



(11) **EP 3 783 585 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**24.02.2021 Patentblatt 2021/08**

(51) Int Cl.:  
**G08G 1/082 (2006.01)**      **G08G 1/083 (2006.01)**  
**G08G 1/08 (2006.01)**      **G08G 1/01 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **20184516.1**

(22) Anmeldetag: **07.07.2020**

(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**  
Benannte Validierungsstaaten:  
**KH MA MD TN**

(71) Anmelder: **Siemens Mobility GmbH**  
**81739 München (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Borst, David**  
**81379 München (DE)**  
• **Montgomery, David**  
**87650 Baisweil (DE)**  
• **Raap, Manon**  
**85579 Neubiberg (DE)**

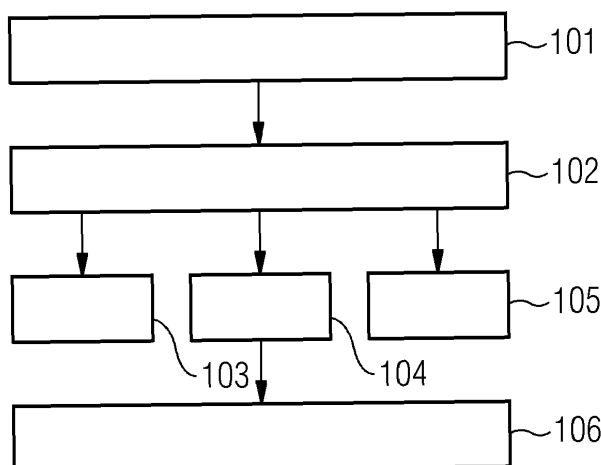
(30) Priorität: **23.08.2019 DE 102019212655**

(54) **ERMITTLUNG UND/ODER OPTIMIERUNG EINER EFFIZIENZ EINER LICHTSIGNALSTEUERUNG**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Ermitteln und/oder Optimieren einer Effizienz einer Lichtsignalsteuerung von an Kreuzungen angeordneten Lichtsignalanlagen eines Straßenzugs im Hinblick auf ein Bereitstellen einer Grünen Welle für den Straßenzug benutzende Verkehrsteilnehmer. Das Verfahren umfasst ein Durchführen einer Auswertung unter Verwendung von Verkehrsteilnehmerdaten umfassend Zeit-, Orts- und Bewegungsinformationen von individuellen Verkehrsteilnehmern im Bereich des Straßenzugs, welche auf einer Positions- und Bewegungserfassung der individuellen Verkehrsteilnehmer basieren, wobei auf der Grundlage

der Verkehrsteilnehmerdaten wenigstens eine der folgenden Informationen bereitgestellt wird: Eine Effizienzinformation und/oder eine Anweisungsinformation. Die Effizienzinformation gibt die Effizienz der Lichtsignalsteuerung im Hinblick auf das Bereitstellen der Grünen Welle wieder. Die Anweisungsinformation bezieht sich auf eine Änderung der Lichtsignalsteuerung zum Verbessern der Effizienz der Lichtsignalsteuerung im Hinblick auf das Bereitstellen der Grünen Welle. Die Erfindung betrifft des Weiteren ein Computerprogramm zum Ausführen des Verfahrens und ein System zum Durchführen des Verfahrens.

**FIG 2**



**EP 3 783 585 A1**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Ermitteln und/oder Optimieren einer Effizienz einer Lichtsignalsteuerung im Hinblick auf ein Bereitstellen einer Grünen Welle. Die Erfindung betrifft des Weiteren ein Computerprogramm zum Ausführen des Verfahrens und ein System zum Durchführen des Verfahrens.

**[0002]** Zur Regelung des Verkehrs auf Kreuzungen von Straßen werden heutzutage vorwiegend Lichtsignalanlagen eingesetzt. Die Steuerung von Lichtsignalanlagen kann derart ausgestaltet sein, dass ein Bereitstellen einer sogenannten Grünen Welle für Verkehrsteilnehmer bzw. Fahrzeuge möglich ist. Dies betrifft zum Beispiel Straßenzüge von Städten, welche als Hauptverkehrsadern dienen. Eine Grüne Welle kann durch eine koordinierte Steuerung der Lichtsignalanlagen benachbarter Kreuzungen eines Straßenzugs geschaffen werden. Zu diesem Zweck werden die Signalabläufe der Lichtsignalanlagen derart synchronisiert, dass Fahrzeuge beim Durchfahren des Straßenzugs in einer Fahrtrichtung aufeinanderfolgende Kreuzungen jeweils bei Vorliegen einer Grünphase durchqueren und auf diese Weise den Straßenzug ohne anzuhalten passieren können. Die Schaffung Grüner Wellen bietet die Möglichkeit, Verkehrsstaus zu reduzieren, die Umweltbelastung zu reduzieren und den Verkehrsfluss zu erhöhen.

**[0003]** Für die Planung, sowie auch für die Analyse einer Lichtsignalsteuerung im Hinblick auf das Erzielen einer Grünen Welle können Verfahren durchgeführt werden, welche auf dem Einsatz eines Modells, einer Verkehrssimulation und/oder eines Berechnungsalgorithmus basieren können. Des Weiteren können Verkehrsmessungen durchgeführt werden.

**[0004]** Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein verbessertes Verfahren zum Ermitteln und/oder Optimieren einer Effizienz einer Lichtsignalsteuerung im Hinblick auf ein Bereitstellen einer Grünen Welle anzugeben. Es ist weiterhin Aufgabe der Erfindung, ein entsprechendes Computerprogramm und ein System zur Verfügung zu stellen.

**[0005]** Diese Aufgabe wird durch die Merkmale der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Weitere vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

**[0006]** Gemäß einem Aspekt der Erfindung wird ein Verfahren zum Ermitteln und/oder Optimieren einer Effizienz einer Lichtsignalsteuerung von an Kreuzungen angeordneten Lichtsignalanlagen eines Straßenzugs im Hinblick auf ein Bereitstellen einer Grünen Welle für den Straßenzug benutzende Verkehrsteilnehmer vorgeschlagen. Das Verfahren umfasst ein Durchführen einer Auswertung unter Verwendung von Verkehrsteilnehmerdaten umfassend Zeit-, Orts- und Bewegungsinformationen von individuellen Verkehrsteilnehmern im Bereich des Straßenzugs, welche auf einer Positions- und Bewegungserfassung der individuellen Verkehrsteilnehmer basieren. Im Rahmen der Auswertung wird wenigstens

auf der Grundlage der Verkehrsteilnehmerdaten wenigstens eine der folgenden Informationen bereitgestellt: Eine Effizienzinformation und/oder eine Anweisungsinformation. Die Effizienzinformation gibt die Effizienz der Lichtsignalsteuerung im Hinblick auf das Bereitstellen der Grünen Welle wieder. Die Anweisungsinformation bezieht sich auf eine Änderung der Lichtsignalsteuerung zum Verbessern der Effizienz der Lichtsignalsteuerung im Hinblick auf das Bereitstellen der Grünen Welle. Die wenigstens eine Information kann dazu vorgesehen sein bzw. dazu verwendet werden, die Effizienz der Lichtsignalsteuerung im Hinblick auf das Bereitstellen der Grünen Welle zu verbessern. Unter den Ausdruck "Bereitstellen der Grünen Welle" kann ein Ermöglichen oder auch ein Verbessern der Grünen Welle fallen.

**[0007]** Das vorgeschlagene Verfahren wird auf der Grundlage von Verkehrsteilnehmerdaten von individuellen Verkehrsteilnehmern durchgeführt, welche auf einer Positions- und Bewegungserfassung der individuellen Verkehrsteilnehmer basieren. Individuell bedeutet in diesem Zusammenhang, dass die betreffenden Daten einzelnen Verkehrsteilnehmern zugeordnet sind und infolgedessen für die Verkehrsteilnehmer jeweils eigene Datensätze, umfassend Zeit-, Orts- und Bewegungsinformationen, vorhanden sind. Dadurch lässt sich ein Verkehrsteilnehmer und dessen Bewegung bzw. Bewegungsbahn im Bereich des betrachteten Straßenzugs von anderen Verkehrsteilnehmern und deren Bewegungen bzw. Bewegungsbahnen unterscheiden. Auch können die Bewegungen und Bewegungsbahnen der Verkehrsteilnehmer im Rahmen der Auswertung jeweils einzeln betrachtet und damit nachvollzogen werden. Hierdurch können tatsächliche Verkehrsgeschehnisse genau nachgebildet werden.

**[0008]** Die Verwendung der Verkehrsteilnehmerdaten individueller Verkehrsteilnehmer, wie sie bei dem vorgeschlagenen Verfahren zur Anwendung kommt, bietet auf diese Weise die Möglichkeit, das Ermitteln und/oder Optimieren der Effizienz der Lichtsignalsteuerung mit Bezug auf das Bereitstellen einer Grünen Welle mit einer hohen Zuverlässigkeit und Genauigkeit durchzuführen. Mit Hilfe der Effizienzinformation kann die Effizienz der Lichtsignalsteuerung infolgedessen präzise wiedergespiegelt werden. In entsprechender Weise lässt sich durch Verwendung der Anweisungsinformation die Effizienz der Lichtsignalsteuerung zuverlässig verbessern. Die genannten Vorteile können durch eine ausreichende bzw. hohe Anzahl und Qualität von Verkehrsteilnehmerdaten begünstigt werden.

**[0009]** Im Folgenden werden weitere mögliche Details und Ausführungsformen näher beschrieben, welche für das Verfahren in Betracht kommen können.

**[0010]** Die Steuerung der Lichtsignalanlagen der Kreuzungen des betrachteten Straßenzugs kann mit Hilfe von Steuervorrichtungen durchgeführt werden. Jeder Kreuzung kann eine Steuervorrichtung zugeordnet sein, mit welcher die Lichtsignalanlagen der jeweiligen Kreuzung gesteuert werden können. Die Steuerung der Lichtsig-

nalanlagen durch die zugehörigen Steuervorrichtungen kann auf der Grundlage von vorgegebenen Signalabläufen, auch als Signalprogramme bezeichnet, erfolgen. Die Signalprogramme können in den Steuervorrichtungen hinterlegt sein. Die Steuervorrichtungen können mit einem System, zum Beispiel einem zentralen System wie beispielsweise einem Verkehrsleitsystem, gekoppelt sein, welches die Signalprogramme sowie auch Signalprogramm-Änderungen an die Steuervorrichtungen übermitteln kann. Im Hinblick auf das Bereitstellen einer Grünen Welle können die Lichtsignalanlagen der Kreuzungen des betrachteten Straßenzugs koordiniert gesteuert werden. Zu diesem Zweck können die Signalprogramme aufeinander abgestimmt sein.

**[0011]** Die wenigstens eine in dem Verfahren bereitgestellte Information (Effizienz- und/oder Anweisungsinformation) kann sich auf wenigstens einen Teilbereich des Straßenzugs beziehen.

**[0012]** Bei den Verkehrsteilnehmerdaten kann es sich um historische Daten, also um Daten aus einem Zeitraum in der Vergangenheit, handeln.

**[0013]** Das Durchführen der Auswertung kann sich auf einen vorgegebenen Zeitraum beziehen. Möglich ist zum Beispiel ein Zeitraum mit einer Zeitdauer im Bereich von einer Stunde, mehreren Stunden oder eines ganzen Tages. Auf diese Weise kann eine ausreichende statistische Aussagekraft erzielt werden.

**[0014]** Das Verfahren kann ein computerimplementiertes Verfahren sein, welches auf einem Computer bzw. Computersystem ausgeführt werden kann.

**[0015]** Der in dem Verfahren betrachtete Straßenzug kann mehrere nebeneinander angeordnete bzw. aufeinanderfolgende Kreuzungen und die Kreuzungen verbindende Straßenabschnitte aufweisen. Der Straßenzug kann (wenigstens) in einer Richtung durchquert werden. Im Falle von Zweirichtungsverkehr kann der Straßenzug in zwei entgegengesetzten Richtungen passiert werden.

**[0016]** Es ist möglich, das Verfahren im Hinblick auf das Bereitstellen einer Grünen Welle in Bezug auf eine Bewegungs- bzw. Fahrtrichtung entlang des Straßenzugs durchzuführen. Hierzu kann die betreffende Richtung vorab vorgegeben werden, und kann sich die wenigstens eine bereitgestellte Information (Effizienz- und/oder Anweisungsinformation) auf diese Richtung beziehen. Im Falle von Zweirichtungsverkehr ist es möglich, das Verfahren in Bezug auf zwei entgegengesetzte Bewegungs- bzw. Fahrtrichtungen entlang des Straßenzugs durchzuführen. In einer solchen Ausführungsform können für beide Richtungen wenigstens eine Information (Effizienz- und/oder Anweisungsinformation) bereitgestellt werden.

**[0017]** In einer weiteren Ausführungsform umfasst das Durchführen der Auswertung ein Ermitteln von Bewegungsbahnen von individuellen Verkehrsteilnehmern im Bereich des Straßenzugs. Dieser Schritt kann auf der Grundlage der Verkehrsteilnehmerdaten durchgeführt werden. Auf diese Weise ist eine genaue Auswertung möglich.

**[0018]** In einer weiteren Ausführungsform umfasst das Durchführen der Auswertung ein Festlegen einer Auswertestruktur für den analysierten Straßenzug, gemäß welcher der Straßenzug in Straßensegmente unterteilt ist. Hierbei sind jedem Straßensegment zwei benachbarte Kreuzungen des Straßenzugs zugeordnet, welche mit Bezug auf eine Bewegung in einer vorgegebenen bzw. betrachteten Richtung entlang des Straßenzugs eine erste und eine nachfolgende zweite Kreuzung bilden. Ferner sind die Kreuzungen, abgesehen von zwei sich im Bereich von entgegengesetzten Enden des Straßenzugs befindenden Kreuzungen, jeweils zugehörig zu zwei Straßensegmenten. Das Durchführen der Auswertung umfasst des Weiteren ein Identifizieren von Verkehrsteilnehmern für jedes der Straßensegmente, welche die erste und zweite Kreuzung durchqueren, wobei mit Bezug auf die erste Kreuzung ein vollständiges Durchqueren der ersten Kreuzung in der vorgegebenen Richtung entlang des Straßenzugs vorliegt, oder anders ausgedrückt, welche die erste und zweite Kreuzung durchqueren und beim Durchqueren der ersten Kreuzung nicht von einer Seitenstraße kommend auf den Straßenzug abbiegen. Ein weiterer Schritt ist ein Ermitteln eines Anteils von Verkehrsteilnehmern aus den identifizierten Verkehrsteilnehmern für jedes der Straßensegmente, welche die zweite Kreuzung ohne anzuhalten bzw. ohne zuvor anzuhalten durchqueren.

