem Staubereich 32 befinden. Der Zulaufbereich 31 und der Staubereich 32 sind schematisch dargestellt. In dem Zulaufbereich 31 haben die Fahrzeuge 11-16 noch die Möglichkeit eine höhere Geschwindigkeit zu fahren, während den Fahrzeugen 17-22 im Staubereich 32 durch das langsame Fortbewegen des Staus oder den Stillstand des Staus eine Geschwindigkeit vorgegeben wird. Demnach bewegen sich die Fahrzeuge 11-16 deutlich schneller als die Fahrzeuge 17-22. Für die Fahrzeuge 11-16 im Zulaufbereich 31 ist es nun interessant, etwas über den bevorstehenden Stau und seine Parameter zu erfahren. Ein Stauparameter ist beispielsweise der Ort des Stauanfanges.

**[0024]** Im vorliegenden Beispiel wird aus der Sicht des Fahrzeugs 11 ein beispielhaftes Verfahren zum Prognostizieren von Stauparametern beschrieben. Das Fahrzeug 11, wie auch die Fahrzeuge 12, 15 und 18 sind als kooperative Fahrzeuge ausgebildet. Dies bedeutet, dass sie an einem Verfahren zum Prognostizieren von Stauparametern teilnehmen können. Diese Fahrzeuge 11, 12, 15, 18 sind mit jeweils mindestens einer Erfassungseinheit 41-44 zum Erfassen der Verkehrsdichte ausgestattet, beispielsweise jeweils eine Kamera. Ferner sind diese Fahrzeuge 11, 12, 15, 18 jeweils mit einer Übertragungseinheit 51-54 ausgestattet, die es ermöglicht, die ermittelte Verkehrsdichte und eine dabei ermittelte Position des jeweiligen Fahrzeugs 11, 12, 15, 18 an eine zentrale Auswerteeinheit 60 über eine Übertragungsverbindung 61 zu übermitteln. Die zentrale Auswerteeinheit 60 ist hier als Einheit in einem ortsfesten Servicecenter ausgebildet. Das Servicecenter wird beispielsweise von

einem oder mehreren Autoherstellern betrieben und dient als Service für seine Kunden.

**[0025]** Die kooperativen Fahrzeuge erfassen unabhängig voneinander eine Verkehrsdichte, die in ihrer aktuellen Situation auf der Fahrbahn vorhanden ist. Hierbei erfassen die kooperativen Fahrzeuge auch gleichzeitig ihre aktuelle Position, da die Verkehrsdichte von der Position eines jeden einzelnen Fahrzeugs abhängig ist. So ermittelt beispielsweise das Fahrzeug 12 einen anderen Werte einer Verkehrsdichte als das Fahrzeug 18, das sich bereits im Stau befindet. Da die Verkehrsdichte als Fahrzeuge pro Strecke definiert ist, ermittelt das Fahrzeug 18 kleinere Abstände bis zu seinen Nachbarfahrzeugen als das Fahrzeug 12. Die ermittelte Verkehrsdichte des Fahrzeugs 18 ist demnach höher als die ermittelte Verkehrsdichte des Fahrzeugs 12.

**[0026]** Das Ermitteln der Verkehrsdichte ist in dem beigefügten Diagramm 70 in der Fig. 1 gezeigt. Hierbei ist auf der x-Achse die Position x oder der Ort x eines Fahrzeugs angegeben, während auf der y-Achse eine Verkehrsinformation aufgetragen ist. Die markierten Stellen 71, 72, 73, 74 sind die ermittelten Verkehrsdichtewerte der Fahrzeuge 11, 12, 15, 18. Eine gestrichelte Linie deutet eine Korrelation zwischen den ermittelten Verkehrsdichten zu den jeweiligen Fahrzeugen 11, 12, 15, 18 an. Die ermittelten Verkehrsichten 71-74 der kooperativen Fahrzeuge liegen auf einer Näherungskurve 75, die zentral von der Einheit 60 bei der Auswertung der Verkehrsdichten 71-74 ermittelt werden kann. Die Verkehrsdichten 71-74 ergeben sich aus mehreren Messungen eines einzelnen Fahrzeuges, nämlich jeweils einer Messung zu einem benachbarten Fahrzeug, das in Sicht der Kamera des ermittelnden Fahrzeugs ist. Hierbei geht die Entfernung zu dem benachbarten Fahrzeug in die Ermittlung ein. Ferner kann eine Gewichtung erfolgen, ob ein benachbartes Fahrzeug vor oder hinter dem eigenen Fahrzeug ermittelt wurde.

