



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**24.06.2015 Patentblatt 2015/26**

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

(21) Anmeldenummer: **14196186.2**

(22) Anmeldetag: **04.12.2014**

(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 München (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Aicher, Peter**  
**83052 Bruckmühl (DE)**  
• **Kohlen, Ralf**  
**10587 Berlin (DE)**

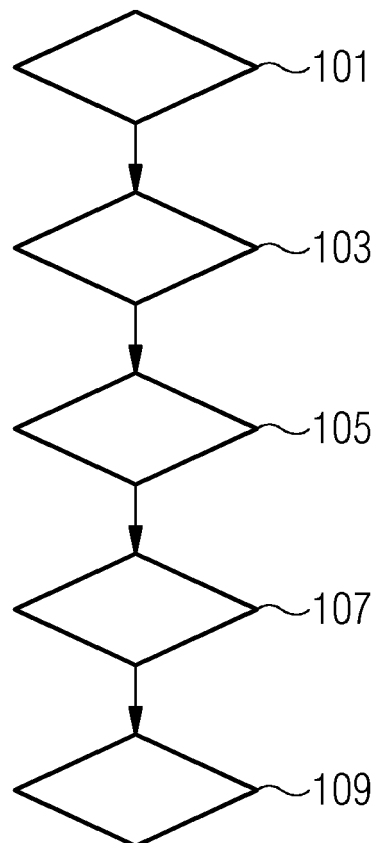
(30) Priorität: **23.12.2013 DE 102013227082**

(54) **Verfahren und System zum Ermitteln einer Verkehrssituation auf einer Straßenstrecke**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Ermitteln einer Verkehrssituation auf einer Straßenstrecke (301), umfassend die folgenden Schritte:

- Ermitteln (101) der Verkehrssituation basierend auf lokalen Verkehrsdaten, die eine jeweilige Passage und eine jeweilige Geschwindigkeit von einem an der Straßenstrecke (301) stationär angeordneten Verkehrsdetektor (303) passierenden Fahrzeugen umfassen,
- Ermitteln (103) der Verkehrssituation basierend auf streckenbezogenen Verkehrsdaten, die eine jeweilige Reisezeit und/oder eine jeweilige Reisegeschwindigkeit auf der Straßenstrecke (301) von zumindest einigen der den Verkehrsdetektor passierenden Fahrzeugen umfassen,
- Prüfen (105), ob die basierend auf den streckenbezogenen Verkehrsdaten ermittelte Verkehrssituation der basierend auf den lokalen Verkehrsdaten ermittelte Verkehrssituation entspricht, und wenn ja
- Fusionieren (107) der lokalen Verkehrsdaten mit den streckenbezogenen Verkehrsdaten und
- Ermitteln (109) der Verkehrssituation basierend auf den fusionierten Verkehrsdaten.

**FIG 1**



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren und ein System zum Ermitteln einer Verkehrssituation auf einer Straßenstrecke. Die Erfindung betrifft ferner ein Computerprogramm.

**[0002]** Aus der Offenlegungsschrift DE 10 2010 062 025 A1 ist ein System zur Ermittlung der Verkehrssituation auf einer Straßenstrecke bekannt. Hierbei wird die Verkehrssituation basierend auf lokalen Verkehrsdaten ermittelt, wobei die lokalen Verkehrsdaten eine Passage und eine Geschwindigkeit eines einen Messquerschnitt eines Verkehrsdetektors passierenden Fahrzeugs umfassen, wobei der Verkehrsdetektor an der Straßenstrecke angeordnet ist.

**[0003]** Ferner ist bekannt, dass Fahrzeuge ihre Reisezeit und/oder ihre Reisegeschwindigkeit auf einer Straßenstrecke als streckenbezogene Verkehrsdaten an einen Server senden, der basierend auf den streckenbezogenen Verkehrsdaten eine Verkehrslage oder Verkehrssituation ermittelt.

**[0004]** Die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe kann darin gesehen werden, ein verbessertes Verfahren zum Ermitteln einer Verkehrssituation auf einer Straßenstrecke bereitzustellen.

**[0005]** Die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe kann auch darin gesehen werden, ein entsprechendes System bereitzustellen.

**[0006]** Die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe kann auch darin gesehen werden, ein entsprechendes Computerprogramm bereitzustellen.

**[0007]** Diese Aufgaben werden mittels des jeweiligen Gegenstands der unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind Gegenstand von jeweils abhängigen Unteransprüchen.

**[0008]** Nach einem Aspekt wird ein Verfahren zum Ermitteln einer Verkehrssituation auf einer Straßenstrecke bereitgestellt, umfassend die folgenden Schritte:

Ermitteln der Verkehrssituation basierend auf lokalen Verkehrsdaten, die eine jeweilige Passage und eine jeweilige Geschwindigkeit von einem an der Straßenstrecke stationär angeordneten Verkehrsdetektor passierenden Fahrzeugen umfassen, Ermitteln der Verkehrssituation basierend auf streckenbezogenen Verkehrsdaten, die eine jeweilige Reisezeit und/oder eine jeweilige Reisegeschwindigkeit auf der Straßenstrecke von zumindest einigen der den Verkehrsdetektor passierenden Fahrzeugen umfassen, Prüfen, ob die basierend auf den streckenbezogenen Verkehrsdaten ermittelte Verkehrssituation der basierend auf den lokalen Verkehrsdaten ermittelten Verkehrssituation entspricht, und wenn ja  
Fusionieren der lokalen Verkehrsdaten mit den streckenbezogenen Verkehrsdaten und  
Ermitteln der Verkehrssituation basierend auf den fusionierten Verkehrsdaten.

**[0009]** Nach einem weiteren Aspekt wird ein System zum Ermitteln einer Verkehrssituation auf einer Straßenstrecke bereitgestellt, wobei das System eine Verarbeitungseinrichtung, insbesondere einen Computer, umfasst, die eingerichtet ist, das Verfahren zum Ermitteln einer Verkehrssituation auf einer Straßenstrecke auszuführen.