**[0019]** Mit Hilfe der vorgenannten Ausführungsform kann die Effizienz der Lichtsignalsteuerung im Hinblick auf das Bereitstellen einer Grünen Welle mit einer hohen Genauigkeit ortsaufgelöst untersucht werden. Durch das Identifizieren von Verkehrsteilnehmern für jedes Straßensegment, welche die erste und die zweite Kreuzung durchqueren und sich beim vollständigen Durchqueren der ersten Kreuzung in der vorgegebenen Richtung entlang des Straßenzugs bewegen, und auf welchem das nachfolgende Ermitteln eines Anteils beruht, kann eine Datenfilterung erzielt werden. Hierbei können für jedes der Straßensegmente lediglich diejenigen Verkehrsteilnehmer berücksichtigt werden, welche mit Bezug auf das jeweilige Straßensegment eine Grüne Welle prinzipiell erfahren können. Von Seitenstraßen kommende und auf den Straßenzug abbiegende Verkehrsteilnehmer können hingegen für jedes der Straßensegmente herausgefiltert werden. Im Anschluss hieran erfolgt das Ermitteln eines Anteils von Verkehrsteilnehmern aus den identifizierten Verkehrsteilnehmern für jedes der Straßensegmente, welche die zweite Kreuzung ohne anzuhalten durchqueren konnten, und welche dementsprechend ein Vorliegen einer Grünen Welle tatsächlich erfahren haben.

**[0020]** In einer weiteren Ausführungsform werden die für die Straßensegmente ermittelten Anteile von Verkehrsteilnehmern, welche wie vorstehend beschrieben die zweite Kreuzung jedes Straßensegments ohne anzuhalten durchqueren, als Effizienzinformation bereitgestellt. Diese Anteile von Verkehrsteilnehmern können als Kennzahlen dienen, welche die Effizienz der Lichtsignal-

steuerung in den jeweils zugehörigen Straßensegmenten widerspiegeln. Auf diese Weise kann die Effizienz der Lichtsignalsteuerung mit Bezug auf das Bereitstellen einer Grünen Welle über den gesamten betrachteten Straßenzug orts aufgelöst bzw. segmentweise und dadurch genau wiedergegeben werden.

**[0021]** In einer weiteren Ausführungsform umfasst das Durchführen der Auswertung ein Identifizieren wenigstens eines Straßensegments, für welches der geringste Anteil von die zugehörige zweite Kreuzung ohne anzuhalten durchquerenden Verkehrsteilnehmern ermittelt wurde. Ein solches Straßensegment kann eine Engstelle des Straßenzugs sein, in welchem eine schlechte Effizienz der Lichtsignalsteuerung im Hinblick auf das Erzielen einer Grünen Welle vorliegt. Das Bereitstellen der Effizienzinformation kann in diesem Fall ein Offenbaren bzw. Bekanntgeben des wenigstens einen Straßensegments umfassen. Hierauf basierend können zum Beispiel Maßnahmen zum Verbessern der Effizienz der Lichtsignalsteuerung getroffen werden.

**[0022]** In einer weiteren Ausführungsform umfasst das Verfahren ein Durchführen einer Datenbereinigung. Auf diese Weise können die Genauigkeit und Zuverlässigkeit des Verfahrens verbessert werden. Im Rahmen der Datenbereinigung können zum Beispiel Daten von Verkehrsteilnehmern herausgefiltert werden, welche eine schlechte Qualität aufweisen und/oder welche ungeeignet sind für ein genaues Nachvollziehen der Bewegung(en) bzw. Bewegungsbahn(en) eines oder mehrerer Verkehrsteilnehmer.

**[0023]** In einer weiteren Ausführungsform umfasst das Verfahren ein Durchführen einer Datenfilterung, so dass Verkehrsteilnehmerdaten lediglich von Kraftfahrzeugen berücksichtigt werden. Auf diese Weise können Daten anderer Verkehrsteilnehmer wie zum Beispiel Fußgänger und Radfahrer, welche gegebenenfalls in den Verkehrsteilnehmerdaten enthalten sein können, bei der Auswertung unberücksichtigt bleiben. Das Herausfiltern derartiger Verkehrsteilnehmer kann zum Beispiel anhand der Geschwindigkeit sowie Bewegungsbahn erfolgen. Auch auf diese Weise kann die Genauigkeit und Zuverlässigkeit des Verfahrens verbessert werden.

**[0024]** In einer weiteren Ausführungsform werden bei dem Durchführen der Auswertung zusätzlich Signalabläufe wiedergebende Signaldaten von Lichtsignalanlagen des Straßenzugs berücksichtigt. Hierdurch können die Zuverlässigkeit und Genauigkeit des Verfahrens in Bezug auf das Ermitteln und/oder Optimieren der Effizienz der Lichtsignalsteuerung weiter verbessert werden. Bei den von den Signaldaten umfassten Signalabläufen kann es sich um vorgegebene Signalabläufe bzw. Signalprogramme handeln, auf welchen die Steuerung der Lichtsignalanlagen basieren kann. Möglich ist es auch, dass die Signaldaten zusätzlich oder alternativ tatsächliche bzw. in der Vergangenheit tatsächlich stattgefunden Signalabläufe umfassen, welche gegebenenfalls von vorgegebenen Signalabläufen, zum Beispiel aufgrund einer verkehrsteilnehmerabhängigen Beeinflus-

sung der Lichtsignalsteuerung, abweichen können. Derartige Signaldaten können zum Beispiel von die Steuerung der Lichtsignalanlagen bewirkenden Steuervorrichtungen bereitgestellt werden.

**[0025]** In einer weiteren Ausführungsform umfasst das Verfahren zusätzlich ein Bereitstellen wenigstens eines Zeit-Weg-Diagramms, welches Bewegungsbahnen von Verkehrsteilnehmern im Bereich des Straßenzugs wiedergibt. Das Zeit-Weg-Diagramm kann sich zum Beispiel auf ein oder mehrere der oben genannten Straßensegmente beziehen. Neben den Bewegungsbahnen kann das Zeit-Weg-Diagramm auch Signalabläufe von Lichtsignalanlagen wiedergeben. Mittels eines solchen Zeit-Weg-Diagramms können Gegebenheiten im Bereich des Straßenzugs anschaulich visualisiert werden. Dadurch sind eine visuelle Analyse und ein schnelles Erfassen von Zusammenhängen durch einen Benutzer wie beispielsweise einen Verkehrsingenieur möglich.

**[0026]** In einer weiteren Ausführungsform bezieht sich die in dem Verfahren bereitgestellte Anweisungsinformation auf eine Änderung des Verhältnisses der Zeitdauern von Lichtsignalphasen wenigstens einer Lichtsignalanlage und/oder auf eine Änderung eines zeitlichen Versatzes von Signalabläufen von Lichtsignalanlagen. In der erstgenannten Variante kann zum Beispiel eine Vergrößerung oder Verkleinerung des Freigabe- bzw. Grünzeitanteils, unter Beibehaltung der Umlaufzeit, erfolgen.

**[0027]** In einer weiteren Ausführungsform umfasst das Durchführen der Auswertung ein Identifizieren eines Auftretens von Rückstau von Verkehrsteilnehmern. Des Weiteren erfolgt das Bereitstellen der Effizienzinformation und/oder der Anweisungsinformation unter Berücksichtigung des identifizierten Auftretens von Rückstau. Diese Ausführungsform trägt dem Umstand Rechnung, dass ein hohes bzw. übermäßiges Verkehrsaufkommen im Bereich des betrachteten Straßenzugs ein Bereitstellen einer Grünen Welle verhindern kann, und zwar unabhängig von der Qualität der Lichtsignalsteuerung. Zu diesem Zweck können eine oder mehrere Zeitphasen, in welchen ein Rückstau vorliegt bzw. vorgelegen hat, für das Bereitstellen der wenigstens einen Information (Effizienz- und/oder Anweisungsinformation) unberücksichtigt bleiben. Hierdurch kann eine fälschliche negative Beeinflussung der betreffenden Information vermieden werden. Das Identifizieren von Rückstau kann anhand von Bewegungsbahnen von Verkehrsteilnehmern durchgeführt werden.

**[0028]** In einer weiteren Ausführungsform umfasst das Durchführen der Auswertung ein Identifizieren einer verkehrsteilnehmerabhängigen Beeinflussung der Lichtsignalsteuerung. Des Weiteren erfolgt das Bereitstellen der Effizienzinformation und/oder der Anweisungsinformation unter Berücksichtigung der identifizierten Beeinflussung der Lichtsignalsteuerung. Diese Ausführungsform betrifft den Fall einer Ausgestaltung der Lichtsignalsteuerung, in welcher durch Verkehrsteilnehmer eine temporäre Änderung des Signalablaufs wenigstens einer Lichtsignalanlage hervorgerufen werden kann. Hierunter fällt

zum Beispiel eine ÖPNV-Bevorrechtigung (Öffentlicher Personennahverkehr) wie beispielsweise eine Bus-Priorisierung. Es können auch andere Verkehrsteilnehmer eine Beeinflussung der Lichtsignalsteuerung bewirken, zum Beispiel in Form einer bedarfsabhängigen Betätigung einer zum Steuern von Lichtsignalanlagen einer Kreuzung eingesetzten Steuervorrichtung. Derartige Ausgestaltungen können zum Beispiel mit Hilfe von einem oder mehreren Detektoren verwirklicht sein, mit deren Hilfe einer Steuervorrichtung ein Annähern eines öffentlichen Verkehrsmittels wie beispielsweise eines Busses oder eines anderen Verkehrsteilnehmers vermittelt werden kann. Im Falle einer ÖPNV-Bevorrechtigung ist es ferner möglich, dass ein öffentliches Verkehrsmittel ein bevorstehendes Ankommen zum Beispiel über eine Funkverbindung einer Steuervorrichtung mitteilt. Das Identifizieren einer verkehrsteilnehmerinduzierten Beeinflussung der Lichtsignalsteuerung kann auf der Grundlage bzw. durch Analysieren des tatsächlichen Signalablaufs wenigstens einer Lichtsignalanlage durchgeführt werden.

**[0029]** Die Berücksichtigung einer verkehrsteilnehmerinduzierten Beeinflussung der Lichtsignalsteuerung kann zum Beispiel dadurch erfolgen, dass eine oder mehrere Zeitphasen, in welchen eine solche Beeinflussung vorliegt bzw. vorgelegen hat, für das Bereitstellen der wenigstens einer Information (Effizienz- und/oder Anweisungsinformation) unberücksichtigt bleibt.

**[0030]** Eine weitere mögliche Variante besteht darin, die Effizienz- und/oder Anweisungsinformation bereitzustellen, wobei hier auch eine oder mehrere Zeitphasen berücksichtigt werden, in welchen eine Beeinflussung der Lichtsignalsteuerung vorliegt bzw. vorgelegen hat. Des Weiteren wird wenigstens eine Beeinflussungsinformation bereitgestellt, welche das Ausmaß der verkehrsteilnehmerinduzierten Beeinflussung der Lichtsignalsteuerung im Hinblick das Bereitstellen einer Grünen Welle wiedergibt. Bei der Beeinflussungsinformation kann es sich zum Beispiel um eine Kennzahl handeln.

**[0031]** Darüber hinaus kann die Berücksichtigung einer verkehrsteilnehmerinduzierten Beeinflussung der Lichtsignalsteuerung dadurch erfolgen, dass für eine oder mehrere Zeitphasen, in welchen eine solche Beeinflussung vorliegt bzw. vorgelegen hat, ein fiktives Verkehrsgeschehen ohne Beeinflussung der Lichtsignalsteuerung simuliert wird. Das Bereitstellen der wenigstens einer Information (Effizienz- und/oder Anweisungsinformation) erfolgt hierbei unter Verwendung von Verkehrsteilnehmerdaten einschließlich Daten des simulierten Verkehrsgeschehens.

**[0032]** In einer weiteren Ausführungsform wird eine Änderung der Lichtsignalsteuerung auf der Grundlage der Anweisungsinformation durchgeführt. Auf diese Weise kann die Effizienz der Lichtsignalsteuerung im Hinblick auf das Bereitstellen einer Grünen Welle verbessert werden. Zu diesem Zweck kann, basierend auf der Anweisungsinformation, wenigstens ein geänderter vorgegebener Signalablauf bzw. ein geändertes Signalpro-

gramm für wenigstens eine Lichtsignalanlage bereitgestellt werden. Ein solches Signalprogramm kann ferner an eine die Steuerung der betreffenden Signalanlage bewirkende Steuervorrichtung übermittelt werden. Die Änderung des Signalablaufs kann sich, entsprechend der zugrundeliegenden Anweisungsinformation, auf eine Änderung des Verhältnisses der Zeitdauern von Lichtsignalphasen und/oder auf eine Änderung eines zeitlichen Versatzes mit Bezug auf den Signalablauf einer anderen Lichtsignalanlage beziehen.

**[0033]** In einer weiteren Ausführungsform umfasst das Verfahren, vor dem Durchführen der Auswertung, ein Empfangen von Verkehrsteilnehmerdaten. Des Weiteren besteht die Möglichkeit, dass das Verfahren, vor dem Durchführen der Auswertung und alternativ oder zusätzlich zu dem Empfangen, ein Bereitstellen von Verkehrsteilnehmerdaten umfasst.

**[0034]** Die in dem Verfahren genutzten Verkehrsteilnehmerdaten basieren, wie oben angegeben, auf einer Positions- und Bewegungserfassung von individuellen Verkehrsteilnehmern. Zu diesem Zweck können geeignete Messungen durchgeführt werden. Die Verkehrsteilnehmerdaten können hierbei auf unterschiedliche Art und Weise gewonnen werden.