**[0027]** Eine ermittelte Verkehrsdichte des eigenen Fahrzeuges berücksichtigt alle benachbarten Fahrzeuge, die mit den installierten Erfassungssystemen des eigenen Fahrzeugs erfassbar sind. Somit ist die Verkehrsdichte eine Zusammenfassung von erfassten Fahrzeugen in der Umgebung des Fahrzeugs, das die Verkehrsdichte ermittelt. Dieser ermittelte Wert der Verkehrsdichte eines einzelnen Fahrzeugs wird als Verkehrsdichte 71-74 verstanden. Ferner können mehrere ermittelte Verkehrsdichten von verschiedenen Fahrzeugen für einen Ort x zusammengefasst werden, beispielsweise von der zentralen Einheit 60, die zeitlich versetzt von mehreren Fahrzeugen mit deren Position einzelne Verkehrsdichten 71-74 sammelt. Der zusammengefasste Wert von einzelnen ermittelte Verkehrsdichten mehrer Fahrzeuge ist dann ein Gesamtwert der Verkehrsdichten oder Gesamt-Verkehrsdichtewert, der von der zentralen Einheit 60 ermittelt wird und kooperativen Fahrzeugen direkt oder indirekt als Information bereitgestellt wird.

**[0028]** Die ermittelten Verkehrsdichten 71-74 können als relative Zahl angegeben werden, beispielsweise in

einem Wertebereich von 0 bis 10, wobei der Wert 0 freie Fahrt bedeutet, ab dem Wert 4 ein Zulauf auf einen Stau vorhanden ist und ab dem Wert 7 eine Stausituation vorhanden ist.

5 **[0029]** Das Fahrzeug 11 ermittelt beispielsweise eine Verkehrsdichte des Wertes 4, da es mit einer Rückkamera kein weiteres Fahrzeug erkennt und mit einer Frontkamera das Fahrzeug 12 und das Fahrzeug 13 erkennt. Das Fahrzeug 12 ermittelt beispielsweise eine Verkehrsdichte des Wertes 5, da es mit einer Rückkamera das Fahrzeug 11 erkennt und mit einer Frontkamera die beiden Fahrzeuge 14 und 13 erkennt. Weitere Fahrzeuge in Frontrichtung werden durch die bereits erkannten Fahrzeuge überdeckt und werden nicht erkannt. Das Fahrzeug 15 ermittelt ebenso wie das Fahrzeug 12 beispielsweise eine Verkehrsdichte des Wertes 5, da es mit einer Rückkamera das Fahrzeug 14 und 13 erkennt und mit einer Frontkamera das Fahrzeug 16 erkennt. Das Fahrzeug 15 ermittelt den gleichen Verkehrsdichtewert wie das Fahrzeug 12, mit einer Erfassung von insgesamt drei Fahrzeugen. Das Fahrzeug 18 befindet sich bereits im Verkehrsstau 32 und erfasst vier Fahrzeuge, nämlich Fahrzeuge 17 und 20 mit einer Rückkamera und Fahrzeuge 19 und 22 mit einer Frontkamera. Das Fahrzeug 21 liegt seitlich vom Fahrzeug 18 und könnte mit einer schwenkbaren Kamera erfasst werden. Das Fahrzeug ermittelt einen Verkehrsdichte des Wertes 10, da die Abstände zu den ermittelten Nachbarfahrzeugen gering sind und die Geschwindigkeit des Fahrzeugs 18 Null ist, da es im Staubereich 32 mit seinen Nachbarfahrzeugen steht. Wäre eine Geschwindigkeit des Fahrzeugs 18 vorhanden, so könnte dies in eine Ermittlung der Verkehrsdichte einfließen, so dass sich beispielsweise ein geringerer Wert von 9 ergeben würde.