**[0010]** Gemäß einem anderen Aspekt wird ein Computerprogramm bereitgestellt, umfassend Programmcode zur Durchführung des Verfahrens zum Ermitteln einer Verkehrssituation auf einer Straßenstrecke, wenn das Computerprogramm auf einem Computer, insbesondere einer Verarbeitungseinrichtung, ausgeführt wird.

**[0011]** Dadurch, dass die lokalen Verkehrsdaten erst dann mit den streckenbezogenen Verkehrsdaten fusioniert werden, wenn die basierend auf den streckenbezogenen Verkehrsdaten ermittelte Verkehrssituation der basierend auf den lokalen Verkehrsdaten ermittelten Verkehrssituation entspricht, ist eine widerspruchsfreie Interpretation und Analyse der fusionierten Verkehrsdaten ermöglicht, um entsprechend die Verkehrssituation ermitteln zu können. Durch die Fusion können eventuelle lückenhafte oder unvollständige Datensätze der Verkehrsdaten vervollständigt werden, so dass im Endeffekt mehr Verkehrsdaten (die fusionierten Verkehrsdaten) zur Ermittlung der Verkehrssituation zur Verfügung stehen bezogen auf nur die lokalen oder nur die streckenbezogenen Verkehrsdaten. Dadurch ist insbesondere in vorteilhafter Weise eine verbesserte Ermittlung der Verkehrssituation bewirkt.

**[0012]** Durch den Prüfschritt mit der vorgegebenen Bedingung wird sichergestellt, dass sich die streckenbezogenen Verkehrsdaten und die lokalen Verkehrsdaten nicht im Widerspruch zu einander befinden, was dann bei einer Datenfusion zu einem Ermitteln einer verfälschten Verkehrssituation führen könnte. Hier ist vorgesehen, dass die Verkehrssituation, die basierend auf den lokalen Verkehrsdaten ermittelt wurde, als Referenz dient. Die Analyse der streckenbezogenen Verkehrsdaten muss also zum gleichen Ergebnis, die ermittelte Verkehrssituation, führen, wie die Analyse der lokalen Verkehrsdaten. Die Verkehrssituation, die basierend auf den streckenbezogenen Verkehrsdaten ermittelt wurde, muss also der Verkehrssituation entsprechen, die basierend auf den lokalen Verkehrsdaten ermittelt wurde, bevor die Fusion durchgeführt wird, nicht umgekehrt.

**[0013]** Wenn zum einen die lokalen Verkehrsdaten einen Stau anzeigen, die streckenbezogenen Verkehrsdaten aber keinen Stau anzeigen, so ist es nicht sinnvoll, beide Verkehrsdaten miteinander zu fusionieren. Erst wenn auch die streckenbezogenen Verkehrsdaten einen Stau anzeigen, wird die Fusion durchgeführt.

**[0014]** Verkehrsdaten können im Folgenden insbesondere auch als Verkehrsmesswerte bezeichnet werden. Eine Verkehrssituation kann im Folgenden insbesondere auch als eine Verkehrslageinformation oder als eine Verkehrslage bezeichnet werden.

**[0015]** Nach einer Ausführungsform kann vorgesehen

sein, dass das Ermitteln der Verkehrssituation basierend auf den streckenbezogenen Verkehrsdaten abhängig von einem Steuerungsparameter einer an der Straßenstrecke angeordneten Lichtsignalanlage durchgeführt wird. Der Steuerungsparameter kann beispielsweise eine Umlaufzeit der Lichtsignalanlage sein. Eine Umlaufzeit bezeichnet insbesondere eine Zeit zwischen zwei aufeinander folgenden Rot- oder Stoppsignalen, also beispielsweise eine Zeit, die vergeht, wenn die Lichtsignalanlage von einem Rot-, auf ein Gelb-, dann auf ein Grün- und dann wieder auf ein Rot-Signal schaltet. Vorzugsweise kann das Ermitteln basierend auf mehreren Steuerungsparameter durchgeführt werden, die insbesondere gleich oder vorzugsweise unterschiedlich gebildet sein können.

**[0016]** Gemäß einer Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass das Ermitteln der Verkehrssituation basierend auf den lokalen Verkehrsdaten basierend auf einer Lage des Verkehrsdetektors innerhalb der Straßenstrecke durchgeführt wird.

**[0017]** In einer weiteren Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass die Lage eine Entfernung des Verkehrsdetektors zu einer einer Lichtsignalanlage zugeordneten Haltelinie umfasst, wobei die Entfernung ins Verhältnis zu einer Länge eines Rückstaus gesetzt wird, der innerhalb einer Umlaufzeit der Lichtsignalanlage abgebaut werden kann, wobei das Ermitteln der Verkehrssituation basierend auf den lokalen Verkehrsdaten basierend auf dem Verhältnis durchgeführt wird.

**[0018]** Nach noch einer Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass das Ermitteln der Verkehrssituation basierend auf den lokalen Verkehrsdaten und/oder das Ermitteln der Verkehrssituation basierend auf den streckenbezogenen Verkehrsdaten abhängig von einem jeweiligen Gütefaktor durchgeführt wird, der jeweils den lokalen Verkehrsdaten und den streckenbezogenen Verkehrsdaten zugeordnet ist.

**[0019]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass eine Kenngröße zur Steuerung und/oder zur Interpretation der Verkehrssituation basierend auf den fusionierten Verkehrsdaten abgeleitet wird.

**[0020]** Eine Verkehrssituation kann beispielsweise nach vier Verkehrsstufen ermittelt werden, wie sie im "Merkblatt für die Ausstattung von Verkehrsrechnerzentralen und Unterzentralen" (MARZ 99) der Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach veröffentlicht sind. Verkehrsstufen können beispielsweise "freier Verkehr", "dichter Verkehr", "zähfließender Verkehr" und "Stau" sein. Das heißt also insbesondere, dass das Ermitteln der Verkehrssituation anzeigt, welche Verkehrsstufe auf der Straßenstrecke vorliegt. Das heißt also insbesondere, dass beim Ermitteln der Verkehrssituation ermittelt wird, ob ein "freier Verkehr", ein "dichter Verkehr", ein "zähfließender Verkehr" oder ein "Stau" auf der Straßenstrecke vorliegt.