**[0035]** In einer Ausführungsform basieren die Verkehrsteilnehmerdaten auf einer Positions- und Bewegungserfassung der individuellen Verkehrsteilnehmer unter Verwendung eines Satellitennavigationssystems wie beispielsweise GPS (Global Positioning System). Diese Ausgestaltung begünstigt eine hohe Genauigkeit und Zuverlässigkeit des Verfahrens. Hierbei können Positions-, Bewegungs- und Zeitinformationen genutzt werden, welche von Navigationssystemen von Kraftfahrzeugen oder von in Kraftfahrzeugen mitgeführten Mobilgeräten bereitgestellt werden.

**[0036]** In einer weiteren Ausführungsform basieren die Verkehrsteilnehmerdaten auf einer Positions- und Bewegungserfassung der individuellen Verkehrsteilnehmer unter Verwendung von Kameras bzw. Videokameras. Hierbei können mit Hilfe der Kameras Kamerabilder im Bereich des Straßenzugs bereitgestellt werden, und können hierauf basierend durch Durchführen einer Videoanalyse Verkehrsteilnehmerdaten bereitgestellt werden.

**[0037]** In einer weiteren Ausführungsform basieren die Verkehrsteilnehmerdaten auf einer Positions- und Bewegungserfassung der individuellen Verkehrsteilnehmer unter Verwendung von Roadside Units. Hierbei handelt es sich um Kommunikationsvorrichtungen, welche ausgebildet sind zur Kommunikation mit Kraftfahrzeugen. Hierbei können von Kraftfahrzeugen entsprechende Informationen an Roadside Units übermittelt werden, auf deren Grundlage Verkehrsteilnehmerdaten erstellt werden können.

**[0038]** Es ist möglich, dass die in dem Verfahren genutzten Verkehrsteilnehmerdaten unter Verwendung von mehreren der vorgenannten Ausführungsvarianten zur Verfügung gestellt werden.

**[0039]** Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung



merdaten auf. Die Empfangsvorrichtung kann zum Beispiel in Form einer Datenschnittstelle ausgebildet sein oder eine solche Schnittstelle umfassen. Die Empfangsvorrichtung kann mit der Auswertevorrichtung verbunden sein.

**[0045]** Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, dass das System ein Datenbereitstellungssystem zum Bereitstellen von Verkehrsteilnehmerdaten umfasst. Das Datenbereitstellungssystem kann mit der Auswertevorrichtung verbunden sein.

**[0046]** Wie oben angegeben wurde, können die Verkehrsteilnehmerdaten auf unterschiedliche Art und Weise bereitgestellt werden, zum Beispiel unter Verwendung eines Satellitennavigationssystems, unter Verwendung von Kameras und/oder Roadside Units. Das Datenbereitstellungssystem zum Bereitstellen der Verkehrsteilnehmerdaten kann zum Beispiel Kameras sowie eine mit den Kameras verbundene Datenverarbeitungsvorrichtung zum Verarbeiten von übermittelten Daten der Kameras und Bereitstellen der Verkehrsteilnehmerdaten auf der Grundlage dieser Daten umfassen. Das Datenbereitstellungssystem kann ferner zum Beispiel Roadside Units sowie eine mit den Roadside Units verbundene Datenverarbeitungsvorrichtung zum Verarbeiten von übermittelten Daten der Roadside Units und Bereitstellen der Verkehrsteilnehmerdaten auf der Grundlage dieser Daten umfassen. Möglich ist es auch, dass das Datenbereitstellungssystem zum Beispiel eine Datenverarbeitungsvorrichtung umfasst, an welche Positions-, Bewegungs- und Zeitdaten von Verkehrsteilnehmern oder von Mobilgeräten, welche von/bei Verkehrsteilnehmern mitgeführt werden, übertragen werden können. Die Datenverarbeitungsvorrichtung kann zum Verarbeiten der übertragenen Daten und Bereitstellen der Verkehrsteilnehmerdaten auf der Grundlage dieser Daten ausgebildet sein.

**[0047]** Es ist möglich, dass das System ein Verkehrsleitsystem oder Bestandteil eines Verkehrsleitsystems ist. Möglich ist es auch, dass das System ein von einem Verkehrsleitsystem unabhängiges System ist.

**[0048]** Die vorstehend erläuterten und/oder in den Unteransprüchen wiedergegebenen vorteilhaften Aus- und Weiterbildungen der Erfindung können - außer zum Beispiel in Fällen eindeutiger Abhängigkeiten oder unvereinbarer Alternativen - einzeln oder aber auch in beliebiger Kombination miteinander zur Anwendung kommen.

**[0049]** Die oben beschriebenen Eigenschaften, Merkmale und Vorteile dieser Erfindung, sowie die Art und Weise, wie diese erreicht werden, werden klarer und deutlicher verständlich in Zusammenhang mit der folgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen, die im Zusammenhang mit den schematischen Zeichnungen näher erläutert werden. Es zeigen:

FIG 1 einen Straßenzug mit an Kreuzungen angeordneten Lichtsignalanlagen und ein dazugehöriges Zeit-Weg-Diagramm mit einer Bewegungsbahn ei-

nes Verkehrsteilnehmers und Signalabläufen der Lichtsignalanlagen zur Veranschaulichung eines Vorliegens einer Grünen Welle;

5 FIG 2 ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens zum Ermitteln und/oder Optimieren einer Effizienz einer Lichtsignalsteuerung im Hinblick auf ein Bereitstellen einer Grünen Welle;

10 FIG 3 einen Straßenzug einschließlich einer Auswertestruktur des Straßenzugs aus Straßensegmenten;

15 FIGs 4 und 5 Bewegungen von Verkehrsteilnehmern im Bereich eines Straßenzugs;

FIGs 6 und 7 Zeit-Weg-Diagramme mit Bewegungsbahnen von Verkehrsteilnehmern und Signalabläufen von Lichtsignalanlagen;

20 FIG 8 ein weiteres Zeit-Weg-Diagramm mit Bewegungsbahnen von Verkehrsteilnehmern und Signalabläufen von Lichtsignalanlagen zur Veranschaulichung eines Vorliegens von Rückstau;

25 FIG 9 eine Bewegung eines Busses im Bereich eines Straßenzugs;

30 FIGs 10 und 11 Zeit-Weg-Diagramme mit Signalabläufen von Lichtsignalanlagen zur Veranschaulichung einer Beeinflussung der Lichtsignalsteuerung infolge einer Bus-Priorisierung;

35 FIG 12 Zeitdiagramme von Signalabläufen einer Lichtsignalanlage zur Veranschaulichung einer Änderung des Verhältnisses der Zeitdauern von Lichtsignalphasen;

40 FIG 13 Zeit-Weg-Diagramme mit Signalabläufen von Lichtsignalanlagen zur Veranschaulichung einer Änderung eines zeitlichen Versatzes der Signalabläufe;

45 FIG 14 ein System zum Ermitteln und/oder Optimieren einer Effizienz einer Lichtsignalsteuerung im Hinblick auf ein Bereitstellen einer Grünen Welle; und

50 FIGs 15 bis 17 eine Positions- und Bewegungserfassung eines Verkehrsteilnehmers unter Verwendung eines Satellitennavigationssystems, unter Verwendung von Kameras und unter Verwendung von Roadside Units.

55 **[0050]** FIG 1 zeigt einen Straßenzug 130 mit nebeneinander angeordneten Kreuzungen 140 und die Kreuzungen 140 verbindenden Straßenabschnitten nebst an den Kreuzungen 140 angeordneten Lichtsignalanlagen 110

zur Regelung des Verkehrs. Der Straßenzug 130 kann vorliegend von Verkehrsteilnehmern bzw. Fahrzeugen entlang einer Bewegungs- bzw. Fahrtrichtung 201, sowie in einer hierzu entgegengesetzten Bewegungsrichtung 202 durchquert werden. Möglich ist ferner ein Verlassen des Straßenzugs 130 sowie ein Auffahren auf den Straßenzug 130, indem Verkehrsteilnehmer über die Kreuzungen 140 auf mit dem Straßenzug verbundene Seitenstraßen abbiegen oder von den Seitenstraßen kommend auf den Straßenzug 130 abbiegen (vgl. FIG 5).

**[0051]** Die Steuerung der Lichtsignalanlagen 110 der Kreuzungen 140 des Straßenzugs 130 kann mit Hilfe von Steuervorrichtungen 120 durchgeführt werden (vgl. FIG 14), wobei jeder Kreuzung 140 eine entsprechende Steuervorrichtung 120 zum Ansteuern der dazugehörigen Lichtsignalanlagen 110 zugeordnet sein kann. Die Steuerung der Lichtsignalanlagen 110 kann auf der Grundlage von vorgegebenen Signalabläufen 230, auch als Signalprogramme bezeichnet, erfolgen, welche in den Steuervorrichtungen 120 hinterlegt sein können.

**[0052]** FIG 1 zeigt zusätzlich ein beispielhaftes Zeit-Weg-Diagramm, in welchem eine Bewegungsbahn 210 eines Verkehrsteilnehmers und Signalabläufe 230 von Lichtsignalanlagen 110 des Straßenzugs 130 dargestellt sind. In dem Diagramm bezeichnet  $x$  den Ort und  $t$  die Zeit. Für jede der Kreuzungen 140 veranschaulicht das Zeit-Weg-Diagramm zwei Signalabläufe 230, wobei sich die jeweils links angeordneten Signalabläufe 230 auf die zur Regelung des Verkehrs für den Straßenzug 130 entlang der Richtung 201 passierende Verkehrsteilnehmer, und sich die jeweils rechts angeordneten Signalabläufe 230 auf die zur Regelung des Verkehrs für den Straßenzug 130 entlang der Gegenrichtung 202 passierende Verkehrsteilnehmer bezieht.

**[0053]** Die Signalabläufe 230 umfassen Freigabephasen 235 (auch Freigabezeit, Grünzeit bzw. Grünphase genannt) und übrige Zeitphasen 236, wie in FIG 1 anhand von dickeren und dünneren Linien angedeutet ist. Die übrigen Zeitphasen 236 umfassen Sperrphasen (auch Sperrzeit, Rotzeit bzw. Rotphase genannt) und Zwischenphasen (auch Gelbzeit bzw. Gelbphase genannt). Wie in FIG 1 dargestellt ist, werden die Lichtsignalanlagen 110 in der Regel derart gesteuert, dass die Lichtsignalanlagen 110 eine periodische Abfolge der Lichtsignalphasen 235, 236 durchlaufen. Hierbei kann eine konstante Umlaufzeit 237 (Summe einer Freigabephase 235 und einer übrigen Zeitphase 236) vorliegen (vgl. FIG 12).

**[0054]** Das Zeit-Weg-Diagramm von FIG 1 zeigt des Weiteren ein Vorliegen einer Grünen Welle mit Bezug auf die Bewegungsrichtung 201. Dies erfolgt durch eine koordinierte Lichtsignalsteuerung. Hierzu sind die Signalabläufe 230 der zur Verkehrsregelung für die Richtung 201 eingesetzten Lichtsignalanlagen 110 derart synchronisiert, dass Verkehrsteilnehmer beim Durchfahren des Straßenzugs 130 entlang der Richtung 201 aufeinanderfolgende Kreuzungen 140 jeweils bei Vorliegen der Freigabephase 235 durchqueren und den Straßenzug 130 ohne anzuhalten passieren können. In dem Zeit-Weg-

Diagramm von FIG 1 ist zur Veranschaulichung eine Bewegungsbahn 210 eines solchen Verkehrsteilnehmers angedeutet. Neben der koordinierten Steuerung, gemäß welcher die Signalabläufe 230 und damit die Lichtsignalphasen 235, 236 von aufeinanderfolgenden Lichtsignalanlagen 110 einen entsprechenden Versatz 240 aufweisen (vgl. FIG 13), besteht eine weitere Voraussetzung für das Schaffen einer Grünen Welle darin, dass sich die Verkehrsteilnehmer mit einer geeigneten Geschwindigkeit bzw. einem geeigneten Geschwindigkeitsprofil bewegen.

**[0055]** In dem Zeit-Weg-Diagramm von FIG 1 sind anhand von gestrichelten Linien ferner bandförmige Bereiche angedeutet. Sie entlang der Richtung 201 mit einer entsprechenden Geschwindigkeit bewegend Verkehrsteilnehmer, deren Bewegungsbahnen sich innerhalb eines solchen Bands befinden, können eine Grüne Welle erfahren.

**[0056]** Das beispielhafte Zeit-Weg-Diagramm von FIG 1 zeigt darüber hinaus, dass für die Gegenrichtung 202 eine Grüne Welle nicht besteht, und infolgedessen den Straßenzug 130 entlang der Richtung 202 durchquerende Verkehrsteilnehmer nicht ohne anzuhalten passieren können. Dies ist vergleichbar mit tatsächlich vorliegenden Gegebenheiten, gemäß welchen bei Zweirichtungsverkehr sowie Vorliegen von übereinstimmenden Grünzeiten und übereinstimmenden Geschwindigkeiten von Verkehrsteilnehmern für beide Richtungen eine Grüne Welle nur in einer Richtung möglich sein kann. Doch auch in einem solchen Fall, oder auch zum Beispiel bei Vorliegen eines Einrichtungsverkehrs, kann das Bereitstellen einer Grünen Welle beeinträchtigt sein, zum Beispiel aufgrund einer suboptimalen Lichtsignalsteuerung.

**[0057]** Ausgehend hiervon werden im Folgenden Ausgestaltungen eines Verfahrens und eines Systems 170 beschrieben, mit deren Hilfe ein zuverlässiges und genaues Ermitteln und/oder Optimieren einer Effizienz einer Lichtsignalsteuerung im Hinblick auf ein Bereitstellen einer Grünen Welle möglich ist.

**[0058]** FIG 2 zeigt ein Ablaufdiagramm einer möglichen Ausgestaltung eines Verfahrens zum Ermitteln und/oder Optimieren einer Effizienz einer Lichtsignalsteuerung von an Kreuzungen 140 angeordneten Lichtsignalanlagen 110 eines Straßenzugs 130 im Hinblick auf ein Ermöglichen oder auch Verbessern einer Grünen Welle für den Straßenzug 130 benutzende Verkehrsteilnehmer. Das Verfahren ist ein computerimplementiertes Verfahren, welches auf einem Computer bzw. Computersystem ausgeführt werden kann. Das Durchführen des Verfahrens kann mit Hilfe eines geeigneten Algorithmus eines Computerprogramms erfolgen. Das Computerprogramm kann Befehle umfassen, welche bei einer Ausführung des Computerprogramms durch einen Computer bzw. ein Computersystem diesen/dieses veranlassen, das Verfahren durchzuführen.

