



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**02.05.2012 Patentblatt 2012/18**

(51) Int Cl.:  
**G08G 1/01** (2006.01) **G08G 1/017** (2006.01)  
**G08G 1/04** (2006.01) **G08G 1/065** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **11186461.7**

(22) Anmeldetag: **25.10.2011**

(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**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA ME**

(71) Anmelder: **Siemens Aktiengesellschaft**  
**80333 Munich (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Aicher, Peter**  
**83052 Bruckmühl (DE)**  
• **Mück, Jürgen**  
**81539 München (DE)**  
• **Sachse, Thomas**  
**83052 Bruckmühl (DE)**

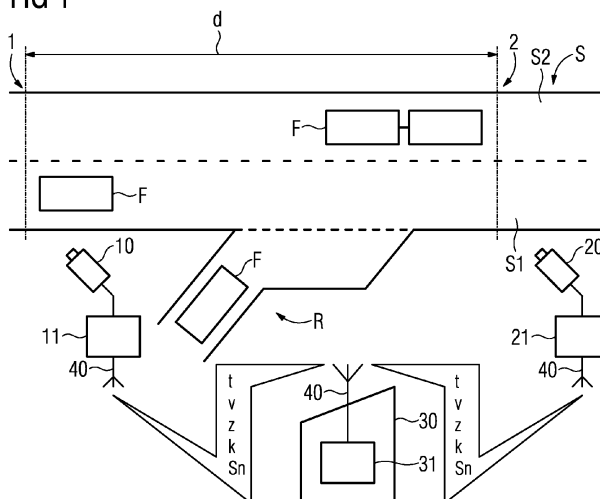
(30) Priorität: **29.10.2010 DE 102010049763**  
**26.11.2010 DE 102010062025**

(54) **System zur Ermittlung der Verkehrssituation auf einer Straßenstrecke**

(57) Die Erfindung betrifft ein System zur Ermittlung der Verkehrssituation auf einer Straßenstrecke (S), die durch einen ersten Messquerschnitt (1) und stromab im Abstand der Streckenlänge (d) durch einen zweiten Messquerschnitt (2) begrenzt ist. Das System umfasst einen am ersten Messquerschnitt (1) angeordneten ersten Verkehrsdetektor (10) und einen am zweiten Messquerschnitt (2) angeordneten zweiten Verkehrsdetektor (20). Die Verkehrsdetektoren (10, 20) sind dazu ausgebildet, eine Passage und eine Geschwindigkeit (v) eines einen Messquerschnitt (1 bzw. 2) passierenden Fahrzeugs (F) als lokale Verkehrsdaten zu erfassen. Das System umfasst ferner eine Auswertungseinrichtung (30) zur Analyse der Verkehrsdaten und Mittel (40) zur Datenübertragung zwischen den Verkehrsdetektoren (10, 20) und

der Auswertungseinrichtung (30). Erfindungsgemäß sind die Verkehrsdetektoren (10, 20) auch dazu ausgebildet, von einem den jeweiligen Messquerschnitt (1 bzw. 2) passierenden Fahrzeug (F) ein diesem Fahrzeug (F) eindeutig zuordenbares Erkennungsmerkmal (z) und einen Passagezeitpunkt (t) zu erfassen und mittels der Datenübertragungsmittel (40) an die Auswertungseinrichtung (30) zu übertragen. Ferner sind Analysemittel (31) der Auswertungseinrichtung (30) dazu ausgebildet, am ersten und am zweiten Messquerschnitt (1 bzw. 2) erfasste Erkennungsmerkmale (z) zu vergleichen und aus den Passagezeitpunkten (t) übereinstimmender Erkennungsmerkmale (z) eine mittlere Reisezeit und/oder eine mittlere Reisegeschwindigkeit ( $v_{12}$ ) für die Straßenstrecke (S) zu berechnen. Hierdurch wird die Ermittlung der Verkehrssituation verbessert.

**FIG 1**



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein System zur Ermittlung der Verkehrssituation auf einer Straßenstrecke gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

**[0002]** Auf Straßenstrecken, beispielsweise auf Streckenabschnitten einer Autobahn, soll die Verkehrssituation möglichst genau beschrieben werden. Dies betrifft sowohl die aktuelle Verkehrssituation als auch die Tendenz einer sich ändernden Verkehrssituation, um Störfälle möglichst frühzeitig erkennen zu können. Um die Verkehrssituation beschreiben zu können, muss der Fahrzeugverkehr auf der Straßenstrecke erfasst werden. Dies erfolgt durch streckenseitig angeordnete Verkehrsdetektoren, die lokal - also an der Stelle, an der sie angeordnet sind, - die Verkehrssituation erfassen. Bekannt sind hier im Straßenbelag eingelassene Schleifendetektoren oder überkopf an Bücken oder Masten montierte Infrarotdetektoren. Diese Verkehrsdetektoren erfassen die Anzahl und die Geschwindigkeiten der innerhalb eines Messintervalls den Messquerschnitt passierenden Fahrzeuge. Datenübertragungsmittel übertragen die lokal erfassten Verkehrsdaten von den Verkehrsdetektoren an eine Auswertungseinrichtung. Aus den Anzahlen erfasster Fahrzeuge, die innerhalb des Messintervalls einen Messquerschnitt passiert haben, wird die Verkehrsstärke und aus den erfassten Geschwindigkeiten eine mittlere Geschwindigkeit für einen Messquerschnitt gewonnen. Anhand der Größe und des zeitlichen Verlaufs der Verkehrsstärken und mittleren Geschwindigkeiten an Beginn und Ende der Straßenstrecke können Stufen der Verkehrsqualität oder bestimmt werden. Durch eine Differenzanalyse der Verkehrsbelastungen an Streckenbeginn und am Streckenende kann auf einen möglichen Störfall geschlossen werden.