**[0021]** Der Kern der Erfindung besteht also insbesondere in der Art der Datenfusion zwischen lokalen oder stationären (lokal und stationär können im Sinne der vor-

liegenden Erfindung synonym verwendet werden.) und streckenbezogenen Verkehrsmesswerten, den Verkehrsdaten. Hiermit wird in vorteilhafter Weise erreicht, dass die Interpretation der streckenbezogenen Verkehrsmesswerte (auch als FCD, "Floating Car Data", bezeichnet) dergestalt abschnittsbezogen differenziert erfolgt, so dass sie weitgehend widerspruchsfrei zu den stationär erfassten Verkehrsmesswerten und deren Interpretation einer Verkehrslageinformation erfolgt. Darüber hinaus ist diese Interpretation der streckenbezogenen Verkehrsmesswerte streng an der Wahrnehmung der Verkehrsteilnehmer orientiert und geht damit weit über die bekannten Verfahren mit einfachen Schwellenwerten hinaus.

**[0022]** Die lokalen und streckenbezogenen Verkehrsmesswerte können beispielsweise in städtischen Straßennetzen erfasst werden. Das heißt also insbesondere, dass die Straßenstrecke Teil eines Straßennetzes ist, insbesondere eines städtischen Straßennetzes.

**[0023]** Nach einer Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass eine Zusammenführung, also eine Datenfusion, von lokalen und streckenbezogenen Verkehrsmesswerten zu einer widerspruchsfreien, streckenbezogenen Verkehrslage durchgeführt wird.

**[0024]** Nach einer Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass eine lokal und zeitlich differenzierte Interpretation der streckenbezogenen Verkehrsmesswerte nach Maßgabe der lokalen Verkehrsmesswerte durchgeführt wird. Das heißt also insbesondere, dass nur dann die Datenfusion durchgeführt wird, wenn die Verkehrssituation, die basierend auf den streckenbezogenen Verkehrsmesswerten ermittelt wurde, der Verkehrssituation entspricht, die basierend auf den lokalen Verkehrsmesswerten ermittelt wurde.

**[0025]** Nach einer Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass eine Bestimmung der Eignung der lokalen Messstellen für die Nutzung zur Datenfusion (zum Beispiel Messstelle zu nah an oder zu weit entfernt vom nächsten Knotenpunkt) durchgeführt wird.

**[0026]** In einer anderen Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass eine Berücksichtigung der Steuerungsparameter einer oder mehrerer Lichtsignalanlagen bei der Interpretation der streckenbezogenen Verkehrsmesswerte, insbesondere innerorts, durchgeführt wird.

**[0027]** In einer weiteren Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass eine Berücksichtigung der Lage der lokalen Messstellen innerhalb eines oder mehrerer Straßenabschnitte durchgeführt wird.

**[0028]** Gemäß einer anderen Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass eine lokal und zeitlich differenzierte Interpretation der streckenbezogenen Verkehrsmesswerte auch ohne lokale Verkehrsmesswerte durchgeführt wird.

**[0029]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass eine Berücksichtigung von Qualitätsinformationen (Gütefaktor) der zu fusionierenden Datensätze (dies gilt sowohl für die strecken- als auch für die punktbezogenen Messwerte) durchgeführt wird.

**[0030]** In einer weiteren Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass eine Ableitung von einer oder mehreren weiteren Kenngrößen, die zur Steuerung oder zu Interpretation des Verkehrs von Nutzen sind, beispielsweise von Rückstaulängen, auch differenziert bezogen auf LOS-Stufen (LOS heißt "Level of Service", auf deutsch: Verkehrsqualität), beispielsweise in Form von Anteilen der streckenbezogenen Verkehrsleistung, durchgeführt wird.

**[0031]** Ein besonderer Vorteil liegt somit insbesondere in der Art der Interpretation der lokalen und der streckenbezogenen Verkehrsmessdaten unter Weglassung eines Verkehrsmodells aber unter Einbeziehung der Steuerungsparameter der Lichtsignalanlagen (zum Beispiel der Umlaufzeit). Die Lage der lokalen Messquerschnitte wird nicht als geografische Koordinate, sondern in Bezug auf die Bedeutung für die Steuerung der nachfolgenden Lichtsignalanlage und damit in Bezug auf den Verkehrsablauf beschrieben. Dies ist eine wesentliche Grundlage für die widerspruchsfreie Fusion der beiden Datenarten und erlaubt für den innerstädtischen Anwendungsfall die Definition der Verkehrslagestufen (zum Beispiel: Stau, zähfließender Verkehr, freier Verkehr, dichter Verkehr) aus Sicht der Verkehrsteilnehmer.

**[0032]** Ein Messquerschnitt bezeichnet insbesondere den Ort, den ein Fahrzeug passieren muss, um mittels des Verkehrsdetektors erfasst zu werden, so dass dieser eine Passage und eine Geschwindigkeit des Fahrzeugs erfassen kann.

**[0033]** In Bezug auf die vorstehend genannten Vorteile und Merkmale können weitere technische Merkmale und Vorteile wie folgt sein:

Insbesondere ist die Interpretation der streckenbezogenen Verkehrsmesswerte nach Maßgabe der stationär erfassten Verkehrsmesswerte vorgesehen.

**[0034]** Daraus ergibt sich insbesondere der Vorteil, dass eine Widerspruchsfreiheit beider Datenarten vorliegt und somit eine streckenbezogen konsistente Verkehrslageinformation.

**[0035]** Insbesondere ist die Interpretation der streckenbezogenen Verkehrsmesswerte nicht nur nach festen Schwellenwerten, sondern vielmehr nach zeitlich und vor allem der lokalen Situation angepassten Werten.