35 **[0030]** Die Ermittlung der Verkehrsdichte geschieht in diesem Beispiel in jedem einzelnen kooperativen Fahrzeug und wird von diesen jeweils zusammen mit der aktuellen Fahrzeugposition, beispielsweise in Form von GPS-Daten, an die Auswerteeinheit 60 übermittelt und dort von einer Erfassungseinheit 62 oder Empfangseinheit 62 empfangen. Dort werden die Daten gesammelt und ein oder mehrere Stauparameter ausgewertet.

40 **[0031]** Nach der Auswertung der Verkehrsdichteinformationen kann die Auswerteeinheit 60 mit einer Übertragungseinheit 63 einen oder mehrere Stauparameter den kooperativen Fahrzeugen 11, 12, 15, 18 bereitstellen. Als Stauparameter können hierbei der Ort des Stauendes, der Ort des Stauanfangs, die durchschnittliche Geschwindigkeit in dem Zulaufbereich des Staus 31, die durchschnittliche Geschwindigkeit in dem eigentlichen Staubereich 32 und mögliche Ausweichpfade innerhalb des Stauzulaufbereichs und vor Erreichen des Staubeginns in Frage. Das Interesse für die verschiedenen Stauparameter kann für jedes Fahrzeug verschieden sein. Beispielsweise ist für das Fahrzeug 11 interessant, ob es noch vor dem Erreichen des Stauendes eine Ausweichmöglichkeit auf einer Alternativroute hat. Für das Fahrzeug 18 hingegen ist von Interesse, an welchem Ort

der Staubeginn liegt und welche Zeit das Fahrzeug 18 noch benötigt, um den Stau verlassen zu können.

[0032] Fig. 2 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel mit einer zweiten Stausituation 40, wobei von dem Verkehrsaufkommen mit den Fahrzeugen 11-22 aus dem ersten Ausführungsbeispiel der Fig. 1 ausgegangen wird. Fig. 2 zeigt eine Verkehrssituation, die zeitlich nach der Situation der Fig. 1 folgt. Hierbei ist Fahrzeug 16 bereits auf den Stau aufgefahren und bildet nun das Stauende im Bereich 32. Die beiden Fahrzeuge 19 und 32 bilden nach wie vor den Stauanfang im Bereich 32. Das kooperative Fahrzeug 15 befindet sich noch im Zulaufbereich 31 des Staus, kann aber auf keine alternative Route geführt werden, da kein Abzweig für einen Stauausweichpfad in Fahrtrichtung voraus vorhanden ist. Über die zentrale Einheit 60 wird nun das Fahrzeug 15 vor dem Stau gewarnt, um zu verhindern, dass es sich mit hoher Geschwindigkeit dem Stauende nähert. Die zentrale Einheit 60 übermittelt dem Fahrzeug 15 eine Relativposition des Staus, beispielsweise in 500 Metern Stau in Bezug auf die derzeitige Position des Fahrzeugs 15. Ferner übermittelt die zentrale Einheit 60 dem Fahrzeug 15, dass es in etwa 11 Sekunden das Stauende erreichen wird.

[0033] Die Situation für die kooperativen Fahrzeuge 11 und 12 unterscheiden sich in Fig. 2 von der Situation des kooperativen Fahrzeugs 15. Für die beiden Fahrzeuge 11, 12 ergibt sich noch eine Ausweichmöglichkeit zur Vermeidung des Staus. Ein Stauausweichpfad 80 befindet sich in Fahrtrichtung der beiden Fahrzeuge 11 und 12. Die zentrale Einheit 60 berechnet jeweils für die Fahrzeuge 11 und 12 unter Berücksichtigung jeweils ihrer Fahrziele, ob der Stauausweichpfad 80 geeignet ist, um schneller an das gewünschte Ziel zu gelangen.