**[0003]** Diese Differenzanalyse zur abschnittsbezogenen Störfallerkennung leidet aber unter dem Nachteil, dass Störfälle auf der Straßenstrecke nicht erkannt werden, solange sich die Verkehrsbelastungen an Streckenbeginn und -ende nicht unterscheiden. Mit der gleichen Unsicherheit sind die aus den mittleren Geschwindigkeiten an Beginn und Ende der Straßenstrecke sowie aus deren Streckenlänge abgeleiteten Reisezeiten für die Straßenstrecke behaftet.

**[0004]** Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein System der eingangs genannten Art bereitzustellen, welches eine verbesserte Ermittlung der Verkehrssituation auf einer Straßenstrecke erlaubt.

**[0005]** Die Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein gattungsgemäßes System zur Ermittlung der Verkehrssituation auf einer Straßenstrecke mit den im Kennzeichen des Patentanspruches 1 angegebenen Merkmalen. Demnach sind die Verkehrsdetektoren auch dazu ausgebildet, von einem den jeweiligen Messquerschnitt passierenden Fahrzeug ein diesem Fahrzeug eindeutig zuordenbares Erkennungsmerkmal und einen Passagezeitpunkt zu erfassen und mittels der Datenübertragungsmittel an die Auswertungseinrichtung zu

übertragen. Die Auswertungseinrichtung kann lokal an einem der beiden Messquerschnitte oder in einer Streckenstation, einer Unterzentrale oder einer Verkehrszentrale angeordnet sein. Ferner umfasst die Auswertungseinrichtung Analysemittel, die dazu ausgebildet sind, am ersten und am zweiten Messquerschnitt erfasste Erkennungsmerkmale zu vergleichen und aus den Passagezeitpunkten übereinstimmender Erkennungsmerkmale eine mittlere Reisezeit und/oder eine mittlere Reisegeschwindigkeit für die Straßenstrecke zu berechnen. Durch die Erfassung eines Fahrzeugerkennungsmerkmals, das auch anonymisiert - also ohne Rückschlussmöglichkeit auf den Fahrer oder den Halter des Fahrzeugs - erfassbar ist, kann ein individuelles Fahrzeug, das durch den ersten Messquerschnitt in die Straßenstrecke eingefahren ist, bei seiner Ausfahrt durch den zweiten Messquerschnitt wiedererkannt werden. Aus der Differenz der zugehörigen Passagezeitpunkte kann die Reisezeit dieses Fahrzeugs berechnet werden. Aus einer Mehrzahl von für individuelle Fahrzeuge berechneten Reisezeiten kann eine mittlere Reisezeit für die Straßenstrecke berechnet werden. Mit der mittleren Reisezeit steht dann bei bekannter Streckenlänge auch eine mittlere Reisegeschwindigkeit der Fahrzeuge zur Verfügung, die zur verbesserten Ermittlung der Verkehrssituation mit den lokalen mittleren Geschwindigkeiten am Beginn und am Ende der Straßenstrecke verglichen werden kann.

**[0006]** In einer vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Systems sind die Verkehrsdetektoren dazu ausgebildet, eine Serie digitaler Videobilder des jeweiligen Messquerschnittes aufzunehmen und durch Bildauswertungsmittel eine Passage eines Fahrzeugs, einen Passagezeitpunkt der Fahrzeugpassage, eine Geschwindigkeit des passierenden Fahrzeugs und ein Fahrzeugkennzeichen des passierenden Fahrzeugs als Verkehrsdaten zu erfassen. Durch an sich bekannte Bildauswertungsalgorithmen können neben der Detektion einer Fahrzeugpassage und deren Zeitpunkt auch die Geschwindigkeit des Fahrzeugs und Erkennungsmerkmale, wie zum Beispiel das auf dem Nummernschild angegebene amtliche Kraftfahrzeugkennzeichen über optische Mustererkennung, die Farbe oder die Abmessungen eines Fahrzeugs, erfasst werden. Die Verkehrsdetektoren können als Kombination aus bekannten, gegebenenfalls bereits installierten Detektoren zur Erfassung lokaler Verkehrsdaten und aus Videokameras mit automatischer Nummernschilderkennung ausgeführt sein. Es genügt aber, an den Messquerschnitten nur jeweils einen Videodetektor anzuordnen, der dann über die Bildauswertungsmittel alle genannten Verkehrsdaten erfasst, was bei Neuinstallationen oder bei erforderlichem Austausch defekter Verkehrsdetektoren von Vorteil ist.