**[0036]** Daraus ergibt sich insbesondere der Vorteil, dass eine größere Widerspruchsfreiheit zu den stationär erfassten Verkehrsmesswerten durch die lokale Differenzierung vorliegt, also eine bessere Übereinstimmung mit der Wahrnehmung durch den Verkehrsteilnehmer durch die zeitliche Differenzierung, insbesondere nach Maßgabe der Steuerungsparameter der Lichtsignalanlagen.

**[0037]** Insbesondere ist nicht jede lokale/stationäre Messstelle in gleicher Weise für die Erfassung der aktuellen Verkehrslage geeignet. Beispielsweise leisten halteliniennahe Messquerschnitte kaum Beiträge zur Ver-

kehrslageerfassung. Erfindungsgemäß ist insbesondere vorgesehen, dass alle stationären Messquerschnitte durch den Abgleich mit den streckenbezogenen Verkehrsmesswerten derart bewertet werden, dass ein Rückschluss auf die Eignung der jeweiligen Messquerschnitte für die Verkehrslageerfassung gezogen werden kann. Ungeeignete Messstellen werden hiermit ausgeschlossen.

**[0038]** Daraus ergibt sich insbesondere der Vorteil, dass eine Bewertung der stationären Messquerschnitte im Hinblick auf die Eignung ihrer Daten zur Ableitung einer aktuellen Verkehrslage aufgrund ihrer Lage dergestalt erfolgt, dass zwischen Zählstellen und verkehrslage relevanten Messquerschnitten unterschieden werden kann. Dies ist bei der Optimierung und bei der Modernisierung vorhandener Messstellennetze, aber auch bei der Neugestaltung und dem Aufbau / der Erweiterung derartiger stationärer Messstellennetze von erheblichem technischem und wirtschaftlichem Nutzen.

**[0039]** Insbesondere die Steuerung der Lichtsignalanlagen beeinflusst maßgeblich den innerstädtischen Verkehrsablauf. Da sie wochentags- und tageszeitlich unterschiedlich erfolgt, ist insbesondere vorgesehen, dies erfindungsgemäß bei der Interpretation der streckenbezogenen Verkehrsmessdaten zu berücksichtigen. Hierbei spielt insbesondere die Umlaufzeit eine maßgebliche Rolle. Zum Beispiel: Eine Verlustzeit (Differenz zwischen Reisezeit im freien Verkehr und der aktuellen Reisezeit) von 120 Sekunden wird bei einer Umlaufzeit von ebenfalls 120 Sekunden im Berufsverkehr als kleinere Behinderung empfunden, desnachts bei einer Umlaufzeit von 60 Sekunden jedoch als gravierende Störung interpretiert. Hierzu werden die Reise-/Verlustzeiten zu den aktuellen Umlaufzeiten der LSA (Lichtsignalanlage) ins Verhältnis gesetzt.

**[0040]** Daraus ergibt sich insbesondere der Vorteil, dass die Interpretation der streckenbezogenen Verkehrsmesswerte zuverlässiger an die stationär erfassten Werte angepasst werden kann. Darüber hinaus stimmt die Interpretation der Verkehrsmesswerte besser mit der Wahrnehmung durch die Verkehrsteilnehmer überein.

**[0041]** Insbesondere die Lage des Messquerschnitts (des Verkehrsdetektors) innerhalb des Streckenabschnitts kann wesentlich die Repräsentativität seiner Messdaten für die Verkehrslage bestimmen. Befindet sich der Messquerschnitt des Verkehrsdetektors zu nahe an oder zu weit entfernt von der Haltelinie der nachfolgenden LSA, so können Stausituationen nicht erkannt werden. Erfindungsgemäß wird vorzugsweise die Lage der stationären Verkehrsmessstellen (Verkehrsdetektoren) in Bezug auf die nachfolgenden relevanten Knotenpunkte (zum Beispiel eine Kreuzung) explizit berücksichtigt, indem es sie ins Verhältnis zur umlaufbezogenen Rückstaulänge vor der LSA setzt. Hierzu werden die Entfernungen der Messquerschnitte zu den Haltelinien der nachfolgenden LSA nicht in geografischen Entfernungen (Meter) sondern vielmehr in Termen der während einer LSA-Umlaufzeit abwickelbaren Rückstaulänge erfasst

und erfindungsgemäß verarbeitet.

**[0042]** Daraus ergibt sich insbesondere der Vorteil, dass die unterschiedliche Lage der jeweiligen stationären Messquerschnitte, die aufgrund der baulichen Gegebenheiten oft nahezu unveränderlich ist, berücksichtigt und ausgeglichen wird. Messquerschnitte mit unterschiedlichen Abständen zur nachfolgenden Haltelinie können so berücksichtigt werden.

**[0043]** Insbesondere kann eine Verkehrslageberechnung (Ermittlung der Verkehrssituation) für Abschnitte (Straßenstrecke) ohne lokale Detektion, also ohne Verkehrsdetektoren, durchgeführt werden. Die Interpretation der streckenbezogenen Verkehrsmesswerte wird nicht nur nach festen Schwellenwerten, sondern vielmehr nach zeitlich und vor allem der lokalen Situation angepassten Werten anhand von "virtuellen" Messquerschnitten sowie anhand von vergleichbaren Streckenabschnitten mit stationärer Detektion durchgeführt.

**[0044]** Daraus ergibt sich insbesondere der Vorteil, dass eine größere Konsistenz der Verkehrslageinformation in gesamten Netzen vorliegt, sowie eine bessere Übereinstimmung mit der Wahrnehmung durch den Verkehrsteilnehmer durch die zeitliche Differenzierung vorliegt, insbesondere nach Maßgabe der Steuerungsparameter der Lichtsignalanlagen, sowie eine Erzeugung einer Verkehrslageinformation mit einem Minimum an bzw. ohne stationäre Detektion vorliegt.