[0034] Für das Fahrzeug 12 ist der Stauausweichpfad 80 ungünstig, da die zentrale Einheit 60 historische Daten bei der Ermittlung der Verkehrsdichte für diesen Stauausweichpfad 80 und eine nachfolgende notwendige Route 81 für das Fahrzeug 12 berücksichtigt hat. Die zentrale Einheit 60 kommt zu dem Ergebnis, dass bei der nun vorliegenden Tageszeit für das Fahrzeug 12 zeitlich günstiger ist, den Stauausweichpfad nicht zu verwenden, da auf diesem sich ebenso mit einer hohen Wahrscheinlichkeit ein Stau bildet wie im Staubereich 32, der jedoch wesentlich länger ist als der Stau des Staubereichs 32.

[0035] Die Situation der Fig. 2 ist für das Fahrzeug 11 anders als für das Fahrzeug 12. Das Fahrzeug 11 hat ein anderes Fahrziel als das Fahrzeug 12. Nach Vorschlag der zentralen Einheit 60 kann es den Stauausweichpfad 80 fahren, da sich danach eine andere Fahrtroute 82 ergibt. Diese Fahrtroute 82 führt nicht wie bei Fahrzeug 12 in einen weiteren Stau, sondern in eine staufreie Strasse, die zur gegebenen Uhrzeit wenig befahren ist. Fahrzeug 11 könnte diese Strasse zwar auch verwenden, würde aber zu große Umwege nehmen müssen, die längere Zeit in Anspruch nehmen würden, als den Stau des Bereichs 32 zu durchfahren.

[0036] Insgesamt ist eine genauere Prognose der zu-

künftigen Stauposition möglich, da die Verkehrsdichte zur Beurteilung der Verkehrssituation und deren Entwicklung herangezogen wird. Das Prinzip der vernetzten Fahrzeuge oder kooperativen Fahrzeuge, auch Floating Car Data (=FCD) genannt, kann mit der vorgestellten Vorgehensweise verbessert werden.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Prognostizieren von mindestens einem Stauparameter, aufweisend

- Ermitteln einer Verkehrsdichte (71-74) mit einer Erfassungseinheit (41-44) eines kooperativen Fahrzeugs (11, 12, 15, 18);
- Erfassen einer aktuellen Position (x) des kooperativen Fahrzeugs (11, 12, 15, 18), die bei der Erfassung der Verkehrsdichte (71-74) vorhanden ist;
- Übermitteln der Verkehrsdichte (71-74) und der aktuellen Position (x) an eine Auswerteeinheit (60);
- Auswerten der Verkehrsdichte (71-74) mit der Auswerteeinheit; und
- Bereitstellen des mindestens einen Stauparameters mit der Auswerteeinheit,

wobei historische Daten bei dem Auswerten der Verkehrsdichte (71-74) berücksichtigt werden, wobei ein aktueller zeitlicher Verlauf mit geeigneten historischen Zeitverläufen verglichen wird,

**dadurch gekennzeichnet, dass** bei einer gleichmäßigen Abweichung zwischen den aktuellen und den historischen Daten ein zeitlicher Verlauf einer aktuellen Situation durch Hinzufügen eines konstanten Wertes auf die historischen Daten extrapoliert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Stauparameter eine Position eines Stauanfangs und/oder Stauendes ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, wobei das Erfassen der Verkehrsdichte (71-74) in einem Zulaufbereich (31) eines Verkehrsstaues durchgeführt wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, ferner aufweisend Berücksichtigen von mindestens einem Zuflussparameter bei dem Auswerten der Verkehrsdichte (71-74).

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, ferner aufweisend Gewichten eines möglichen Stauausweichpfades (80) mit einer Wahrscheinlichkeit bei dem Auswerten der Verkehrsdichte (71-74).

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, ferner aufweisend Berücksichtigen eines fahrzeugspezifischen Gütwerts bei dem Auswerten der Verkehrsdichte (71-74).