**[0007]** In einer bevorzugten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Systems sind die Bildauswertungsmittel der Verkehrsdetektoren ferner dazu ausgebildet, aus der aufgenommenen Serie digitaler Videobilder des jeweiligen Messquerschnittes einen vom passierenden Fahr-

zeug benutzten Fahrstreifen und/oder eine Fahrzeugklasse des passierenden Fahrzeugs als Verkehrsdaten zu erfassen. Durch geeignete Anordnung und Ausrichtung der Verkehrsdetektoren erfassen diese mehrere Fahrstreifen einer Fahrbahn und können mit entsprechender Bildauswertung Verkehrsdaten für eine detailliertere Analyse der Verkehrssituation unter Berücksichtigung der einzelnen Fahrstreifen liefern. Eine verbesserte Analyse der Verkehrssituation ist auch durch die Erfassung der Fahrzeugklasse, also Zweiräder, Personenkraftwagen, Lastkraftwagen, Busse, etc., möglich, die sich ebenfalls durch digitale Bildauswertung aus den aufgenommenen Videobildern einfach ermitteln lässt. Die Fahrzeugklasse kann auch als Bestandteil des Erkennungsmerkmals eines Fahrzeugs herangezogen werden, um beim zentralen Vergleich der Erkennungsmerkmale eine größere Sicherheit zu erhalten.

**[0008]** In einer bevorzugten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Systems sind die Analysemittel dazu ausgebildet, aus mittleren Geschwindigkeiten an den Messquerschnitten und der mittleren Reisegeschwindigkeit ein Geschwindigkeitsprofil für die Straßenstrecke zu berechnen. Bisher ist es üblich, ein über die Straßenstrecke linear verlaufendes Geschwindigkeitsprofil anzunehmen, das als Randwerte die lokal gemessenen mittleren Geschwindigkeiten an den Messquerschnitten aufweist. Von den Randwerten wird weiterhin ausgegangen, allerdings kann sich das Geschwindigkeitsprofil ändern, wenn die mittlere Reisegeschwindigkeit nicht dem Mittelwert der Randwerte entspricht. Ist die mittlere Reisegeschwindigkeit größer oder kleiner als der Mittelwert der Randwerte, so ergibt sich als tatsächliches Geschwindigkeitsprofil ein Kurvenverlauf mit konvexem bzw. konkavem Abschnitt.

**[0009]** Vorzugsweise sind die Analysemittel des erfindungsgemäßen Systems dazu ausgebildet, aus einem konkaven Geschwindigkeitsprofil auf einen Störfall auf der Straßenstrecke zu schließen. Ein konkaves Geschwindigkeitsprofil setzt voraus, dass die mittlere Reisegeschwindigkeit kleiner als der Mittelwert der Randwerte ist, sie kann sogar kleiner als beide Randwerte sein. Sind die Randwerte beispielsweise gleich groß, so ging man bislang davon aus, dass die Reisegeschwindigkeit über die Straßenstrecke hinweg konstant ist, und bei entsprechend hohem Geschwindigkeitswert schloss man daraus auf einen störungsfreien Verkehrsablauf. Mit der zusätzlichen Information, dass die mittlere Reisegeschwindigkeit kleiner als die Randwerte ist, kann darauf geschlossen werden, dass die tatsächliche Fahrzeuggeschwindigkeit im Inneren der Straßenstrecke sogar deutlich unter der mittleren Reisegeschwindigkeit liegen muss. Wenn diese Verhältnisse sehr ausgeprägt sind, kann auf einen Störfall auf der Straßenstrecke geschlossen werden.

**[0010]** In einer vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Systems sind die Analysemittel dazu ausgebildet, aus Verkehrsstärken und mittleren Geschwindigkeiten an den Messquerschnitten Verke-

hrsdichten und daraus Stufen der Verkehrsqualität zu berechnen. Die Verkehrsdichte gibt die Anzahl an Fahrzeugen pro Kilometer Streckenlänge an und ergibt sich aus dem Quotienten aus Verkehrsstärke und mittlerer Geschwindigkeit für eine Messstelle. Sie bildet mit der mittleren Geschwindigkeit die Grundlage für eine Ermittlung der Verkehrsqualität nach sechs Qualitätsstufen, wie sie im "Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen" (HBS 2001), der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V., Köln, veröffentlicht sind. Ebenso bilden Verkehrsdichte und mittlere Geschwindigkeit die Grundlage zur Ermittlung der Verkehrssituation nach vier Verkehrsstufen, wie sie in "Merkblatt für die Ausstattung von Verkehrsrechnerzentralen und Unterzentralen" (MARZ 99), der Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach, veröffentlicht sind. Darin findet sich auch zur abschnittsbezogenen Störfallerkennung die Definition der Größe  $V_{kdiff}$ , die ebenfalls von den Verkehrsdichten und den mittleren Geschwindigkeiten an den Streckenenden abhängt. Somit können mit dem erfindungsgemäßen System auch die bekannten Verkehrssituationsanalysen, vorzugsweise mit den Verkehrsdaten von einem Videodetektor je Messquerschnitt, durchgeführt werden.