**[0059]** Das in FIG 2 gezeigte Verfahren weist einen Schritt 101 auf, in welchem Daten bzw. Eingangsdaten empfangen werden. Der Schritt 101 kann zusätzlich oder

alternativ auch ein Bereitstellen von Daten umfassen. Bei den Daten kann es sich um historische Daten, also um Daten aus einem Zeitraum in der Vergangenheit, handeln. Als Daten kommen Verkehrsteilnehmerdaten zum Einsatz, welche Zeit-, Orts- und Bewegungsinformationen von individuellen Verkehrsteilnehmern im Bereich des betrachteten Straßenzugs 130 umfassen, und welche auf einer Positions- und Bewegungserfassung der individuellen Verkehrsteilnehmer basieren. Die betreffenden Daten sind dabei jeweils einzelnen Verkehrsteilnehmern zugeordnet und zwar derart, dass für jeden der Verkehrsteilnehmer ein eigener Datensatz aus Zeit-, Orts- und Bewegungsinformationen vorhanden ist. Die Verkehrsteilnehmerdaten können zum Beispiel auf einer Positions- und Bewegungserfassung unter Verwendung eines Satellitennavigationssystems basieren (vgl. FIG 15). Hierauf wird weiter unten noch näher eingegangen.

**[0060]** Das Verfahren kann auf der Grundlage von weiteren Informationen bzw. Daten durchgeführt werden. Die weiteren Daten können ebenfalls in dem Schritt 101 empfangen und/oder bereitgestellt werden. Als weitere Daten können zum Beispiel Signalabläufe 230 wiedergebende Signaldaten von Lichtsignalanlagen 110 des zu untersuchenden Straßenzugs 130 zur Anwendung kommen. Diese können sich auf vorgegebene Signalabläufe 230 (Signalprogramme) beziehen, auf welchen die Steuerung der Lichtsignalanlagen 110 basieren kann. Die Signaldaten können zusätzlich oder alternativ auch tatsächliche bzw. tatsächlich stattgefunden Signalabläufe 230 umfassen. Derartige Signaldaten können zum Beispiel von der Steuerung der Lichtsignalanlagen 110 bewirkenden Steuervorrichtungen 120 (vgl. FIG 14) bereitgestellt werden.

**[0061]** In einem weiteren Schritt 102 des in FIG 2 gezeigten Verfahrens erfolgt ein Durchführen einer Auswertung unter Verwendung der Verkehrsteilnehmerdaten und gegebenenfalls weiterer Daten. Hierauf basierend wird nachfolgend wenigstens eine Information bereitgestellt. Das Durchführen der Auswertung kann sich auf einen vorgegebenen Zeitraum beziehen. Möglich ist zum Beispiel ein Zeitraum mit einer Zeitdauer im Bereich von einer Stunde, mehreren Stunden oder eines ganzen Tages. Auf diese Weise kann eine ausreichende statistische Aussagekraft erreicht werden. Die Auswertung kann ein Ermitteln von Bewegungsbahnen 210 von individuellen Verkehrsteilnehmern im Bereich des Straßenzugs 130 umfassen. Dies lässt sich auf der Grundlage der Verkehrsteilnehmerdaten durchführen.

**[0062]** Bezüglich der Information kann in einem möglichen Schritt 103 des Verfahrens von FIG 2 ein Bereitstellen einer Effizienzinformation erfolgen. Die Effizienzinformation gibt die Effizienz der Lichtsignalsteuerung im Hinblick auf das Bereitstellen der Grünen Welle wieder. Ein weiterer möglicher Schritt 104 ist ein Bereitstellen einer Anweisungsinformation. Die Anweisungsinformation bezieht sich auf eine Änderung der Lichtsignalsteuerung zum Verbessern der Effizienz der Lichtsignalsteuerung im Hinblick auf das Bereitstellen der Grünen Welle.

**[0063]** Ein weiterer Schritt 105, welcher in dem Verfahren von FIG 2 durchgeführt werden kann, ist ein Bereitstellen wenigstens einer weiteren Information. Hierunter fällt zum Beispiel ein Bereitstellen eines Zeit-Weg-Diagramms, welches Bewegungsbahnen 210 von Verkehrsteilnehmern im Bereich des untersuchten Straßenzugs 130 wiedergibt. Das Zeit-Weg-Diagramm kann sich auf einen Teilbereich des Straßenzugs 130 beziehen. Neben den Bewegungsbahnen 210 kann das Zeit-Weg-Diagramm auch Signalabläufe 230 von Lichtsignalanlagen 110 wiedergeben. Mit Hilfe eines Zeit-Weg-Diagramms können Verkehrsgegebenheiten im Bereich des Straßenzugs 130 anschaulich visualisiert werden. Dies ermöglicht eine visuelle Analyse und ein schnelles Erfassen von Zusammenhängen durch einen Benutzer wie beispielsweise einen Verkehrsingenieur. Mögliche Beispiele von Zeit-Weg-Diagrammen, welche im Rahmen des Schritts 105 bereitgestellt werden können, sind die in FIG 1 und den FIGs 6 bis 8 gezeigten Diagramme.

**[0064]** Ein weiterer Schritt 106, welcher ebenfalls in dem Verfahren von FIG 2 durchgeführt werden kann, ist eine Änderung der Lichtsignalsteuerung auf der Grundlage der Anweisungsinformation. Hierbei kann in automatisierter Weise eine Änderung der Lichtsignalsteuerung erfolgen. Auf Details hierzu wird weiter unten in Zusammenhang mit FIG 14 noch näher eingegangen.

**[0065]** Die Verwendung von Verkehrsteilnehmerdaten individueller Verkehrsteilnehmer macht es möglich, das Ermitteln und/oder Optimieren der Effizienz der Lichtsignalsteuerung im Hinblick auf das Bereitstellen einer Grünen Welle mit einer hohen Zuverlässigkeit und Genauigkeit durchzuführen. Die in dem Schritt 103 bereitgestellte Effizienzinformation kann die Effizienz der Lichtsignalsteuerung folglich präzise widerspiegeln. In ähnlicher Weise kann mit Hilfe der in dem Schritt 104 bereitgestellten Anweisungsinformation die Effizienz der Lichtsignalsteuerung im Rahmen des Schritts 106 zuverlässig verbessert werden.

**[0066]** Das in FIG 2 gezeigte Verfahren lässt sich im Hinblick auf das Bereitstellen einer Grünen Welle in Bezug auf eine Bewegung- bzw. Fahrtrichtung entlang des betrachteten Straßenzugs 130 durchführen. Gemeint ist hiermit eine Richtung, entlang welcher der Straßenzug 130 bei einer Bewegung durchquert und benachbarte Kreuzungen 140 des Straßenzugs 130 nacheinander passiert werden können. Die betreffende Richtung kann vorab vorgegeben werden. Auch kann sich das Bereitstellen der wenigstens einer Information (Effizienz- und/oder Anweisungsinformation) auf diese Richtung beziehen. Hinsichtlich des in FIG 1 gezeigten Straßenzugs 130 ist dies zum Beispiel die Richtung 201.

**[0067]** In einer Variante kann das Verfahren auch in Bezug auf zwei entgegengesetzte Fahrtrichtungen entlang des Straßenzugs 130 durchgeführt werden. Dies kann bei Vorliegen von Zweirichtungsverkehr in Betracht kommen. In einem solchen Fall können für beide Richtungen wenigstens eine Information bereitgestellt werden. Die folgende Beschreibung betrifft Ausgestaltungen

des Verfahrens, bei welchem lediglich eine Richtung (d. h. die Richtung 201) berücksichtigt wird. Derartige Ausgestaltungen können jedoch analog in Bezug auf zwei entgegengesetzte Richtungen erweitert werden, indem nachstehend erläuterte Schritte für beide Richtungen durchgeführt werden.

**[0068]** Im Folgenden werden zum Teil anhand von weiteren Figuren weitere Aspekte und Details beschrieben, welche für das Verfahren von FIG 2 in Betracht kommen können.

**[0069]** Im Rahmen der Auswertung (Schritt 102) bzw. vor der eigentlichen Auswertung kann eine Datenbereinigung durchgeführt werden. Hierbei können zum Beispiel Daten von Verkehrsteilnehmern herausgefiltert werden, welche eine schlechte Qualität aufweisen und/oder welche ungeeignet sind für ein genaues Nachvollziehen der Bewegungsbahnen von Verkehrsteilnehmern. Des Weiteren kann die Auswertung (Schritt 102) ein Durchführen einer Datenfilterung dahingehend umfassen, dass Verkehrsteilnehmerdaten lediglich von Kraftfahrzeugen berücksichtigt werden. Auf diese Weise können Daten anderer Verkehrsteilnehmer wie zum Beispiel Fußgänger und Radfahrer, welche gegebenenfalls in den Verkehrsteilnehmerdaten enthalten sein können, unberücksichtigt bleiben.

**[0070]** Ferner kann das Durchführen der Auswertung (Schritt 102) auf der Grundlage einer für den Straßenzug 130 festgelegten Auswertestruktur aus Straßensegmenten 150 durchgeführt werden, wobei hierauf basierend Verkehrsteilnehmer identifiziert und Anteile von Verkehrsteilnehmern ermittelt werden. Derartige Schritte werden im Folgenden anhand der FIGs 3 bis 5 für einen beispielhaften Straßenzug 130 näher erläutert. Wie in FIG 3 gezeigt ist, wird der Straßenzug 130 in Straßensegmente 150 unterteilt, wobei jedem Straßensegment 150 jeweils zwei Kreuzungen 140 zugeordnet sind. Auch sind die Kreuzungen 140, abgesehen von zwei Kreuzungen 140 im Bereich von entgegengesetzten Enden des Straßenzugs 130, jeweils zugehörig zu zwei Straßensegmenten 150.

**[0071]** Der in FIG 3 dargestellte Straßenzug 130 umfasst fünf nebeneinander angeordneten Kreuzungen 140, welche zur Unterscheidung ferner mit den tiefgestellten Indices 1, 2, 3, 4, 5 bezeichnet sind. Entsprechend den fünf Kreuzungen 140 ist der Straßenzug 130 in vier Straßensegmente 150 unterteilt, welche ebenfalls zur Unterscheidung mit den tiefgestellten Indices 1, 2, 3, 4 bezeichnet sind. Das Straßensegment 150<sub>1</sub> umfasst die Kreuzungen 140<sub>1</sub>, 140<sub>2</sub>, das Straßensegment 150<sub>2</sub> umfasst die Kreuzungen 140<sub>2</sub>, 140<sub>3</sub>, usw. Die Kreuzungen 140<sub>1</sub>, 140<sub>5</sub> sind jeweils nur einem Straßensegment 150, und die übrigen Kreuzungen 140<sub>2</sub>, 140<sub>3</sub>, 140<sub>4</sub> jeweils zwei Straßensegmenten 150 zugehörig. Beispielsweise ist die Kreuzung 140<sub>2</sub> zugehörig zu den zwei Straßensegmenten 150<sub>1</sub>, 150<sub>2</sub>. In FIG 3 ist darüber hinaus eine vorgegebene Bewegungsrichtung 201 angedeutet, in Bezug auf welche die Auswertung vorliegend durchgeführt wird.

**[0072]** Die den Straßensegmenten 150 zugeordneten Kreuzungen 140 bilden mit Bezug auf eine Bewegung entlang des Straßenzugs 130 in der Richtung 201 für jedes der Straßensegmente 150 eine erste Kreuzung 140 und eine nachfolgende zweite Kreuzung 140. Andere mögliche Bezeichnungen sind Start- und Referenzkreuzung 140. Hinsichtlich des Straßensegments 150<sub>1</sub> bilden die Kreuzung 140<sub>1</sub> eine erste und die Kreuzung 140<sub>2</sub> eine zweite Kreuzung. Hinsichtlich des Straßensegments 150<sub>2</sub> bilden die Kreuzung 140<sub>2</sub> eine erste und die Kreuzung 140<sub>3</sub> eine zweite Kreuzung, usw.

**[0073]** Basierend auf der Auswertestruktur wird im Rahmen der Auswertung ferner ein Identifizieren von Verkehrsteilnehmern für jedes der Straßensegmente 150 durchgeführt, welche die erste und die zweite Kreuzung 140 durchqueren, wobei als weitere Bedingung mit Bezug auf die erste Kreuzung 140 ein vollständiges Durchqueren dieser Kreuzung 140 in der vorgegebenen Richtung entlang des Straßenzugs 130 vorliegen soll. Durch diesen anhand der Verkehrsteilnehmerdaten bzw. Bewegungsbahnen durchgeführten Schritt können Verkehrsteilnehmer ermittelt werden, welche mit Bezug auf das jeweilige Straßensegment 150 eine Grüne Welle prinzipiell erfahren können. In einem nachfolgenden Schritt erfolgt ein Ermitteln eines Anteils von Verkehrsteilnehmern aus den identifizierten Verkehrsteilnehmern für jedes der Straßensegmente 150, welche die zugehörige zweite Kreuzung 140 ohne anzuhalten bzw. ohne zuvor anzuhalten durchqueren, und welche insofern eine Grüne Welle tatsächlich erfahren haben.

**[0074]** Zur weiteren Veranschaulichung der vorgeannten Auswerteschritte zeigen die FIGs 4 und 5 Bewegungen von Verkehrsteilnehmern 180, 181, 182 im Bereich eines Straßensegments 150 des Straßenzugs 130. Hierbei stellen die links angeordnete Kreuzung 140 eine erste Kreuzung 140 und die rechts angeordnete Kreuzung 140 eine zweite Kreuzung 140 des Straßensegments 150 im Sinne der Auswertung dar.