7. Auswertesystem zum Prognostizieren von mindestens einem Stauparameter, aufweisend

- ein kooperatives Fahrzeug (11, 12, 15, 18) zum Bereitstellen einer Verkehrsdichte (71-74);

- eine Auswerteeinheit (60) zum Auswerten der Verkehrsdichte (71-74); und

- eine Übertragungsverbindung (61) von dem kooperativen Fahrzeug (11, 12, 15, 18) zu der Auswerteeinheit (60) und eine Übertragungsverbindung von der Auswerteeinheit (60) zu dem kooperativen Fahrzeug (11, 12, 15, 18), wobei

- das kooperative Fahrzeug (11, 12, 15, 18) eine Erfassungseinheit (41-44) zum Ermitteln der Verkehrsdichte (71-74) und einer aktuellen Position des kooperativen Fahrzeugs (11, 12, 15, 18), die bei der Erfassung der Verkehrsdichte (71-74) vorhanden ist, und eine Übertragungseinheit (51-54) zum Übermitteln der Verkehrsdichte (71-74) und der aktuellen Position (x) über die Übertragungsverbindung an die Auswerteeinheit (60) aufweist, wobei

- die Auswerteeinheit (60) eine Empfangseinheit (62) aufweist, welche dazu ausgelegt ist, die Verkehrsdichte (71-74) und die aktuelle Position (x) des kooperativen Fahrzeugs (11, 12, 15, 18) zu empfangen, wobei

- mit der Auswerteeinheit (60) die Verkehrsdichte (71-74) auswertbar ist; und wobei

- mit der Auswerteeinheit (60) mindestens ein Stauparameter bereitstellbar ist,

wobei die Auswerteeinheit dazu ausgelegt ist, die Verkehrsdichte (71-74) anhand historischer Daten auszuwerten, wobei die Auswerteeinheit ferner dazu ausgelegt ist, einen aktuellen zeitlichen Verlauf mit geeigneten historischen Zeitverläufen zu vergleichen,

**dadurch gekennzeichnet, dass** bei einer gleichmäßigen Abweichung zwischen den aktuellen und den historischen Daten die Auswerteeinheit ferner dazu ausgelegt ist, einen zeitlichen Verlauf einer aktuellen Situation durch Hinzufügen eines konstanten Wertes auf die historischen Daten zu extrapolieren.

## Claims

1. Method for predicting at least one traffic congestion parameter, comprising

- determining a traffic density (71-74) with a re-

ording unit (41-44) of a cooperative vehicle (11, 12, 15, 18);

- recording a current position (x) of the cooperative vehicle (11, 12, 15, 18), which is present at the recording of the traffic density (71-74);

- relaying the traffic density (71-74) and the current position (x) to an evaluation unit (60);

- evaluating the traffic density (71-74) with the evaluation unit;

- making available the at least one traffic congestion parameter with the evaluation unit,

wherein historical data are taken into account in the evaluation of the traffic density (71-74), wherein a current time progression is compared with appropriate historical time progressions, **characterised in that** in the case of a uniform deviation between the current data and the historical data a time progression of a current situation is extrapolated by adding a constant value to the historical data.

2. Method according to claim 1, wherein the traffic congestion parameter is a position of a start and/or end of traffic congestion.

3. Method according to claim 1 or 2, wherein the recording of the traffic density (71-74) is carried out in an inlet area (31) of a traffic status.

4. Method according to any one of claims 1 to 3, furthermore comprising taking into account at least one inflow parameter in the evaluation of the traffic density (71-74).

5. Method according to any one of claims 1 to 4, furthermore comprising weighting a possible traffic congestion path (80) with a probability in the evaluation of the traffic density (71-74).

6. Method according to any one of claims 1 to 5, furthermore comprising taking into account a vehicle-specific quality value in the evaluation of the traffic density (71-74).

7. Evaluation system for predicting at least one traffic congestion parameter, comprising

- a cooperative vehicle (11, 12, 15, 18) for providing a traffic density (71-74);

- an evaluation unit (60) for evaluating the traffic density (71-74); and

- a relay connection (61) from the cooperative vehicle (11, 12, 15, 18) to the evaluation unit (60) and a relay connection from the evaluation unit (60) to the cooperative vehicle (11, 12, 15, 18), wherein

- the cooperative vehicle (11, 12, 15, 18) comprises a recording unit (41-44) for determining

the vehicle density (71-74) and a current position of the cooperative vehicle (11, 12, 15, 18), which is present at the recording of the traffic density (71-74), and a relay unit (51-54) for determining the traffic density (71-74) and the current position (x) via the relay connection to the evaluation unit (60), wherein