**[0011]** In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Systems sind die Analysemittel dazu ausgebildet, aus den Passagezeitpunkten übereinstimmender Erkennungsmerkmale eine individuelle Reisezeit für die Straßenstrecke zu berechnen und aus der Standardabweichung der individuellen Reisezeiten Hinweise auf die Verkehrssituation auf der Straßenstrecke zu ermitteln. So kann beispielsweise eine starke Streuung der individuellen Reisezeiten ein Hinweis auf einen ungebundenen Verkehr auf der Straßenstrecke sein.

**[0012]** In noch einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Systems sind die Analysemittel dazu ausgebildet, die Verkehrsstärke auf einer zwischen den Messquerschnitten liegenden Rampe zur seitlichen Einfahrt in die Straßenstrecke oder zur Ausfahrt daraus zu berechnen, indem die Erkennungsmerkmale von den ersten Messquerschnitt passierenden Fahrzeugen mit den Erkennungsmerkmalen von den zweiten Messquerschnitt passierenden Fahrzeugen abgeglichen werden. In den Fällen von Straßenstrecken mit solchen Knotentopologien sind die Rampenverkehrsstärken für die Verkehrsplanung und für die verkehrsabhängige Verkehrssteuerung von besonderem Interesse. Mit den erfindungsgemäß ausgebildeten Verkehrsdetektoren ergibt sich die Verkehrsstärke auf einer Einfahrtsrampe aus den Fahrzeugen, die die Straßenstrecke durch den zweiten Messquerschnitt verlassen, aber in diesen nicht durch den ersten Messquerschnitt eingefahren sind. Entsprechend ergibt sich die Verkehrsstärke auf einer Ausfahrtsrampe aus den Fahrzeugen, die in die Straßenstrecke durch den ersten Messquerschnitt eingefahren sind, aber nicht durch den zweiten Messquerschnitt ausfahren. Die Information über die Stärke der

sich an einer Rampe verflechtenden bzw. aufteilenden Verkehrsströme verbessert die Ermittlung der Verkehrssituation auf einer solchen Straßenstrecke noch weiter.

**[0013]** Weitere Eigenschaften und Vorteile ergeben sich aus einem Ausführungsbeispiel der Erfindung, welches nachfolgend anhand von Zeichnungen näher beschrieben wird, in deren

FIG 1 ein erfindungsgemäßes System in Draufsicht und

FIG 2 ein mittels des Systems gewonnenes Geschwindigkeitsprofil der Straßenstrecke

schematisch veranschaulicht sind.

**[0014]** Gemäß FIG 1 weist ein erfindungsgemäßes System zur Ermittlung der Verkehrssituation auf einer Straßenstrecke S, beispielsweise einem Streckenabschnitt einer Autobahn mit einem rechten Fahrstreifen S1 und einem linken Fahrstreifen S2, als straßenseitige Infrastruktur wenigstens einen ersten Verkehrsdetektor 10 und stromab einen zweiten Verkehrsdetektor 20 auf. Der erste Verkehrsdetektor 10 ist an einem ersten Messquerschnitt 1 der Straßenstrecke S angeordnet, um in die Straßenstrecke S einfahrende Fahrzeuge F bei ihrer Passage des ersten Messquerschnittes 1 zu erfassen. Entsprechend ist der zweite Verkehrsdetektor 20 an einem zweiten Messquerschnitt 2 der Straßenstrecke S angeordnet, um aus der Straßenstrecke S ausfahrende Fahrzeuge F beim Passieren des zweiten Messquerschnittes 2 zu erfassen. Die Messquerschnitte 1 und 2 begrenzen die Straßenstrecke S mit einer Streckenlänge d von mehreren Kilometern.

**[0015]** Erfindungsgemäß sind die Verkehrsdetektoren 10 bzw. 20 als Videodetektoren ausgebildet, die eine Serie digitaler Videobilder des ersten bzw. zweiten Messquerschnittes 1 bzw. 2 aufnehmen und zur digitalen Bildauswertung an angeschlossene Bildauswertungsmittel 11 bzw. 21 weiterleiten. Die Bildauswertungsmittel 11 bzw. 21 weisen nicht dargestellte Rechner- und Speichermittel auf, die zur Ausführung von Bildauswertungsalgorithmen eingerichtet sind. Die Auswertung einer Bilderserie, die zu einem ersten Messquerschnitt 1 bzw. 2 passierenden Fahrzeug F gehört, liefert als lokale Verkehrsdatensatz den Passagezeitpunkt t, die Geschwindigkeit v, ein Erkennungsmerkmal z, die Fahrzeugklasse k und den benutzten Fahrstreifen S<sub>n</sub>, n steht für 1 oder 2, des passierenden Fahrzeugs F.

**[0016]** Die erfassten Verkehrsdaten werden in einer Auswertungseinrichtung 30, die lokal an einem der beiden Messquerschnitte 1 bzw. 2 oder in einer Station, einer Unterzentrale, einer Autobahnzentrale oder einer sonstigen Verkehrszentrale angeordnet sein kann, zur Ermittlung der Verkehrssituation auf der Straßenstrecke S analysiert. Dazu steht die Auswertungseinrichtung 30 mit den Verkehrsdetektoren 10 und 20 in Kommunikationsverbindung, beispielsweise zur drahtlosen Datenübertragung nach dem Allgemeinen paketorientierten Funkdienst, kurz GPRS. Die hierfür benötigten

Datenübertragungsmittel 40 sind an sich bekannt und im Einzelnen nicht dargestellt.