**[0075]** FIG 4 zeigt eine Bewegungsbahn 220 eines Kraftfahrzeugs 180, welches die erste (linke) und die zweite (rechte) Kreuzung 140 durchquert, wobei zumindest hinsichtlich der ersten (linken) Kreuzung 140 ein vollständiges Passieren in der vorgegebenen Richtung 201 entlang des Straßenzugs 130 vorliegt. Dieses Fahrzeug 180 kann eine Grüne Welle in Bezug auf das betrachtete Straßensegment 150 prinzipiell erfahren. Mit Bezug auf die zweite (rechte) Kreuzung 140 ist es hinsichtlich des betrachteten Straßensegments 150 unerheblich, ob sich das Kraftfahrzeug 180 beim Durchqueren dieser Kreuzung 140 weiterhin in der Richtung 220 entlang des Straßenzugs 130 bewegt oder den Straßenzug 130 durch Abbiegen auf eine Seitenstraße verlässt, wie in FIG 4 anhand der durchgezogenen und gestrichelten Bewegungsbahnen angedeutet ist. Das Kraftfahrzeug 180 kann vorliegend identifiziert und für die weitere Auswertung berücksichtigt werden.

**[0076]** FIG 5 zeigt im Unterschied hierzu Bewegungsbahnen 220 von Kraftfahrzeugen 181, 182, für welche

die vorgenannten Bedingungen für das Identifizieren nicht erfüllt sind, und welche insofern nicht identifiziert und bei der weiteren Auswertung nicht berücksichtigt werden. Für das Kraftfahrzeug 181, welches über die erste (linke) Kreuzung 140 von einer Seitenstraße kommend auf den Straßenzug 130 abbiegt, liegt kein vollständiges Durchqueren der ersten (linken) Kreuzung in der vorgegebenen Richtung 201 entlang des Straßenzugs 130 vor. Für das andere Kraftfahrzeug 182, welches über die erste (linke) Kreuzung durch Abbiegen auf eine Seitenstraße den Straßenzug 130 verlässt, liegt kein Durchqueren der zweiten (rechten) Kreuzung 140 vor.

**[0077]** Das Identifizieren von Verkehrsteilnehmern kann auf der Grundlage eines in den FIGs 4 und 5 angedeuteten Bereichs 157 einer Fahrspur des Straßensegments 150 erfolgen, welcher sich von einer Stelle vor einem Einfahren in die erste (linke) Kreuzung 140 bis zu einer Stelle vor einem Einfahren in die zweite (rechte) Kreuzung 140 erstreckt. Die betreffenden Stellen können auch Haltestellen bzw. Haltelinien vor den jeweiligen Kreuzungen 140 sein. Sofern eine Bewegungsbahn 220 eines Verkehrsteilnehmers den Bereich 157 vollständig abdeckt, wie es in FIG 4 für das Kraftfahrzeug 180 gezeigt ist, kann dieser Verkehrsteilnehmer identifiziert werden.

**[0078]** Wie oben angedeutet wurde, erfolgt im Anschluss an das Identifizieren ein Ermitteln eines Anteils von Verkehrsteilnehmern aus den identifizierten Verkehrsteilnehmern für jedes der Straßensegmente 150, welche die jeweils zugehörige zweite Kreuzung 140 ohne zuvor anzuhalten passieren. Diese für die einzelnen Straßensegmente 150 ermittelten Anteile von Verkehrsteilnehmern können als Kennzahlen zum Widerspiegeln der Effizienz der Lichtsignalsteuerung im Hinblick auf das Bereitstellen einer Grünen Welle dienen, und im Rahmen des Schritts 103 des Verfahrens von FIG 2 als Effizienzinformation bereitgestellt werden. Hierdurch kann die Effizienz der Lichtsignalsteuerung über den gesamten betrachteten Straßenzug 130 abschnittsweise und dadurch mit einer hohen Genauigkeit wiedergegeben werden.

**[0079]** Zur Veranschaulichung des Ermitteln von Anteilen von Verkehrsteilnehmern zeigen die FIGs 6 und 7 beispielhafte Verkehrssituationen anhand von Zeit-Weg-Diagrammen, wie sie bei einem Straßensegment 150 bzw. dem in den FIGs 4 und 5 gezeigten Straßensegment 150 vorliegen können. Die Zeit-Weg-Diagramme veranschaulichen Bewegungsbahnen 210 von Verkehrsteilnehmern und Signalabläufe 230 von Lichtsignalanlagen 110 der zwei Kreuzungen 140 des Straßensegments 150, d.h. einer ersten (linken) und einer zweiten (rechten) Kreuzung 140. Das Zeit-Weg-Diagramm von FIG 6 zeigt die Signalabläufe 230 lediglich von Lichtsignalanlagen 110 zur Verkehrsregelung mit Bezug auf eine Fahrtrichtung (Richtung 201). Im Unterschied hierzu zeigt das Zeit-Weg-Diagramm von FIG 7, vergleichbar zu dem Diagramm von FIG 1, Signalabläufe 130 von Lichtsignalanlagen 110 mit Bezug auf zwei entgegengesetzte Fahrtrichtungen (Richtungen 201, 202).

**[0080]** Das Zeit-Weg-Diagramm von FIG 6 veran-

schaulicht Bewegungsbahnen 210 von sechs Verkehrsteilnehmern. Die vier unteren Bewegungsbahnen 210 verlaufen durch die Freigabephase 235 einer Lichtsignalanlage 110 der zweiten Kreuzung 140. Die dazugehörigen Verkehrsteilnehmer haben insofern die zweite Kreuzung 140 ohne anzuhalten passiert. Im Unterschied hierzu mussten die zu den zwei oberen Bewegungsbahnen 210 gehörenden Verkehrsteilnehmer anhalten, da diese die zweite Kreuzung 140 nicht bei Vorliegen der Freigabephase 235 erreichten. Für das dazugehörige Straßensegment 150 kann hierbei ein Anteil an Verkehrsteilnehmern, welche die zweite Kreuzung 140 ohne anzuhalten passieren bzw. passiert, von 4:6 bzw. aufgerundet 67% Prozent angegeben werden.

**[0081]** Das Zeit-Weg-Diagramm von FIG 7 veranschaulicht Bewegungsbahnen 210 ebenfalls von sechs Verkehrsteilnehmern. Hierbei verlaufen die vier oberen Bewegungsbahnen 210 durch die Freigabephase 235 einer Lichtsignalanlage 110 der zweiten Kreuzung 140. Die dazugehörigen Verkehrsteilnehmer konnten somit die zweite Kreuzung 140 ohne anzuhalten durchqueren. Im Vergleich dazu mussten die zu den zwei unteren Bewegungsbahnen 210 gehörenden Verkehrsteilnehmer zunächst anhalten, da diese die zweite Kreuzung 140 vor Vorliegen der betreffenden Freigabephase 235 erreichten, und konnten erst zusammen mit den übrigen Verkehrsteilnehmern die zweite Kreuzung 240 durchqueren. Auch in diesem Fall kann für das Straßensegment 150 ein Anteil von 4:6 bzw. aufgerundet 67% angegeben werden.

**[0082]** Wie oben angegeben wurde, bezieht sich das Durchführen der Auswertung (Schritt 102) auf einen vorgegebenen Zeitraum, um eine ausreichende statistische Aussagekraft zu erzielen. Insofern werden die vorstehend anhand der FIGs 3 bis 7 erläuterten Auswerteschritte, d.h. das Identifizieren von Verkehrsteilnehmern und Ermitteln von Anteilen von die jeweilige zweite Kreuzung 140 ohne anzuhalten durchquerenden Verkehrsteilnehmern basierend auf der für den betrachteten Straßenzug 130 festgelegten Auswertestruktur aus Straßensegmenten 150, mit Bezug auf eine vorgegebene Zeitdauer durchgeführt. Die Zeitdauer kann zum Beispiel eine Stunde, mehrere Stunden oder auch einen ganzen Tag betragen.

**[0083]** Ein beispielhaftes und sich auf einen entsprechenden Zeitraum beziehendes Auswertergebnis für den in FIG 3 gezeigten Straßenzug 130, welches in dem Schritt 130 als Effizienzinformation bereitgestellt werden kann, kann zum Beispiel lauten:

Straßensegment	150 <sub>1</sub>	150 <sub>2</sub>	150 <sub>3</sub>	150 <sub>4</sub>
Anteil	90%	89%	57%	92%

**[0084]** Das Durchführen der Auswertung (Schritt 102) kann des Weiteren ein Identifizieren wenigstens eines Straßensegments 150 umfassen, für welchen der ge-

ringste Anteil von die zugehörige zweite Kreuzung 140 ohne anzuhalten durchquerenden Verkehrsteilnehmern ermittelt wurde. Ein solches Straßensegment 150 kann eine Engstelle des betrachteten Straßenzugs 130 sein, in welchem eine schlechte Effizienz der Lichtsignalsteuerung im Hinblick auf das Erzielen einer Grünen Welle besteht. In einem solchen Fall kann das Bereitstellen der Effizienzinformation (Schritt 103) ein Bekanntgeben des wenigstens einen Straßensegments 150 umfassen. Mit Bezug auf das obige Beispiel kann das Straßensegment 150<sub>3</sub>, bei welchem der geringste Anteil vorliegt, als Engstelle identifiziert werden.

**[0085]** Bei der Auswertung (Schritt 102) kann des Weiteren ein Rückstau von Verkehrsteilnehmern (sofern vorhanden) einbezogen werden. Hierzu kann ein Identifizieren eines Auftretens von Rückstau von Verkehrsteilnehmern durchgeführt werden, und kann das Bereitstellen der Effizienzinformation und/oder der Anweisungsinformation (Schritte 103, 104) unter Berücksichtigung des identifizierten Auftretens von Rückstau erfolgen. Zu diesem Zweck können die Verkehrsteilnehmerdaten von einer oder mehreren Zeitphasen, in welchen ein Rückstau vorgelegen hat, für das Bereitstellen der betreffenden Information nicht einbezogen sondern stattdessen weggelassen werden. Hierdurch kann berücksichtigt werden, dass ein hohes bzw. übermäßiges Verkehrsaufkommen im Bereich des betrachteten Straßenzugs 130 ein Bereitstellen einer Grünen Welle verhindern kann, und zwar unabhängig von der Qualität der Lichtsignalsteuerung.

**[0086]** Das Identifizieren von Rückstau kann anhand von Verkehrsteilnehmerdaten bzw. Bewegungsbahnen von Verkehrsteilnehmern durchgeführt werden. Zur Veranschaulichung zeigt FIG 8 ein Zeit-Weg-Diagramm mit einer beispielhaften Verkehrssituation, wie sie bei einem Straßensegment 150 bzw. dem in den FIGs 4 und 5 gezeigten Straßensegment 150 bei einem Rückstau vorliegen kann. Anhand der in dem Diagramm gezeigten Bewegungsbahnen 210 von Verkehrsteilnehmern wird deutlich, dass diese nach dem Passieren einer ersten Kreuzung 140 in der Freigabephase 235 der dazugehörigen Lichtsignalanlage 110 mehrmals anhalten mussten, bevor sie eine nachfolgende zweite Kreuzung 140 in der Freigabephase 235 der entsprechenden Lichtsignalanlage 110 passieren konnten. Die dazugehörigen Daten können bei der Auswertung (Schritt 102) weggelassen werden.

**[0087]** Darüber hinaus kann bei der Auswertung (Schritt 102) eine verkehrsteilnehmerabhängige Beeinflussung der Lichtsignalsteuerung einbezogen werden. Hierzu kann ein Identifizieren einer solchen Beeinflussung durchgeführt werden, und kann das Bereitstellen der Effizienz- und/oder Anweisungsinformation (Schritte 103, 104) unter Berücksichtigung der identifizierten Beeinflussung der Lichtsignalsteuerung erfolgen. Diese Variante kann bei einer Ausgestaltung der Lichtsignalsteuerung zur Anwendung kommen, in welcher durch Verkehrsteilnehmer eine zweitweise Änderung des Signalablaufs 230 wenigstens einer Lichtsignalanlage 110 her-

vorgelassen werden kann. Hierunter fällt zum Beispiel eine ÖPNV-Bevorrechtigung (Öffentlicher Personennahverkehr) wie beispielsweise eine Bus-Priorisierung, oder auch eine andere Beeinflussung in Form von zum Beispiel einer durch Verkehrsteilnehmer verursachten bedarfsabhängigen Betätigung der Lichtsignalsteuerung.

**[0088]** Eine verkehrsteilnehmerinduzierte Beeinflussung der Lichtsignalsteuerung kann zum Beispiel durch den Einsatz von einem oder mehreren nicht dargestellten Detektoren wie beispielsweise Induktionsschleifendetektoren verwirklicht sein, mit deren Hilfe einer einer Kreuzung 140 zugeordneten und zum Steuern der dazugehörigen Lichtsignalanlagen 110 verwendeten Steuervorrichtung 120 (vgl. FIG 14) ein Annähern eines öffentlichen Verkehrsmittels wie zum Beispiel eines Busses oder eines anderen Verkehrsteilnehmers angezeigt werden kann. Eine ÖPNV-Bevorrechtigung kann auch derart verwirklicht sein, dass ein öffentliches Verkehrsmittel einer Steuervorrichtung 120 ein bevorstehendes Ankommen zum Beispiel über eine Funkverbindung mitteilt.

**[0089]** Zur weiteren Erläuterung zeigt FIG 9 eine beispielhafte Verkehrssituation, wie sie bei einem Straßenzug 130 für den Fall einer Bus-Priorisierung vorliegen kann. Die FIGs 10 und 11 veranschaulichen Zeit-Weg-Diagramme mit Signalabläufen 230 von Lichtsignalanlagen 110 der beiden Kreuzungen 140 des in FIG 9 gezeigten Abschnitts des Straßenzugs 130 im Hinblick auf eine Bewegungsrichtung 201. FIG 10 zeigt die vorgegebenen Signalabläufe 230 (Signalprogramme), wohingegen in FIG 11 die tatsächlichen Signalabläufe 230 abgebildet sind. Gemäß FIG 9 biegt ein Bus 185 von einer Seitenstraße kommend über die zweite (rechte) Kreuzung 140 auf den Straßenzug 130 ab. Der dieser Kreuzung 140 zugeordneten Steuervorrichtung 120 kann das bevorstehende Ankommen des Busses 185 wie oben angegeben zum Beispiel mittels Detektoren oder über eine Funkverbindung mitgeteilt werden (nicht dargestellt). Dies hat zur Folge, dass die Steuervorrichtung 120 die Steuerung der entsprechenden Lichtsignalanlage 110 nicht gemäß des in FIG 10 gezeigten vorgegebenen Signalablaufs 230 vornimmt, sondern eine geänderte Steuerung entsprechend des in FIG 11 abgebildeten tatsächlichen Signalablaufs 230 vornimmt, bei welchem der Beginn der Freigabephase 235 zeitlich verzögert erfolgt.