**[0045]** Insbesondere haben nicht alle streckenbezogenen Verkehrsmesswerte die gleiche Qualität und damit die gleiche Glaubwürdigkeit. Vorzugsweise wird die Qualität der streckenbezogenen Verkehrsmesswerte oder ein repräsentierender Indikator genutzt (Gütefaktor), um die Fusion mit den stationären Daten zu steuern. Bei zu geringer Datenqualität kann beispielsweise auf Ersatzwerte zurückgegriffen werden.

**[0046]** Daraus ergibt sich insbesondere folgender Vorteil: Die Interpretation der streckenbezogenen Messwerte in Zeiten geringerer Verkehrsstärke (sogenannte Schwachlastzeiten) ist deutlich verlässlicher und plausibler. Ausreißer und Messfehler können schneller erkannt und behandelt werden.

**[0047]** Insbesondere neben der reinen Verkehrslageinformation (strecken- / abschnittsbezogene LOS-Werte) werden vorzugsweise ein oder weitere Kennwerte abgeleitet. Hierzu zählt insbesondere die streckenbezogene Aufteilung der Verkehrsleistung nach LOS-Stufen, beispielsweise für Berechnungen der Kfz (Kraftfahrzeug)-bezogenen Luftschadstoffemissionen. Hierzu wird beispielsweise zum jeweiligen Betrachtungszeitpunkt (Messzeitpunkt) (meist aktuelle Uhrzeit) vorzugsweise nicht nur der gesamte Streckenabschnitt mit einem einheitlichen LOS-Wert belegt, sondern vielmehr in Unterabschnitte mit verschiedenen LOS-Werten unterteilt. Direkt vor den Lichtsignalanlagen kommen Fahrzeuge häufiger zum Stehen, als weiter entfernt von ihnen. Hieraus können vorzugsweise deutlich präziser für Streckenabschnitte, Knotenpunkte, Teilnetze oder ganze Gebiete wie Städte die Stauanteile abgeleitet und mittels Ver-

gleich mit historischen Werten und/oder Verkehrsmeldungen interpretiert werden.

**[0048]** Daraus ergibt sich insbesondere folgender Vorteil: Für viele weitere Anwendungsfelder, wie beispielsweise eine generellere Verkehrsinformation (politische Bewertung) oder für die Verkehrs- und Umweltplanung oder auch für umweltorientierte Verkehrsmanagement-Strategien werden belastbarere Verkehrsinformationen durch die Datenfusion der verschiedenen Quellen generiert.

**[0049]** Die Vorteile der Erfindung bestehen zusammenfassend insbesondere darin, dass die Anforderungen an das Verkehrsnetz, auf dem die Verkehrslage berechnet und dargestellt wird, deutlich niedriger als bislang sind (keine Routingfähigkeit erforderlich),

durch die Verwendung von "virtuellen Messquerschnitten" kein Verkehrsmodell zur netzweiten Verkehrslageberechnung mehr benötigt wird und damit die Anforderungen an die Datengrundlagen sowie infolgedessen die Inbetriebsetzungs- und Betriebskosten deutlich niedriger sind,

die Interpretation der lokalen und der streckenbezogenen Verkehrsmessdaten durch Berücksichtigung der LSA-Steuerung deutlich plausibler ist,

die Anforderungen an die notwendige Online-Rechenleistung deutlich niedriger als bei Nutzung von Verkehrsmodellen ist und damit deutlich kürzere Aktualisierungsintervalle realisierbar sind (höhere Aktualität der Verkehrslageinformationen für die Verkehrsteilnehmer) und die Lösung technisch wie organisatorisch skalierbar ist und damit auf nahezu beliebig große, nicht zwingend zusammenhängende räumliche Bereiche angewendet werden kann.

**[0050]** Die Zusammenführung (Datenfusion) kann beispielsweise aus lokalen Verkehrsstärke- und Geschwindigkeitsmessdaten sowie aus streckenbezogenen Reisegeschwindigkeiten, die aus sogenannten Floating Car Data (FCD) gewonnen wurden, erfolgen. Im Ergebnis entsteht eine widerspruchsfreie streckenbezogene Verkehrslageinformation (Verkehrsqualität = Level of Service, LOS).

**[0051]** Die streckenbezogenen Daten werden so interpretiert und in LOS-Informationen umgewandelt, dass im Wesentlichen keine Abweichungen zu den Interpretationen der lokalen Messdaten erfolgen. Die streckenbezogenen Daten werden beispielsweise somit erst und nur dann als "Stau" interpretiert, wenn auch die lokalen Messdaten auf einen Stau hinweisen (Rückstau bis zur Messstelle).

**[0052]** Aus der Lage einer lokalen Messstelle (Verkehrsdetektor) innerhalb eines Streckenabschnitts, den dort erhobenen Messdaten (Verkehrsdaten) und den zugehörigen streckenbezogenen Messdaten (Verkehrsdaten), kann ermittelt werden, ob die lokale Messstelle geeignet für eine Datenfusion positioniert ist. Ist sie zu nahe an der Haltelinie des nachfolgenden Knotenpunkts gelegen, so erkennt sie kleinere Rückstaus viel zu früh als

Stauerscheinungen. Ist sie hingegen zu weit von der Haltelinie entfernt, so werden Stauerscheinungen nicht oder erst viel zu spät erfasst.

**[0053]** Als Steuerungsparameter der Lichtsignalanlagen können beispielsweise die Umlaufzeiten herangezogen werden. Wird beispielsweise eine verkehrsbedingte zusätzliche Reisezeit von 120 Sekunden vor der LSA durch die streckenbezogenen Daten ausgewiesen, so kann dies während der Berufsverkehrszeit mit langen LSA-Umlaufzeiten nur einen kurzen Halt bedeuten. Tritt dieselbe Verlustzeit jedoch nachts auf, wenn deutlich kürzere LSA-Umlaufzeiten geschaltet sind, so handelt es sich eher um eine relevante Stauerscheinung.