**[0017]** Aus der Erfassung der Anzahl an in einem Messintervall einen Messquerschnitt 1 bzw. 2 passierenden Fahrzeugen F und deren Geschwindigkeiten v werden lokale Verkehrsstärken und mittlere Geschwindigkeiten berechnet. Hieraus werden lokale Verkehrsdichten als Quotient aus Verkehrsstärke und mittlerer Geschwindigkeit berechnet. Damit werden die bislang auch mit bekannten Verkehrsdetektoren erfassten lokalen Verkehrsdaten für die Ermittlung der Verkehrssituation bereitgestellt. Aus diesen Verkehrsgrößen können bereits qualifizierte Aussagen über die Verkehrsqualität (Level of Service) und die Verkehrssituation nach den Verkehrsstufen "freier Verkehr", "dichter Verkehr", "zähfließender Verkehr" und "Stau" getroffen werden. Darüber hinaus ist streckenbezogen eine Differenzanalyse der Verkehrsbelastungen am Beginn und am Ende der Straßenstrecke S, beispielsweise über die Störkenngröße  $V_{k, \text{diff}}$ , durchführbar. Durch sie kann, falls in einem Zeitintervall deutlich mehr Fahrzeuge F in die Straßenstrecke S einfahren als daraus ausfahren, auf eine Störung geschlossen werden.

**[0018]** Erfindungsgemäß sind die Verkehrsdetektoren 10 bzw. 20 zur Erfassung weiterer Verkehrsdaten ausgebildet, die zu einer genaueren Ermittlung der Verkehrssituation beitragen. So werden von den Verkehrsdetektoren 10 und 20 Erkennungsmerkmale z der den jeweiligen Messquerschnitt 1 bzw. 2 passierenden Fahrzeuge F erfasst, was eine Wiedererkennung eines am ersten Messquerschnitt 1 erfassten Fahrzeugs F am zweiten Messquerschnitt 2 erlaubt. Als eindeutig ein Fahrzeug F identifizierendes Erkennungsmerkmal z kann das amtliche Kraftfahrzeugkennzeichen dienen, welches über Algorithmen zur optischen Mustererkennung aus den Videobildern ausgelesen werden kann. Als alternative oder zusätzliche Erkennungsmerkmale z können die Farbe oder die Abmessungen eines Fahrzeugs F dienen. Damit dem Erkennungsmerkmal z der Passagezeitpunkt t und die Geschwindigkeit v des passierenden Fahrzeugs F als lokaler Verkehrsdatensatz erfasst und an Analyse- mittel 31 der Auswertungseinrichtung 30 übertragen werden, können diese Verkehrsdatensätze zentral auf übereinstimmende Erkennungsmerkmale z geprüft werden. Die Differenz der Passagezeitpunkte t aus Datensätzen mit übereinstimmenden Erkennungsmerkmalen z ergibt dann die individuelle Reisezeit des den Verkehrsdatensätzen zugeordneten Fahrzeugs F für die Straßenstrecke S. Aus der bekannten Streckenlänge d folgt dann unmittelbar die individuelle Reisegeschwindigkeit des Fahrzeugs. Bildet man den Durchschnitt von aus einem Messintervall stammenden individuellen Reisezeiten und Reisegeschwindigkeiten, so gewinnt man eine mittlere Reisezeit und eine mittlere Reisegeschwindigkeit  $v_{12}$  für die Straßenstrecke S. Aus der Streuung bzw. Standardabweichung der individuellen Reisezeiten können weitere Schlüsse auf die Verkehrssituation auf der Straßenstrecke S gezogen werden. So stellt eine starke Streuung

der Reisezeiten einen Hinweis auf einen ungebundenen Verkehr auf der Straßenstrecke S dar.

**[0019]** Gemäß FIG 2 wird die mittlere Reisegeschwindigkeit  $v_{12}$  erfindungsgemäß zur Gewinnung eines genaueren Geschwindigkeitsprofils  $v(s)$  herangezogen. Im Diagramm ist der Verlauf der Geschwindigkeit  $v(s)$  in Abhängigkeit vom Weg  $s$  längs der Straßenstrecke S dargestellt. Bei  $s = 0$  liegt der erste Messquerschnitt 1 und bei  $s = d$  liegt der zweite Messquerschnitt 2. An diesen Rändern der Straßenstrecke S beträgt die Geschwindigkeit  $v(0)$  und  $v(d)$  den mittleren Geschwindigkeiten  $v_1$  bzw.  $v_2$ . Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist  $v_1$  etwas größer als  $v_2$ , was auf eine Verlangsamung des Verkehrs in Richtung Streckenausfahrt hindeutet. Zur Ermittlung des Geschwindigkeitsprofils  $v(s)$  ist man bislang von einem linearen Verlauf ausgegangen, der durch die durchgezogene Linie darstellt ist. Ergibt nun die Berechnung der mittleren Reisegeschwindigkeit  $v_{12}$  einen Wert, der geringer als die Randwerte  $v_1$  bzw.  $v_2$  und als gestrichelte Linie dargestellt ist, muss die Annäherung des Geschwindigkeitsprofils  $v(s)$  durch eine Gerade zugunsten einer Kurve aufgegeben werden. Die Kurve verbindet die Randpunkte und schneidet die Konstante  $v_{12}$  derart, dass die seitlichen, oberhalb von  $v_{12}$  liegenden Flächenstücke den gleichen Inhalt haben wie das mittlere, unterhalb von  $v_{12}$  liegende Flächenstück. Dies führt zu einer konkaven Kurve, die als strichpunktierte Linie dargestellt ist, und im Innern der Straßenstrecke S einen minimalen Geschwindigkeitswert aufweist. Daraus lässt sich auf einen Störfall in der Straßenstrecke S schließen. Andere Größenverhältnisse von  $v_1$ ,  $v_2$  und  $v_{12}$  lassen entsprechend andere Schlüsse zu.