**[0090]** Das Identifizieren einer verkehrsteilnehmerinduzierten Beeinflussung der Lichtsignalsteuerung im Rahmen der Auswertung (Schritt 102) kann anhand des (beeinflussten) tatsächlichen Signalablaufs 230 wenigstens einer Lichtsignalanlage 110 erfolgen. Hierzu kann auf die entsprechenden Signaldaten der jeweils zugehörigen Steuervorrichtung 120 zurückgegriffen werden, indem diese Daten im Rahmen des Schritt 101 bereitgestellt bzw. empfangen werden.

**[0091]** Das Berücksichtigen einer verkehrsteilnehmerinduzierten Beeinflussung der Lichtsignalsteuerung bei der Auswertung (Schritt 102) kann auf unterschied-

liche Art und Weise erfolgen. Entsprechend des oben erläuterten Berücksichtigens eines Auftretens von Rückstau können die Verkehrsteilnehmerdaten von einer oder mehreren Zeitphasen, in welchen eine solche Beeinflussung vorgelegen hat, für das Bereitstellen der Effizienzinformation und/oder der Anweisungsinformation (Schritte 103, 104) weggelassen werden.

**[0092]** Es ist ferner möglich, die Effizienz- und/oder Anweisungsinformation bereitzustellen, wobei hier auch Verkehrsteilnehmerdaten von einer oder mehreren Zeitphasen einbezogen werden, in welchen eine Beeinflussung der Lichtsignalsteuerung vorgelegen hat. Um dies zu berücksichtigen, wird im Rahmen des Schritts 105 wenigstens eine Beeinflussungsinformation bereitgestellt, welche das Ausmaß der verkehrsteilnehmerinduzierten Beeinflussung der Lichtsignalsteuerung hinsichtlich des Bereitstellens einer Grünen Welle wiedergibt. Auf diese Weise kann vermittelt werden, bis zu welchem Grad die Aussagekraft der bereitgestellten Effizienz- und/oder Anweisungsinformation infolge der Beeinflussung der Lichtsignalsteuerung beeinträchtigt sein kann.

**[0093]** Eine weitere mögliche Variante besteht darin, im Rahmen der Auswertung (Schritt 102) für eine oder mehrere Zeitphasen, in welchen eine verkehrsteilnehmerinduzierte Beeinflussung der Lichtsignalsteuerung vorgelegen hat, ein fiktives Verkehrsgeschehen ohne Beeinflussung der Lichtsignalsteuerung zu simulieren. Hierbei erfolgt das Bereitstellen der Effizienzinformation und/oder der Anweisungsinformation (Schritte 103, 104) unter Verwendung von Verkehrsteilnehmerdaten einschließlich Verkehrsteilnehmerdaten des simulierten Verkehrsgeschehens.

**[0094]** Mit Bezug auf das Bereitstellen einer Anweisungsinformation (Schritt 104) können Ausgestaltungen in Betracht kommen, wie sie im Folgenden anhand der FIGs 12 und 13 näher erläutert werden. Die Anweisungsinformation kann sich zum Beispiel auf eine Änderung des Verhältnisses der Zeitdauern von Lichtsignalphasen wenigstens einer Lichtsignalanlage 110 beziehen. FIG 12 zeigt ein mögliches Beispiel anhand von Zeit-Diagrammen von vorgegebenen Signalabläufen 230 (Signalprogrammen) einer Lichtsignalanlage 110, gemäß welchen eine Vergrößerung der Freigabephase 235 und eine Verkleinerung der übrigen Zeitphase 236, unter Beibehaltung der Umlaufzeit 237 erfolgt.

**[0095]** Die Anweisungsinformation kann sich ferner zum Beispiel auf eine Änderung des zeitlichen Versatzes 240 von vorgegebenen Signalabläufen 230 von Lichtsignalanlagen 110 beziehen. FIG 13 zeigt ein mögliches Beispiel anhand von Zeit-Weg-Diagrammen der Signalabläufe 230 von Lichtsignalanlagen 110 einer ersten (linken) und einer zweiten (benachbarten rechten) Kreuzung 140. Hierbei erfolgt eine Vergrößerung des zeitlichen Versatzes 240 der Signalabläufe 230.

**[0096]** Mit Bezug auf FIG 13 kann bei der Auswertung zum Beispiel festgestellt werden, dass eine signifikante Anzahl an Verkehrsteilnehmern die zweite Kreuzung innerhalb von n Sekunden am Ende der Freigabephase

235 der dazugehörigen Lichtsignalanlage 110 erreicht, und keines am Beginn der Freigabephase 235. In diesem Fall kann die Anweisungsinformation darauf gerichtet sein, den Versatz 240 um n Sekunden zu vergrößern.

**[0097]** FIG 14 zeigt eine Ausgestaltung eines System 170, mit dessen Hilfe das in FIG 2 gezeigte und anhand der vorstehenden Beschreibung erläuterte Verfahren durchgeführt werden kann. Das System 170 kann in Form eines rechnergestützten Systems bzw. Computersystems verwirklicht sein. Ein möglicher Bestandteil des Systems 170 ist eine Empfangsvorrichtung 171, über welche Eingangsdaten 250 empfangen werden können (Schritt 101). Hierunter fallen wie oben angegeben Verkehrsteilnehmerdaten umfassend Zeit-, Orts- und Bewegungsinformationen von individuellen Verkehrsteilnehmern im Bereich des zu analysierenden Straßenzugs 130. Zusätzlich können weitere Daten wie zum Beispiel Signalabläufe 230 von Lichtsignalanlagen 110 wiedergebende Signaldaten in den Eingangsdaten 250 enthalten sein. Die Empfangsvorrichtung 171 kann zum Beispiel eine Datenschnittstelle sein oder eine solche Schnittstelle aufweisen.

**[0098]** Wie in FIG 14 dargestellt ist, kann das System 170 ferner ein Datenbereitstellungssystem 175 aufweisen, mit dessen Hilfe Verkehrsteilnehmerdaten sowie gegebenenfalls weitere Daten wie Signaldaten bereitgestellt werden können (Schritt 101). Es ist möglich, dass das System 170, wie in FIG 14 gezeigt, sowohl die Empfangsvorrichtung 171 und das Datenbereitstellungssystem 175 umfasst, oder alternativ lediglich eines dieser Komponenten 171, 175 aufweist.

**[0099]** Das System 170 weist ferner eine Auswertevorrichtung 172 auf, mit deren Hilfe die oben beschriebene Auswertung (Schritt 102) anhand der Verkehrsteilnehmerdaten sowie gegebenenfalls weiterer Daten durchgeführt werden kann. Die Auswertevorrichtung 172 ist mit der Empfangsvorrichtung 171 bzw. mit dem Datenbereitstellungssystem 175 verbunden. Basierend auf den empfangenen bzw. bereitgestellten Daten kann durch die Auswertevorrichtung 172 die Effizienzinformation und/oder die Anweisungsinformation (Schritte 103, 104) bereitgestellt werden. Je nach Ausgestaltung kann durch die Auswertevorrichtung 172 ferner wenigstens eine weitere Information (Schritt 105) bereitgestellt werden. Hierunter fallen zum Beispiel ein Zeit-Weg-Diagramm sowie eine Beeinflussungsinformation.

**[0100]** Das System 170 kann ferner eine mit der Auswertevorrichtung 172 verbundene Anzeigevorrichtung 173 aufweisen, auf welcher Informationen wie die Effizienzinformation, die Anweisungsinformation sowie gegebenenfalls eine weitere Information wie zum Beispiel ein Zeit-Weg-Diagramm abgebildet werden können.

**[0101]** FIG 14 veranschaulicht darüber hinaus ein mögliches Ändern der Lichtsignalsteuerung von Lichtsignalanlagen 110 des betrachteten Straßenzugs 130 (Schritt 106). Wie oben beschrieben wurde, kann die Steuerung der Lichtsignalanlagen 110 mit Hilfe von Steuervorrichtungen 120 durchgeführt werden. Hierbei kann

den an einer Kreuzung 140 angeordneten Lichtsignalanlagen 110 jeweils eine entsprechende Steuervorrichtung 120 zugeordnet sein. Die Steuerung der Lichtsignalanlagen 110 kann mit Hilfe von vorgegebenen Signalabläufen 230 (Signalprogrammen) erfolgen, welche in den Steuervorrichtungen 120 hinterlegt sein können.

**[0102]** Die Auswertevorrichtung 172 des Systems 170 kann dazu ausgebildet sein, auf der Grundlage der Anweisungsinformation wenigstens einen geänderten vorgegebenen Signalablauf 230 für wenigstens eine Lichtsignalanlage 110 bereitzustellen und an die zugehörige Steuervorrichtung 120 zu übermitteln. Ein solcher Vorgang ist in FIG 14 anhand einer Übermittlung von Daten 255 an die Steuervorrichtungen 120 angedeutet. Die Änderung des Signalablaufs kann sich, entsprechend der zugrundeliegenden Anweisungsinformation, auf eine Änderung des zeitlichen Verhältnisses von Lichtsignalphasen und/oder auf eine Änderung eines zeitlichen Versatzes mit Bezug auf den Signalablauf 230 einer anderen Lichtsignalanlage 110 beziehen. Je nach Anweisungsinformation können entsprechende Daten 255, abweichend von der schematischen Darstellung in FIG 14, auch nur an eine oder eine kleinere Anzahl an Steuervorrichtungen 120 übermittelt werden. Es ist des Weiteren möglich, dass das Bereitstellen wenigstens eines geänderten vorgegebenen Signalablaufs 230 und/oder das Übermitteln eines solchen Signalablaufs 230 an wenigstens eine Steuervorrichtung 120 nicht allein und in automatisierter Weise mit Hilfe der Auswertevorrichtung 172 durchgeführt wird, sondern stattdessen unter zusätzlicher Mitwirkung bzw. Berücksichtigung entsprechender Eingaben eines Benutzers wie beispielsweise eines Verkehrsingenieurs erfolgt (nicht dargestellt).

**[0103]** Die Positions- und Bewegungserfassung von Verkehrsteilnehmern, auf welchen die in dem Verfahren von FIG 2 und dem System 170 von FIG 14 genutzten Verkehrsteilnehmerdaten basieren, kann auf unterschiedliche Art und Weise verwirklicht sein. Mögliche Ausgestaltungen werden im Folgenden anhand der FIGS 15 bis 17 beschrieben.

**[0104]** FIG 15 veranschaulicht eine Positions- und Bewegungserfassung eines Kraftfahrzeugs 180 unter Verwendung eines Satellitennavigationssystems wie beispielsweise GPS (Global Positioning System). Hierbei empfängt ein Navigationssystem des Kraftfahrzeugs 180 Signale von mehreren Satelliten 190 und bestimmt hierauf basierend dessen Position. Bei einer Bewegung des Kraftfahrzeugs 180 werden in entsprechender Weise jeweils geänderte Positionen bestimmt. Für die Positions- und damit Bewegungserfassung kann das Navigationssystem des Kraftfahrzeugs 180 zusätzliche Signale und Daten von weiteren Sensoren des Kraftfahrzeugs 180 berücksichtigen. Die betreffenden Positions- und Bewegungsdaten sowie entsprechende Zeitdaten werden von dem Navigationssystem des Kraftfahrzeugs 180 an eine Datenverarbeitungsvorrichtung 195 übertragen, zum Beispiel mittels einer mobilen Internetverbindung. Bei einer Mehrzahl von Kraftfahrzeugen 180, welche solche

Daten an die Datenverarbeitungsvorrichtung 195 übertragen, können mit Hilfe der Datenverarbeitungsvorrichtung 195 für das Verfahren und das System 170 nutzbare Verkehrsteilnehmerdaten individueller Verkehrsteilnehmer bereitgestellt werden.

**[0105]** Eine auf dem Empfang von Satellitensignalen basierende Positionsbestimmung von Kraftfahrzeugen 180 kann nicht nur über fest verbaute Navigationssysteme derselben, sondern auch über in den Kraftfahrzeugen 180 mitgeführte Mobilgeräte wie zum Beispiel Smartphones erfolgen. Hierbei können Positions-, Bewegungs- und Zeitdaten von den Mobilgeräten an die Datenverarbeitungsvorrichtung 195 übertragen werden.

**[0106]** FIG 16 veranschaulicht eine Positions- und Bewegungserfassung eines Kraftfahrzeugs 180 unter Verwendung von am Straßenrand angeordneten Kameras 191. Die Kameras 191 sind mit einer Datenverarbeitungsvorrichtung 196 verbunden, an welche die Kameras 191 aufgenommene Kamerabilder übertragen. Anhand der Kamerabilder und durch Durchführen einer entsprechenden Videoanalyse kann die Datenverarbeitungsvorrichtung 196 Positions-, Bewegungs- und Zeitdaten des Kraftfahrzeugs 180 bereitstellen. Bei einer Mehrzahl von Kraftfahrzeugen 180, welche mit Kameras 191 aufgenommen werden, können mit Hilfe der Datenverarbeitungsvorrichtung 196 für das Verfahren und das System 170 nutzbare Verkehrsteilnehmerdaten individueller Verkehrsteilnehmer bereitgestellt werden. Mit Bezug auf das Ermitteln von Verkehrsteilnehmerdaten im Bereich eines betrachteten Straßenzugs 130 können eine Mehrzahl an Kameras 191 im Bereich des Straßenzugs 130 vorgesehen sein.