- the evaluation unit (60) comprises a receiving unit (62), which is designed to receive the traffic density (71-74) and the current position (x) of the cooperative vehicle (11, 12, 15, 18) wherein
- the traffic density (71-74) can be evaluated with the evaluation unit (60); and wherein
- at least one traffic congestion parameter can be made available with the evaluation unit (60),

wherein the evaluation unit is designed to evaluate the traffic density (71-74) on the basis of historical data, wherein the evaluation unit is furthermore designed to compare a current time progression with suitable historical time progressions,

**characterised in that** in the case of a uniform deviation between the current data and the historical data the evaluation unit is furthermore designed to extrapolate a time progression of a current situation by adding a constant value to the historical data.

## Revendications

1. Procédé pour pronostiquer au moins un paramètre de bouchon, comportant :

- détermination d'une densité de circulation (71-74) avec une unité de détection (41-44) d'un véhicule coopératif (11, 12, 15, 18) ;
- détection d'une position actuelle (x), existante lors de la détection de la densité de circulation (71-74), du véhicule coopératif (11, 12, 15, 18) ;
- transmission de la densité de circulation (71-74) et de la position actuelle (x) à une unité d'évaluation (60) ;
- évaluation de la densité de circulation (71-74) avec l'unité d'évaluation ; et
- fourniture de l'au moins un paramètre de bouchon avec l'unité d'évaluation,

dans lequel des données historiques sont prises en compte lors de l'évaluation de la densité de circulation (71-74), une courbe temporelle actuelle étant comparée à des courbes temporelles historiques appropriées,

**caractérisé en ce que**, en présence d'un écart régulier entre les données actuelles et les données historiques, une courbe temporelle d'une situation actuelle est extrapolée par l'ajout d'une valeur constante aux données historiques.

2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel le paramètre de bouchon est une position d'un début de bouchon et/ou d'une fin de bouchon.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, dans lequel la détection de la densité de circulation (71-74) est effectuée dans une zone d'arrivée (31) d'un bouchon de circulation.

4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, comportant en outre la prise en compte d'au moins un paramètre d'afflux lors de l'évaluation de la densité de circulation (71-74).

5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, comportant en outre la pondération d'un possible trajet d'évitement de bouchon (80) avec une probabilité lors de l'évaluation de la densité de circulation (71-74).

6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, comportant en outre la prise en compte d'une valeur de qualité spécifique au véhicule lors de l'évaluation de la densité de circulation (71-74).

7. Système d'évaluation pour pronostiquer au moins un paramètre de bouchon, comportant :

- un véhicule coopératif (11, 12, 15, 18) pour fournir une densité de circulation (71-74) ;
- une unité d'évaluation (60) pour évaluer la densité de circulation (71-74) ; et
- une liaison de transmission (61) du véhicule coopératif (11, 12, 15, 18) à l'unité d'évaluation (60) et une liaison de transmission de l'unité d'évaluation (60) au véhicule coopératif (11, 12, 15, 18),
- dans lequel le véhicule coopératif (11, 12, 15, 18) comporte une unité de détection (41-44) pour déterminer la densité de circulation (71-74) et une position actuelle, existante lors de la détection de la densité de circulation (71-74), du véhicule coopératif (11, 12, 15, 18) et une unité de transmission (51-54) pour transmettre la densité de circulation (71-74) et la position actuelle (x) à l'unité d'évaluation (60) par l'intermédiaire de la liaison de transmission,
- dans lequel l'unité d'évaluation (60) comporte une unité de réception (62) qui est conçue pour recevoir la densité de circulation (71-74) et la position actuelle (x) du véhicule coopératif (11, 12, 15, 18),
- dans lequel la densité de circulation (71-74) peut être évaluée avec l'unité d'évaluation (60) ; et
- dans lequel au moins un paramètre de bouchon peut être fourni avec l'unité d'évaluation (60),

- dans lequel l'unité d'évaluation est conçue pour évaluer la densité de circulation (71-74) à l'aide de données historiques, l'unité d'évaluation étant en outre conçue pour comparer une courbe temporelle actuelle à des courbes temporelles historiques appropriées,