**[0020]** Die Verkehrssituationsanalysen lassen sich noch verfeinern, indem bei den erfassten Verkehrsdaten die Fahrzeugklasse  $k$  und/oder den benutzten Fahrstreifen  $S_n$  berücksichtigt wird bzw. werden. Sämtliche Aussagen können dann spezifisch für die verschiedenen Fahrzeugklassen oder Gruppen von Fahrzeugklassen oder auch getrennt für jeden einer mehrstreifigen Straßenstrecke S getroffen werden.

**[0021]** In dem Fall, dass zwischen den Messquerschnitten 1 und 2 eine Rampe R zur seitlichen Einfahrt in die Straßenstrecke S, wie in FIG 1 dargestellt, oder zur Ausfahrt daraus liegt, kann mit dem erfindungsgemäßen System in vorteilhafter Weise die Verkehrsstärke auf der Rampe R berechnet werden. Hierzu sind die Erkennungsmerkmale  $z$  von den ersten Messquerschnitt 1 passierenden Fahrzeugen F mit den Erkennungsmerkmalen  $z$  von den zweiten Messquerschnitt 2 passierenden Fahrzeugen F abzugleichen. Die Verkehrsstärke auf der dargestellten Einfahrtsrampe R ergibt sich aus den Fahrzeugen F, die die Straßenstrecke S durch den zweiten Messquerschnitt 2 verlassen, aber nicht durch den ersten Messquerschnitt 1 eingefahren sind. Entsprechend ergibt sich die Verkehrsstärke auf einer Ausfahrtsrampe aus den Fahrzeugen F, die in die Straßenstrecke durch den ersten Messquerschnitt 1 eingefahren sind, aber nicht durch den zweiten Messquerschnitt 2 ausfahr-

ren.

**[0022]** Die erfindungsgemäß ermittelte Verkehrssituation und ihre Änderungstendenz finden Eingang in die verkehrsabhängige Steuerung von beispielsweise nicht dargestellten Wechselverkehrszeichen, die Geschwindigkeitsbeschränkungen - gegebenenfalls fahrstreifenbezogen - auferlegen oder auch Hinweistexte über eine herrschende Gefahrensituation ausgeben können, um Fahrer von Fahrzeugen F auf oder stromauf der Straßenstrecke S zu beeinflussen. Damit trägt das erfindungsgemäße System auch erheblich zur Verkehrssicherheit bei. Die Verkehrssituation ist genauer mit nur einer Art von Verkehrsdetektor und damit kostengünstig ermittelbar.

## Patentansprüche

1. System zur Ermittlung der Verkehrssituation auf einer Straßenstrecke (S), die durch einen ersten Messquerschnitt (1) und stromab im Abstand der Streckenlänge (d) durch einen zweiten Messquerschnitt (2) begrenzt ist, mit einem am ersten Messquerschnitt (1) angeordneten ersten Verkehrsdetektor (10) und einem am zweiten Messquerschnitt (2) angeordneten zweiten Verkehrsdetektor (20), die dazu ausgebildet sind, eine Passage und eine Geschwindigkeit (v) eines einen Messquerschnitt (1 bzw. 2) passierenden Fahrzeugs (F) als lokale Verkehrsdaten zu erfassen, mit einer Auswertungseinrichtung (30) zur Analyse der Verkehrsdaten, und mit Mitteln (40) zur Datenübertragung zwischen den Verkehrsdetektoren (10, 20) und der Auswertungseinrichtung (30),  
dadurch gekennzeichnet, dass die Verkehrsdetektoren (10, 20) auch dazu ausgebildet sind, von einem den jeweiligen Messquerschnitt (1 bzw. 2) passierenden Fahrzeug (F) ein diesem Fahrzeug (F) eindeutig zuordenbares Erkennungsmerkmal (z) und einen Passagezeitpunkt (t) zu erfassen und mittels der Datenübertragungsmittel (40) an die Auswertungseinrichtung (30) zu übertragen, und dass die Auswertungseinrichtung (30) Analysemittel (31) umfasst, die dazu ausgebildet sind, am ersten und am zweiten Messquerschnitt (1 bzw. 2) erfasste Erkennungsmerkmale (z) zu vergleichen und aus den Passagezeitpunkten (t) übereinstimmender Erkennungsmerkmale (z) eine mittlere Reisezeit und/oder eine mittlere Reisegeschwindigkeit ( $v_{12}$ ) für die Straßenstrecke (S) zu berechnen.
2. System nach Anspruch 1, wobei die Verkehrsdetektoren (10, 20) dazu ausgebildet sind, eine Serie digitaler Videobilder des jeweiligen Messquerschnittes (1, 2) aufzunehmen und durch Bildauswertungsmittel (11 bzw. 21) eine Passage eines Fahrzeugs (F), einen Passagezeitpunkt (t) der Fahrzeugpassage, eine Geschwindigkeit (v) des passierenden