**[0054]** Die Lage einer lokalen Messstelle beeinflusst die Definition, wann auf dem Streckenabschnitt ein Stau herrscht. Erfindungsgemäß wird vorzugsweise die Lage des Detektors (Verkehrsdetektor) explizit berücksichtigt, indem es die Haltelinienentfernung des lokalen Detektors ins Verhältnis zur Länge eines Rückstaus setzt, der innerhalb einer LSA-Umlaufzeit abgebaut werden kann. Dies geht weit über die bloße geografische Angabe oder die rein räumliche Entfernung von der Haltelinie hinaus.

**[0055]** Auch wenn keine lokalen Messstellen auf einem Abschnitt installiert sind, kann dieses Verfahren zur netzweit widerspruchsfreien Interpretation der streckenbezogenen Daten genutzt werden. Hierbei wird gedanklich ein Detektor auf dem Abschnitt positioniert ("virtueller Detektor") und mit seinen Lageinformationen integriert. Dies steuert wiederum die Interpretation der streckenbezogenen Daten.

**[0056]** Streckenbezogene Daten werden oft aus Stichproben generiert. Dies führt zu unterschiedlichen Qualitäten der einzelnen Datensätze. Beispielsweise ist nachts die Qualität der streckenbezogenen Daten geringer. Vorzugsweise kann daher diese Qualitätsinformationen auf Datensatzebene berücksichtigt werden.

**[0057]** Neben den LOS-Informationen können vorzugsweise auch andere verkehrlich relevante Parameter geschätzt werden, wie beispielsweise die mittlere Anzahl von Halten der Fahrzeuge vor der LSA oder auch die Aufteilung der jeweiligen Verkehrsleistung auf die LOS-Stufen. Dies ist insbesondere für die Berechnung von verkehrsbedingten Luftschadstoffemissionen von Vorteil.

**[0058]** Die oben beschriebenen Eigenschaften, Merkmale und Vorteile dieser Erfindung sowie die Art und Weise, wie diese erreicht werden, werden klarer und deutlicher verständlich im Zusammenhang mit der folgenden Beschreibung der Ausführungsbeispiele, die im Zusammenhang mit den Zeichnungen näher erläutert werden, wobei

- FIG 1 ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens zum Ermitteln einer Verkehrssituation auf einer Straßenstrecke;  
 FIG 2 ein System zum Ermitteln einer Verkehrssituation auf einer Straßenstrecke; und  
 FIG 3 eine Straßenstrecke mit einem Verkehrsdetek-

tor

zeigen.

**[0059]** FIG 1 zeigt ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens zum Ermitteln einer Verkehrssituation auf einer Straßenstrecke.

**[0060]** Gemäß einem Schritt 101 wird die Verkehrssituation basierend auf lokalen Verkehrsdaten ermittelt, die eine jeweilige Passage und eine jeweilige Geschwindigkeit von einen an der Straßenstrecke stationär angeordneten Verkehrsdetektor passierenden Fahrzeugen umfassen. Gemäß einem Schritt 103 wird die Verkehrssituation basierend auf streckenbezogenen Verkehrsdaten ermittelt, die eine jeweilige Reisezeit und/oder eine jeweilige Reisegeschwindigkeit auf der Straßenstrecke von zumindest einigen der den Verkehrsdetektor passierenden Fahrzeugen umfassen. In einem Schritt 105 wird geprüft, ob die basierend auf den streckenbezogenen Verkehrsdaten ermittelte Verkehrssituation der basierend auf den lokalen Verkehrsdaten ermittelten Verkehrssituation entspricht. Wenn dies der Fall ist, werden in einem Schritt 107 die lokalen Verkehrsdaten mit den streckenbezogenen Verkehrsdaten fusioniert. In einem Schritt 109 wird die Verkehrssituation basierend auf den fusionierten Verkehrsdaten ermittelt.

**[0061]** FIG 2 zeigt ein System 201 zum Ermitteln einer Verkehrssituation auf einer Straßenstrecke. Das System 201 umfasst eine Verarbeitungseinrichtung 203, die eingerichtet ist, das Verfahren zum Ermitteln einer Verkehrssituation auf einer Straßenstrecke auszuführen.

**[0062]** FIG 3 zeigt eine Straßenstrecke 301 mit einem Verkehrsdetektor 303, der an der Straßenstrecke 301 angeordnet ist.

**[0063]** Die Straßenstrecke 301 umfasst zwei Kreuzungen 305 und 307. Der Verkehrsdetektor 303 ist zwischen den beiden Kreuzungen 305 und 307 angeordnet. Ein Lichtsignalanlage 309 ist an der Kreuzung 307 vorgesehen. Der Verkehrsdetektor 303 erfasst eine jeweilige Passage und eine jeweilige Geschwindigkeit von den Verkehrsdetektor 303 passierenden Fahrzeugen (nicht gezeigt). Diese lokalen Verkehrsdaten werden insbesondere an ein hier nicht gezeigtes System zum Ermitteln einer Verkehrssituation auf einer Straßenstrecke, zum Beispiel das System 201 gemäß FIG 2, gesendet. Zumindest einige der Fahrzeuge, die den Verkehrsdetektor 303 passieren, senden insbesondere streckenbezogene Verkehrsdaten, die eine jeweilige Reisezeit und/oder eine jeweilige Reisegeschwindigkeit auf der Straßenstrecke 301 umfassen, an das System, insbesondere das System 201 gemäß FIG 2. Das System führt dann insbesondere die einzelnen Verfahrensschritte durch.

**[0064]** Das Bezugszeichen 311 zeigt auf eine geschweifte Klammer, die einen Abschnitt der Straßenstrecke 301 vor der Kreuzung 307 definiert, in welchem bei einer Umlaufzeit der Lichtsignalanlage 309 ein Rückstau (Stau vor der Lichtsignalanlage 309) entstehen kann. Abhängig von einer definierten Fahrzeuggröße kann eine Anzahl an Fahrzeugen für diesen Abschnitt 311 bestimmt

werden, die während einer Grünphase abfließen können, also die Lichtsignalanlage 309 passieren können.