5

**caractérisé en ce que**, en présence d'un écart régulier entre les données actuelles et les données historiques, l'unité d'évaluation est en outre conçue pour extrapoler une courbe temporelle d'une situation actuelle par l'ajout d'une valeur constante aux données historiques.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

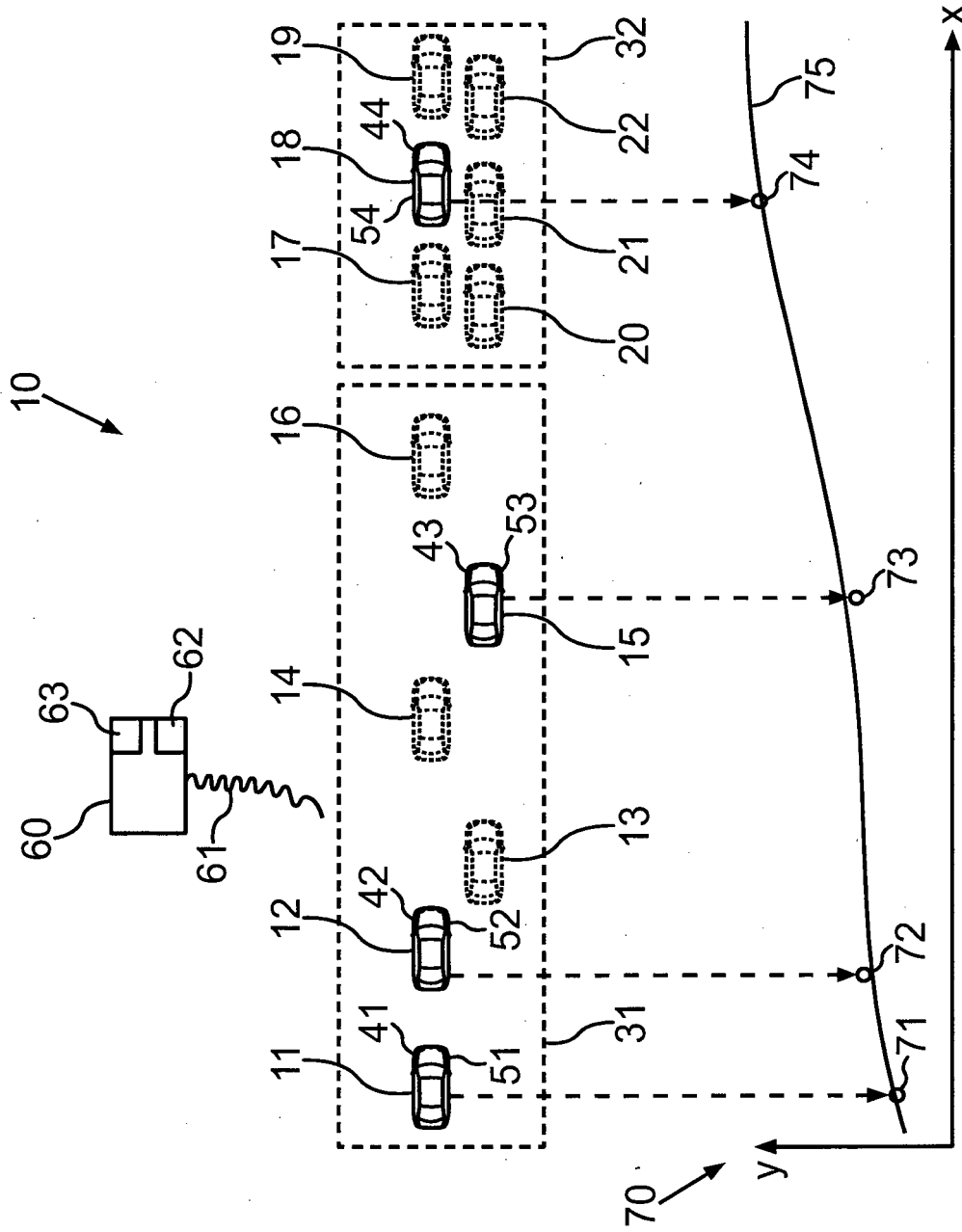


Fig.1

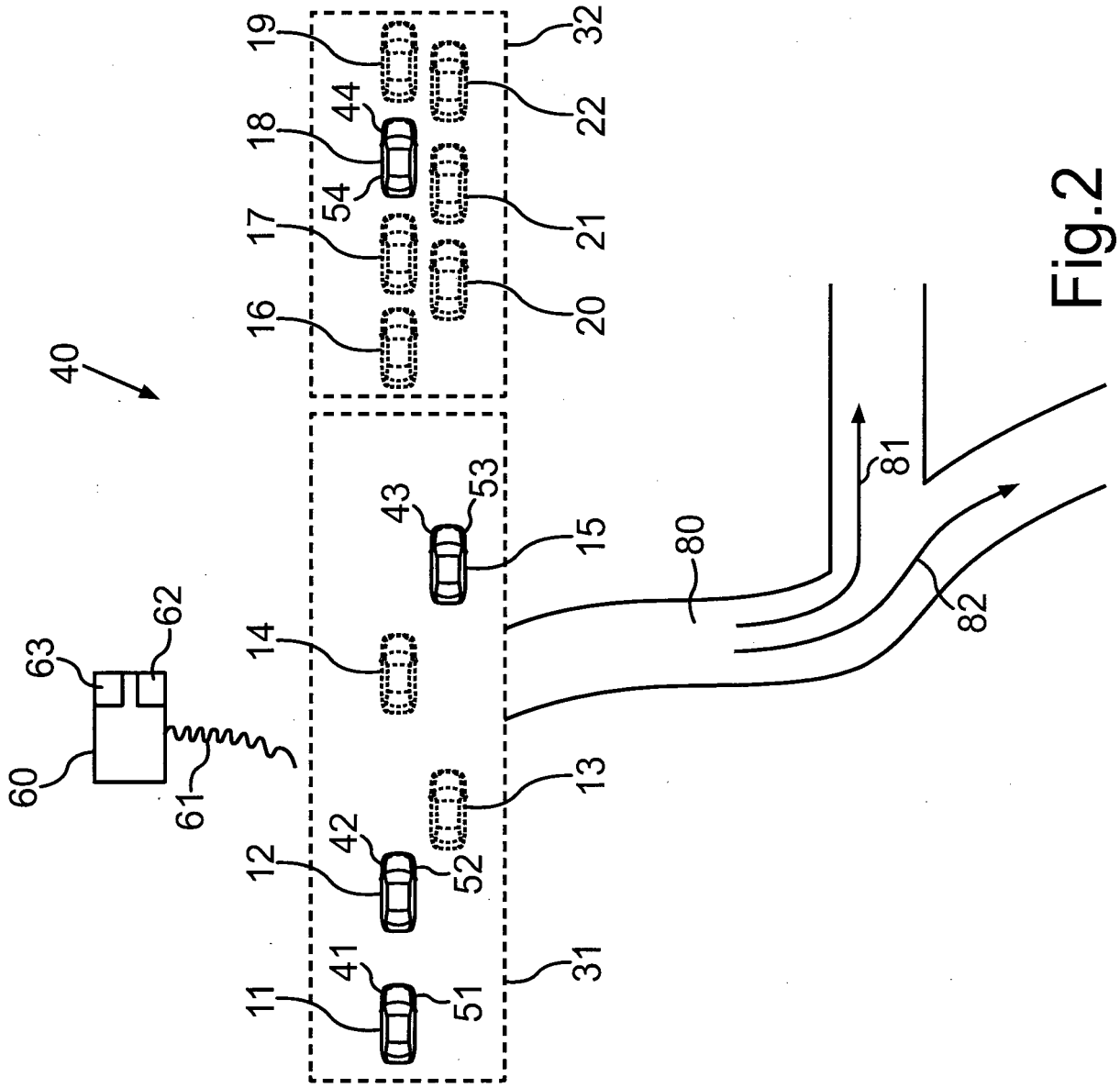


Fig.2

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- DE 102008003039 A1 [0002]
- DE 102011083677 A1 [0004]