Fahrzeugs (F) und ein Fahrzeugkennzeichen (z) des passierenden Fahrzeugs (F) als Verkehrsdaten zu erfassen.

3. System nach Anspruch 2, wobei die Bildauswertungsmittel (11, 21) der Verkehrsdetektoren (10, 20) ferner dazu ausgebildet sind, aus der aufgenommenen Serie digitaler Videobilder des jeweiligen Messquerschnittes (1, 2) einen vom passierenden Fahrzeug (F) benutzten Fahrstreifen ( $S_n$ ) und/oder eine Fahrzeugklasse (k) des passierenden Fahrzeugs (F) als Verkehrsdaten zu erfassen. 5  
10
  
4. System nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Analysemittel (31) dazu ausgebildet sind, aus mittleren Geschwindigkeiten ( $v_1, v_2$ ) an den Messquerschnitten (1, 2) und der mittleren Reisegeschwindigkeit ( $v_{12}$ ) ein Geschwindigkeitsprofil ( $v(s)$ ) für die Straßenstrecke (S) zu berechnen. 15  
20
  
5. System nach Anspruch 4, wobei die Analysemittel (31) dazu ausgebildet sind, aus einem konkaven Geschwindigkeitsprofil ( $v(s)$ ) auf einen Störfall auf der Straßenstrecke (S) zu schließen. 25
  
6. System nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die Analysemittel (31) dazu ausgebildet sind, aus Verkehrsstärken und mittleren Geschwindigkeiten ( $v_1, v_2$ ) an den Messquerschnitten (1, 2) Verkehrsdichten und daraus Stufen der Verkehrsqualität zu berechnen. 30
  
7. System nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die Analysemittel (31) dazu ausgebildet sind, aus den Passagezeitpunkten (t) übereinstimmender Erkennungsmerkmale (z) eine individuelle Reisezeit für die Straßenstrecke (S) zu berechnen und aus der Standardabweichung der individuellen Reisezeiten Hinweise auf die Verkehrssituation auf der Straßenstrecke (S) zu ermitteln. 35  
40
  
8. System nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei die Analysemittel (31) dazu ausgebildet sind, die Verkehrsstärke auf einer zwischen den Messquerschnitten (1, 2) liegenden Rampe (R) zur seitlichen Einfahrt in die Straßenstrecke (S) oder zur Ausfahrt daraus zu berechnen, indem die Erkennungsmerkmale (z) von den ersten Messquerschnitt (1) passierenden Fahrzeugen (F) mit den Erkennungsmerkmalen (z) von den zweiten Messquerschnitt (2) passierenden Fahrzeugen (F) abgeglichen werden. 45  
50