[0065] Das Bezugszeichen 313 zeigt auf eine geschweifte Klammer, die einen Abschnitt der Straßenstrecke 301 vor der Kreuzung 307 definiert, in welchem bei zwei Umlaufzeiten der Lichtsignalanlage 309 ein Rückstau entstehen kann. Abhängig von einer definierten Fahrzeuggröße kann eine Anzahl an Fahrzeugen für diesen Abschnitt 313 bestimmt werden, die während einer Grünphase abfließen können, also die Lichtsignalanlage 309 passieren können.

[0066] Das Bezugszeichen 315 zeigt auf einen weiteren Verkehrsdetektor, der näher an der Lichtsignalanlage 309 angeordnet ist als der Verkehrsdetektor 303. Allerdings ist die entsprechende Lage oder Position des weiteren Verkehrsdetektors 315 ungeeignet zur Ermittlung der Verkehrssituation und für die Datenfusion.

[0067] Obwohl die Erfindung im Detail durch das bevorzugte Ausführungsbeispiel näher illustriert und beschrieben wurde, so ist die Erfindung nicht durch die offenbarten Beispiele eingeschränkt und andere Variationen können vom Fachmann hieraus abgeleitet werden, ohne den Schutzbereich der Erfindung zu verlassen.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Ermitteln einer Verkehrssituation auf einer Straßenstrecke (301), umfassend die folgenden Schritte:

- Ermitteln (101) der Verkehrssituation basierend auf lokalen Verkehrsdaten, die eine jeweilige Passage und eine jeweilige Geschwindigkeit von einem an der Straßenstrecke stationär angeordneten Verkehrsdetektor (303) passierenden Fahrzeugen umfassen,
- Ermitteln (103) der Verkehrssituation basierend auf streckenbezogenen Verkehrsdaten, die eine jeweilige Reisezeit und/oder eine jeweilige Reisegeschwindigkeit auf der Straßenstrecke (301) von zumindest einigen der den Verkehrsdetektor passierenden Fahrzeugen umfassen,
- Prüfen (105), ob die basierend auf den streckenbezogenen Verkehrsdaten ermittelte Verkehrssituation der basierend auf den lokalen Verkehrsdaten ermittelten Verkehrssituation entspricht, und wenn ja
- Fusionieren (107) der lokalen Verkehrsdaten mit den streckenbezogenen Verkehrsdaten und
- Ermitteln (109) der Verkehrssituation basierend auf den fusionierten Verkehrsdaten.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Ermitteln der Verkehrssituation basierend auf den streckenbezogenen Verkehrsdaten abhängig von einem Steuerungsparameter einer an der Straßenstrecke (301)

angeordneten Lichtsignalanlage (309) durchgeführt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei der Steuerungsparameter eine Umlaufzeit der Lichtsignalanlage (309) ist.

4. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei das Ermitteln der Verkehrssituation basierend auf den lokalen Verkehrsdaten basierend auf einer Lage des Verkehrsdetektors innerhalb der Straßenstrecke (301) durchgeführt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, wobei die Lage eine Entfernung des Verkehrsdetektors (303) zu einer Lichtsignalanlage (309) zugeordneten Haltelinie umfasst, wobei die Entfernung ins Verhältnis zu einer Länge eines Rückstaus (311) gesetzt wird, der innerhalb einer Umlaufzeit der Lichtsignalanlage abgebaut werden kann, wobei das Ermitteln der Verkehrssituation basierend auf den lokalen Verkehrsdaten basierend auf dem Verhältnis durchgeführt wird.

6. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei das Ermitteln der Verkehrssituation basierend auf den lokalen Verkehrsdaten und/oder das Ermitteln der Verkehrssituation basierend auf den streckenbezogenen Verkehrsdaten abhängig von einem jeweiligen Gütefaktor durchgeführt wird, der jeweils den lokalen Verkehrsdaten und den streckenbezogenen Verkehrsdaten zugeordnet ist.

7. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei eine Kenngröße zur Steuerung und/oder zur Interpretation der Verkehrssituation basierend auf den fusionierten Verkehrsdaten abgeleitet wird.

8. System (201) zum Ermitteln einer Verkehrssituation auf einer Straßenstrecke (301), wobei das System (201) eine Verarbeitungseinrichtung (203) umfasst, die eingerichtet ist, das Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche auszuführen.

9. Computerprogramm, umfassend Programmcode zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wenn das Computerprogramm auf einem Computer ausgeführt wird.