**[0107]** FIG 17 veranschaulicht eine Positions- und Bewegungserfassung eines Kraftfahrzeugs 180 unter Verwendung von am Straßenrand angeordneten Roadside Units 192. Hierbei handelt es sich um Kommunikationsvorrichtungen, welche ausgebildet sind zur Kommunikation mit Kraftfahrzeugen 180 bzw. entsprechenden Kommunikationseinrichtungen oder Steuergeräten von Kraftfahrzeugen 180 mittels Funkverbindung. Gemäß FIG 17 kann das Kraftfahrzeug 180 entsprechende Informationen wie Positions-, Bewegungs- und Zeitdaten, welche gegebenenfalls auf der Verwendung eines Satellitennavigationssystems basieren können, an Roadside Units 192 übertragen. Die Roadside Units 192 sind mit einer Datenverarbeitungsvorrichtung 197 verbunden, an welche die Daten übertragen werden können. Bei einer Mehrzahl von Kraftfahrzeugen 180, welche in der vorgenannten Weise mit Roadside Units 192 kommunizieren, können mit Hilfe der Datenverarbeitungsvorrichtung 197 für das Verfahren und das System 170 nutzbare Verkehrsteilnehmerdaten individueller Verkehrsteilnehmer bereitgestellt werden. Mit Bezug auf das Ermitteln von Verkehrsteilnehmerdaten im Bereich eines betrachteten Straßenzugs 130 können eine Mehrzahl an Roadside Units 192 im Bereich des Straßenzugs 130 vorgesehen sein.

**[0108]** Im Hinblick auf das in FIG 14 gezeigte Daten-

bereitstellungssystem 175 des Systems 170 besteht die Möglichkeit, dass das Datenbereitstellungssystem 175 ausgebildet ist, Verkehrsteilnehmerdaten unter Verwendung eines Satellitennavigationssystems bereitzustellen, wie es anhand von FIG 15 erläutert wurde. Hierbei kann das Datenbereitstellungssystem 175 die Datenverarbeitungsvorrichtung 195 umfassen. Möglich ist es auch, dass das Datenbereitstellungssystem 175 ausgebildet ist, Verkehrsteilnehmerdaten unter Verwendung von Kameras 191 oder unter Verwendung von Roadside Units 192 bereitzustellen, wie es anhand der FIGs 16 und 17 erläutert wurde. Hierbei kann das Datenbereitstellungssystem 175 die Datenverarbeitungsvorrichtung 196 nebst Kameras 191 oder die Datenverarbeitungsvorrichtung 197 nebst Roadside Units 192 umfassen. Das Datenbereitstellungssystem 175 kann ferner auf mehreren oder sämtlichen der vorgenannten Ausgestaltungen basieren und zum Beispiel eine Datenverarbeitungsvorrichtung 195, eine Datenverarbeitungsvorrichtung 196 und Kameras 191 umfassen.

**[0109]** Neben den vorstehend beschriebenen und in den Figuren abgebildeten Ausführungsformen sind weitere Ausführungsformen vorstellbar, welche weitere Abwandlungen und/oder Kombinationen von Merkmalen umfassen können.

**[0110]** Das Verfahren kann zum Beispiel in Bezug auf Straßenzüge 130 zur Anwendung kommen, welche eine andere bzw. (weit) größere Anzahl an Kreuzungen 140 umfassen können, als dies in den schematischen Figuren gezeigt ist. Andere Anzahlen bzw. Größendimensionen können auch zum Beispiel für oben genannte Zeitdauern bzw. Zeiträume, in Bezug auf welche das Durchführen einer Auswertung erfolgen kann, in Betracht kommen.

**[0111]** Obwohl die Erfindung im Detail durch bevorzugte Ausführungsbeispiele 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 Schutzzumfang der Erfindung zu verlassen.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Ermitteln und/oder Optimieren einer Effizienz einer Lichtsignalsteuerung von an Kreuzungen (140) angeordneten Lichtsignalanlagen (110) eines Straßenzugs (130) im Hinblick auf ein Bereitstellen einer Grünen Welle für den Straßenzug (130) benutzende Verkehrsteilnehmer (180), umfassend:  
Durchführen einer Auswertung unter Verwendung von Verkehrsteilnehmerdaten umfassend Zeit-, Orts- und Bewegungsinformationen von individuellen Verkehrsteilnehmern (180) im Bereich des Straßenzugs (130), welche auf einer Positions- und Bewegungserfassung der individuellen Verkehrsteilnehmer (180) basieren, wobei auf der Grundlage der

Verkehrsteilnehmerdaten wenigstens eine der folgenden Informationen bereitgestellt wird:

eine Effizienzinformation, welche die Effizienz der Lichtsignalsteuerung im Hinblick auf das Bereitstellen der Grünen Welle wiedergibt; und/oder

eine Anweisungsinformation, welche sich auf eine Änderung der Lichtsignalsteuerung zum Verbessern der Effizienz der Lichtsignalsteuerung im Hinblick auf das Bereitstellen der Grünen Welle bezieht.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Durchführen der Auswertung Folgendes umfasst:

Festlegen einer Auswertestruktur, gemäß welcher der Straßenzug (130) in Straßensegmente (150) unterteilt ist, wobei jedem Straßensegment (150) zwei benachbarte Kreuzungen (140) des Straßenzugs (130) zugeordnet sind, welche mit Bezug auf eine Bewegung in einer vorgegebenen Richtung (201) entlang des Straßenzugs (130) eine erste und eine zweite Kreuzung (140) bilden, und wobei, abgesehen von zwei sich im Bereich von entgegengesetzten Enden des Straßenzugs (130) befindenden Kreuzungen (140), die Kreuzungen (140) jeweils zugehörig sind zu zwei Straßensegmenten (150);  
Identifizieren von Verkehrsteilnehmern (180) für jedes der Straßensegmente (150), welche die erste und die zweite Kreuzung (140) durchqueren, wobei mit Bezug auf die erste Kreuzung (140) ein vollständiges Durchqueren der ersten Kreuzung (140) in der vorgegebenen Richtung (201) entlang des Straßenzugs (130) vorliegt; und  
Ermitteln eines Anteils von Verkehrsteilnehmern (180) aus den identifizierten Verkehrsteilnehmern (180) für jedes der Straßensegmente (150), welche die zweite Kreuzung (140) ohne anzuhalten durchqueren.

3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei die für die Straßensegmente (150) ermittelten Anteile von Verkehrsteilnehmern (180) als Effizienzinformation bereitgestellt werden.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 oder 3, wobei das Durchführen der Auswertung ein Identifizieren wenigstens eines Straßensegments (150) umfasst, für welches der geringste Anteil von Verkehrsteilnehmern (180) ermittelt wurde.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine Änderung der Lichtsignalsteuerung auf

- der Grundlage der Anweisungsinformation durchgeführt wird.
- 6.** Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei sich die Anweisungsinformation auf Folgendes bezieht:
- eine Änderung des Verhältnisses der Zeitdauern von Lichtsignalphasen (235, 236) wenigstens einer Lichtsignalanlage (110); und/oder eine Änderung eines zeitlichen Versatzes (240) von Signalabläufen (230) von Lichtsignalanlagen (110).
- 7.** Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Durchführen der Auswertung ein Identifizieren eines Auftretens von Rückstau von Verkehrsteilnehmern umfasst, und wobei das Bereitstellen der Effizienzinformation und/oder der Anweisungsinformation unter Berücksichtigung des identifizierten Auftretens von Rückstau erfolgt.
- 8.** Verfahren nach Anspruch 7, wobei die Berücksichtigung dadurch erfolgt, dass Verkehrsteilnehmerdaten von wenigstens einer Zeitphase, in welcher ein Rückstau vorliegt bzw. vorgelegen hat, für das Bereitstellen der Effizienz- und/oder Anweisungsinformation weggelassen werden.
- 9.** Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Durchführen der Auswertung ein Identifizieren einer verkehrsteilnehmerabhängigen Beeinflussung der Lichtsignalsteuerung umfasst, und wobei das Bereitstellen der Effizienzinformation und/oder der Anweisungsinformation unter Berücksichtigung der identifizierten Beeinflussung der Lichtsignalsteuerung erfolgt.
- 10.** Verfahren nach Anspruch 9, wobei die Berücksichtigung dadurch erfolgt, dass Verkehrsteilnehmerdaten von wenigstens einer Zeitphase, in welcher eine verkehrsteilnehmerabhängige Beeinflussung vorliegt bzw. vorgelegen hat, für das Bereitstellen der Effizienz- und/oder Anweisungsinformation weggelassen werden.
- 11.** Verfahren nach Anspruch 9, wobei das Bereitstellen der Effizienz- und/oder Anweisungsinformation unter Einbeziehung von Verkehrsteilnehmerdaten von wenigstens einer Zeitphase erfolgt, in welcher eine verkehrsteilnehmerabhängige Beeinflussung der Lichtsignalsteuerung vorliegt bzw. vorgelegen hat, und wobei eine Beeinflussungsinformation bereitgestellt wird, welche das Ausmaß der verkehrsteilnehmerinduzierten Beeinflussung der Lichtsignalsteuerung im Hinblick das Bereitstellen einer Grünen Welle wiedergibt.
- 12.** Verfahren nach Anspruch 9, wobei die Berücksichtigung dadurch erfolgt, dass für wenigstens eine Zeitphase, in welcher eine verkehrsteilnehmerabhängige Beeinflussung vorliegt bzw. vorgelegen hat, ein fiktives Verkehrsgeschehen ohne Beeinflussung der Lichtsignalsteuerung simuliert wird, und das Bereitstellen der Effizienz- und/oder Anweisungsinformation unter Verwendung von Verkehrsteilnehmerdaten einschließlich Daten des simulierten Verkehrsgeschehens durchgeführt wird.
- 13.** Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei bei dem Durchführen der Auswertung zusätzlich Signalabläufe (230) wiedergebende Signaldaten von Lichtsignalanlagen (110) des Straßenzugs (130) berücksichtigt werden.
- 14.** Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Durchführen der Auswertung ein Bereitstellen eines Zeit-Weg-Diagramms umfasst, welches Bewegungsbahnen (210) von individuellen Verkehrsteilnehmern (180) im Bereich des Straßenzugs (130) wiedergibt.
- 15.** Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Durchführen der Auswertung Folgendes umfasst:
- Durchführen einer Datenbereinigung; und/oder Durchführen einer Datenfilterung, so dass Verkehrsteilnehmerdaten lediglich von Kraftfahrzeugen berücksichtigt werden.
- 16.** Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Verkehrsteilnehmerdaten auf einer Positions- und Bewegungserfassung der individuellen Verkehrsteilnehmer (180) unter Verwendung eines Satellitennavigationssystems basieren.
- 17.** Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Verkehrsteilnehmerdaten auf einer Positions- und Bewegungserfassung der individuellen Verkehrsteilnehmer (180) unter Verwendung von Kameras (191) und/oder Roadside Units (192) basieren.
- 18.** Computerprogramm umfassend Befehle, welche bei

einer Ausführung des Computerprogramms durch einen Computer diesen veranlassen, ein Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 17 auszuführen.

19. System (170) zum Durchführen eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 17 zum Ermitteln und/oder Optimieren einer Effizienz einer Lichtsignalsteuerung von an Kreuzungen (140) angeordneten Lichtsignalanlagen (110) eines Straßenzugs (130) im Hinblick auf ein Bereitstellen einer Grünen Welle für den Straßenzug (130) benutzende Verkehrsteilnehmer (180), aufweisend:  
 eine Auswertevorrichtung (172) zum Durchführen einer Auswertung unter Verwendung von Verkehrsteilnehmerdaten umfassend Zeit-, Orts- und Bewegungsinformationen von individuellen Verkehrsteilnehmern (180) im Bereich des Straßenzugs, welche auf einer Positions- und Bewegungserfassung der individuellen Verkehrsteilnehmer (180) basieren, und zum Bereitstellen wenigstens einer der folgenden Informationen auf der Grundlage der Verkehrsteilnehmerdaten:
- eine Effizienzinformation, welche die Effizienz der Lichtsignalsteuerung im Hinblick auf das Bereitstellen der Grünen Welle wiedergibt; und/oder
  - eine Anweisungsinformation, welche sich auf eine Änderung der Lichtsignalsteuerung zum Verbessern der Effizienz der Lichtsignalsteuerung im Hinblick auf das Bereitstellen der Grünen Welle bezieht.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