55

FIG 1

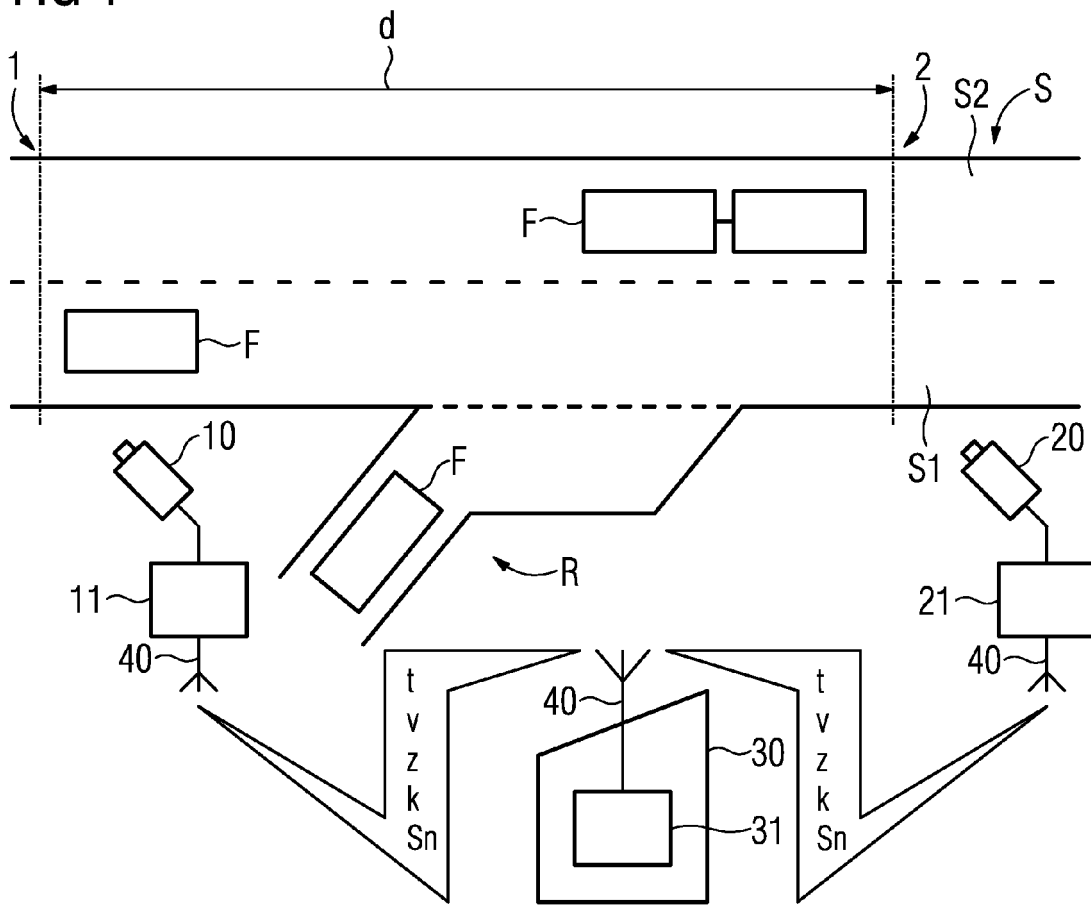
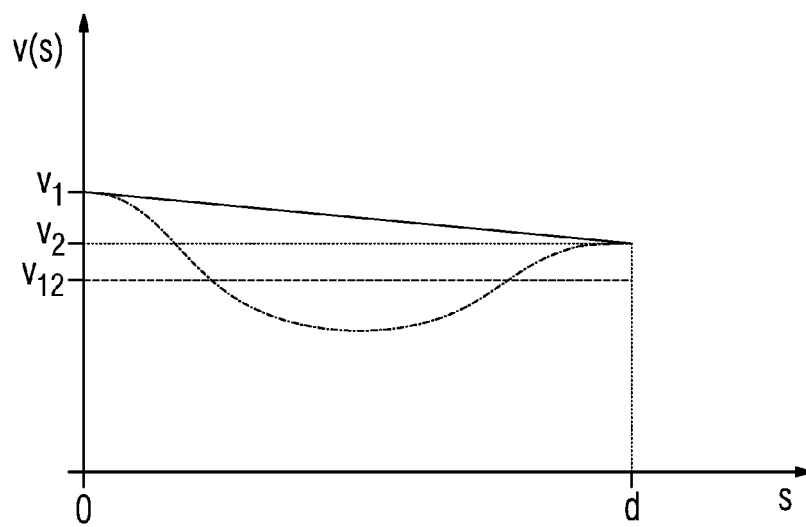


FIG 2





## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung  
EP 11 18 6461

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	WO 2010/097325 A1 (SIEMENS AG [DE]; ALTHEN SEBASTIAN [DE]; ZIEGLER CAI-NICOLAS [DE]; KINN) 2. September 2010 (2010-09-02)	1-7	INV. G08G1/01 G08G1/017 G08G1/04 G08G1/065
Y	* Seite 11, Zeile 7 - Seite 16; Abbildungen 1-2 *	8	
Y	----- WO 01/69569 A2 (RAYTHEON CO [US]) 20. September 2001 (2001-09-20)	8	
A	* Seite 18, Zeile 15 - Seite 20, Zeile 10 *	1-7	
A	----- EP 0 978 811 A2 (SIEMENS AG [DE]) 9. Februar 2000 (2000-02-09) * das ganze Dokument *	1-8	
A	----- WO 2009/030892 A2 (TRW LTD [GB]; TUCKER MARK RICHARD [GB]; REEVE JOHN MARTIN [GB]) 12. März 2009 (2009-03-12) * das ganze Dokument *	1-8	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			G08G
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	
Den Haag		7. Dezember 2011	
		Prüfer	
		Lefèbvre, Stéphane	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			
T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

 1  
EPO FORM 1503 03.82 (PO4C03)



**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 11 18 6461

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am

Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

07-12-2011

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2010097325 A1	02-09-2010	KEINE	
-----			
WO 0169569 A2	20-09-2001	AT 285614 T	15-01-2005
		AU 5385601 A	24-09-2001
		AU 2001253856 B2	27-01-2005
		DE 60107938 D1	27-01-2005
		DE 60107938 T2	30-03-2006
		EP 1269447 A2	02-01-2003
		ES 2233628 T3	16-06-2005
		IL 151258 A	15-05-2007
		WO 0169569 A2	20-09-2001
-----			
EP 0978811 A2	09-02-2000	KEINE	
-----			
WO 2009030892 A2	12-03-2009	EP 2191413 A2	02-06-2010
		US 2010231720 A1	16-09-2010
		WO 2009030892 A2	12-03-2009
-----			

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

**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 Nicht-Patentliteratur**

- Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen. 2001 [0010]