FIG 1

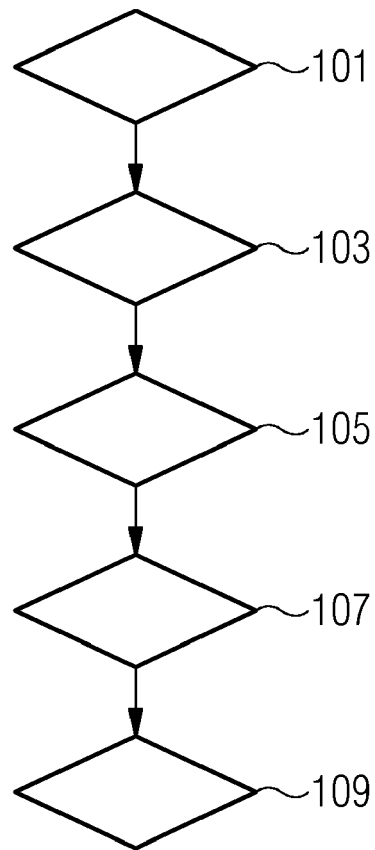


FIG 2

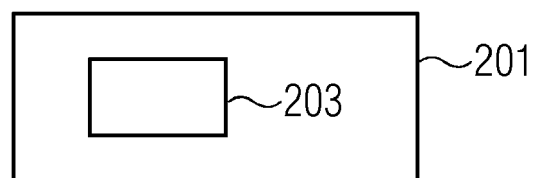
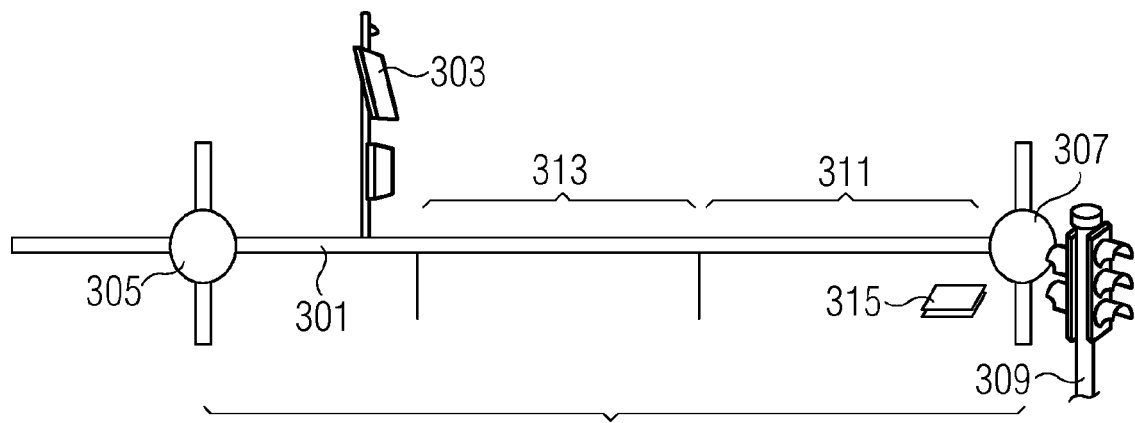


FIG 3





## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung  
EP 14 19 6186

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Kategorie                                                                                                                                                                                                                                                                         | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile                                                                                                                                                                                                                                                                | Betrifft Anspruch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)      |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                 | PETER VORTISCH ET AL: "Vom Stau zur Verkehrsinformation - Datenfusion als Teil eines Gesamtprozesses (From Jams on the Road to Traffic Information - Data Fusion as a Part of the Traffic Modelling Process) : at - Automatisierungstechnik", AT - AUTOMATISIERUNGSTECHNIK, Bd. 53, Nr. 7, 1. Juli 2005 (2005-07-01), Seiten 306-313, XP055178081, | 1,6-9                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | INV.<br>G08G1/01                        |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                 | * Zusammenfassung *<br>* Seite 307, linke Spalte, Absatz 4 - Seite 308, linke Spalte, Absatz 3 *<br>* Seite 309, linke Spalte, Absatz 4 - Seite 310, rechte Spalte, Absatz 1 *                                                                                                                                                                     | 2-5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                         |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                 | WO 2007/103180 A2 (INRIX INC [US]; CHAPMAN CRAIG H [US]; BARKER ALEC [US]; BURNS MITCHEL) 13. September 2007 (2007-09-13)                                                                                                                                                                                                                          | 1,6-9                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                         |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                 | * Zusammenfassung *<br>* Seite 3, Zeile 29 - Seite 17, Zeile 10; Abbildung 1 *<br>* Seite 42, Zeile 7 - Seite 43, Zeile 19; Abbildung 3 *<br>* Seite 44, Zeile 20 - Seite 46, Zeile 15 *<br>* Seite 56, Zeile 13 - Seite 58, Zeile 2; Abbildung 7 *<br>* Seite 65, Zeile 12 - Seite 66, Zeile 31; Abbildung 13 *                                   | 2-5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)<br>G08G |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                 | US 2010/079306 A1 (LIU XIANGHONG [US] ET AL) 1. April 2010 (2010-04-01)                                                                                                                                                                                                                                                                            | 2-5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                         |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                 | * Zusammenfassung *<br>* Absatz [0018] - Absatz [0021]; Abbildungen 1,2 *<br>* Absatz [0033] - Absatz [0038]; Abbildungen 3,4 *                                                                                                                                                                                                                    | 1,8,9                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                         |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                         |
| Recherchenort<br>München                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Abschlußdatum der Recherche<br>20. März 2015                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Prüfer<br>Heß, Rüdiger                  |
| KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE<br>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet<br>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie<br>A : technologischer Hintergrund<br>O : mündliche Offenbarung<br>P : Zwischenliteratur |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze<br>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument<br>L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument<br>.....<br>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument |                                         |

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 14 19 6186

5

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.

20-03-2015

10

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|----------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| WO 2007103180 A2                                   | 13-09-2007                    | AT 523869 T                       | 15-09-2011                    |
|                                                    |                               | AU 2007224206 A1                  | 13-09-2007                    |
|                                                    |                               | CN 101438335 A                    | 20-05-2009                    |
|                                                    |                               | CN 102254434 A                    | 23-11-2011                    |
|                                                    |                               | CN 102289935 A                    | 21-12-2011                    |
|                                                    |                               | CN 102289936 A                    | 21-12-2011                    |
|                                                    |                               | CN 102394008 A                    | 28-03-2012                    |
|                                                    |                               | CN 102394009 A                    | 28-03-2012                    |
|                                                    |                               | EP 1938296 A2                     | 02-07-2008                    |
|                                                    |                               | EP 2278573 A1                     | 26-01-2011                    |
|                                                    |                               | ES 2373336 T3                     | 02-02-2012                    |
|                                                    |                               | ES 2386529 T3                     | 22-08-2012                    |
|                                                    |                               | JP 2009529187 A                   | 13-08-2009                    |
|                                                    |                               | WO 2007103180 A2                  | 13-09-2007                    |
| -----                                              |                               |                                   |                               |
| US 2010079306 A1                                   | 01-04-2010                    | KEINE                             |                               |
| -----                                              |                               |                                   |                               |

15

20

25

30

35

40

45

50

55

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 Patentdokumente**

- DE 102010062025 A1 [0002]