FIG 1

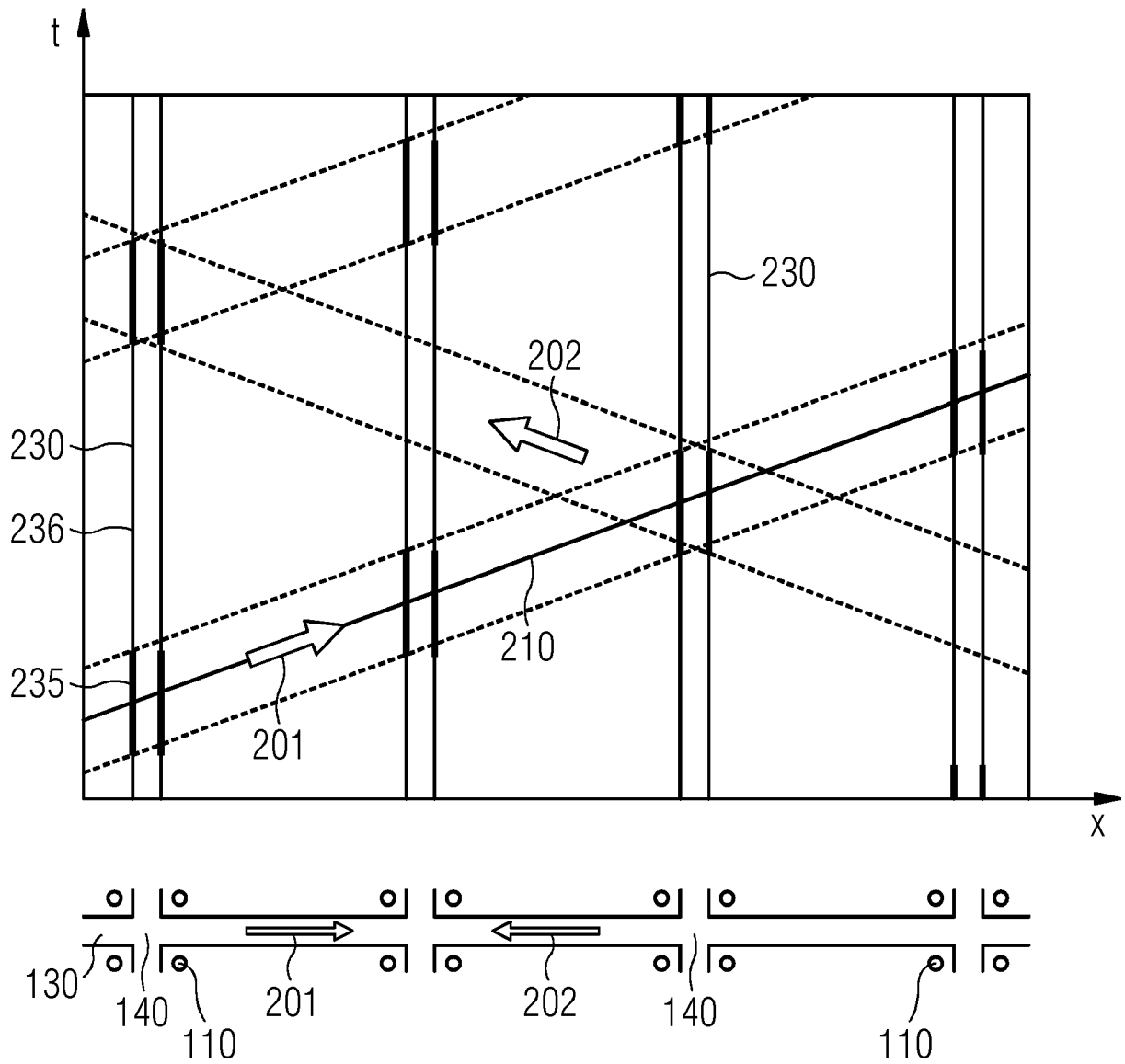


FIG 2

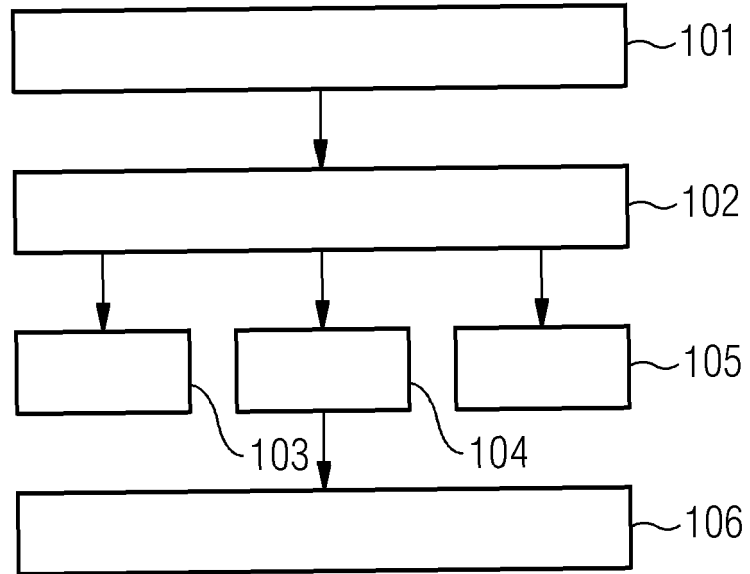


FIG 3

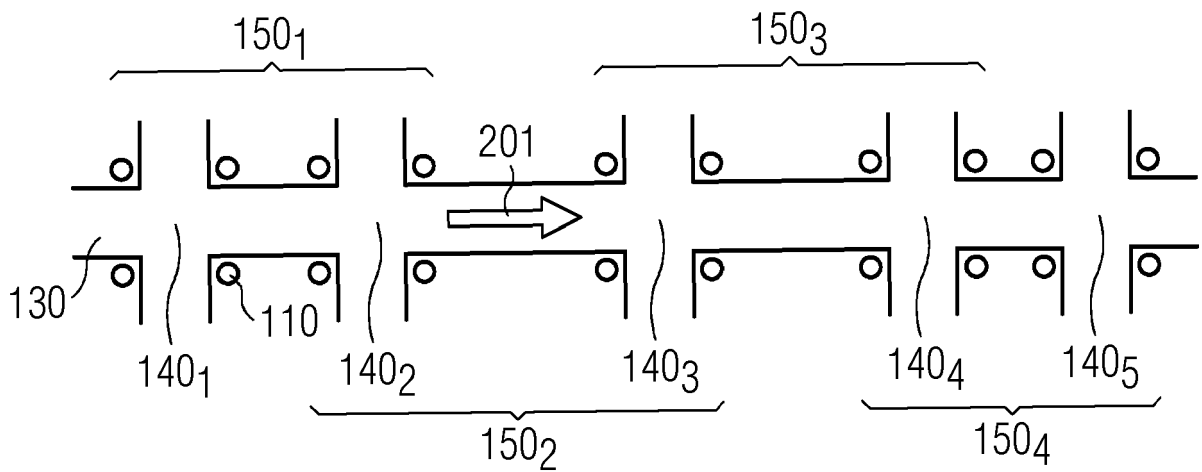


FIG 4

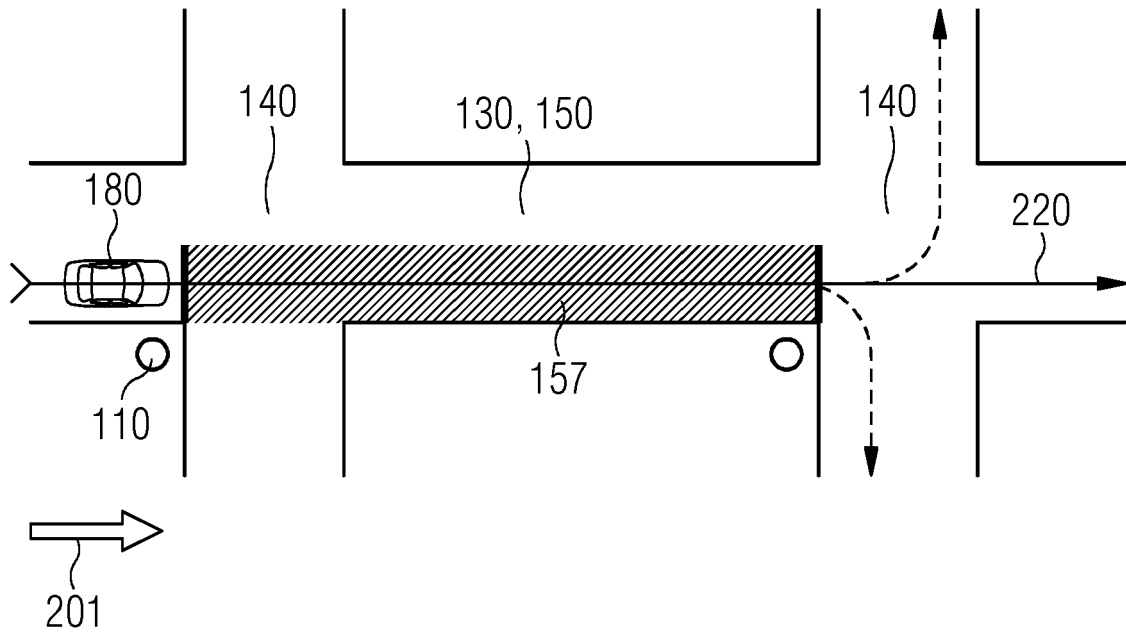


FIG 5

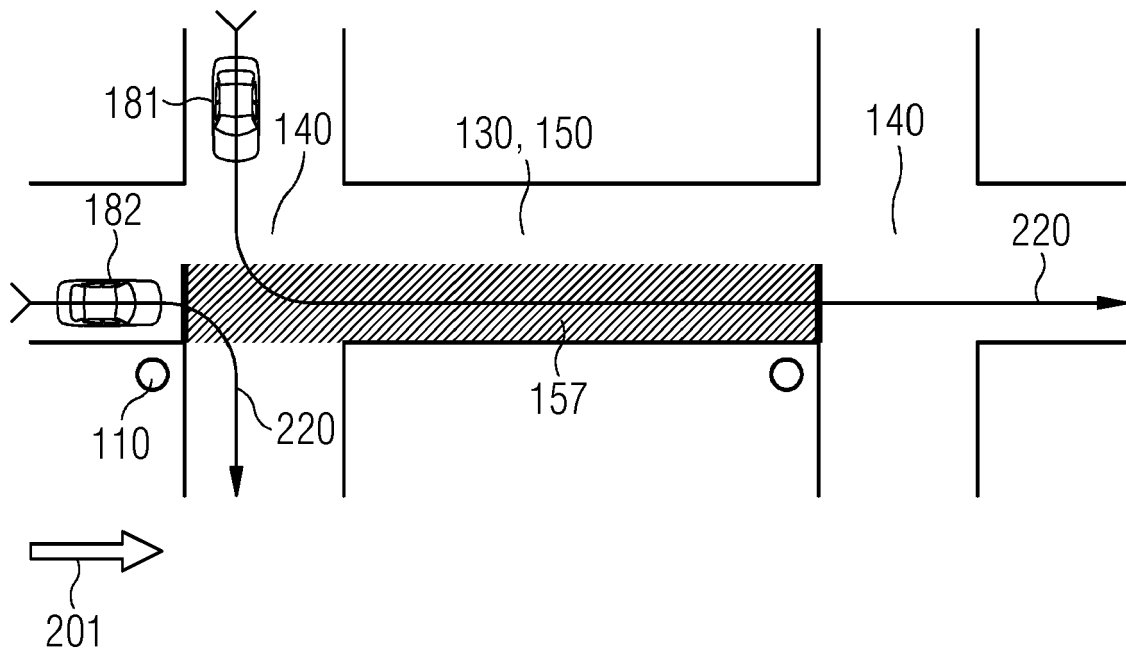


FIG 6

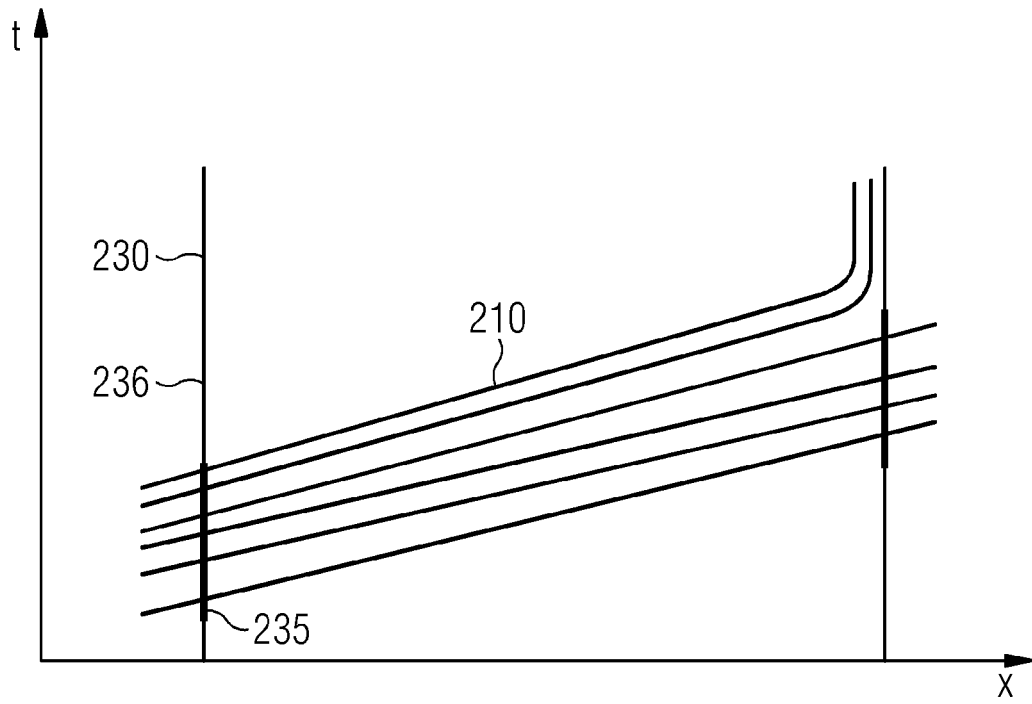


FIG 7

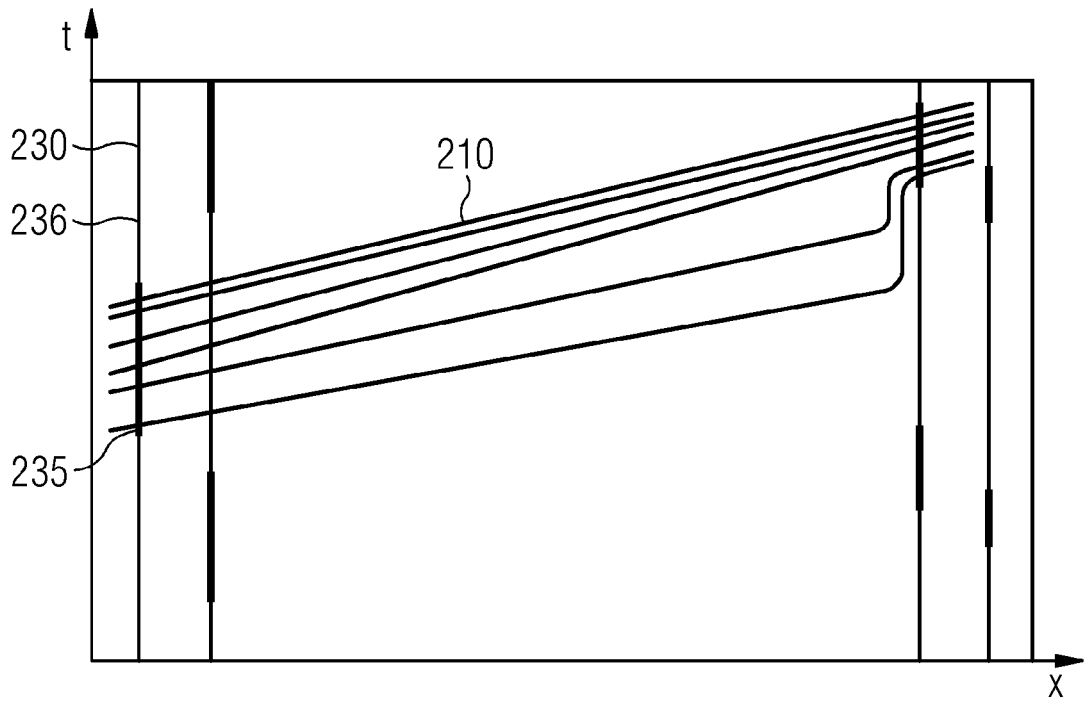


FIG 8

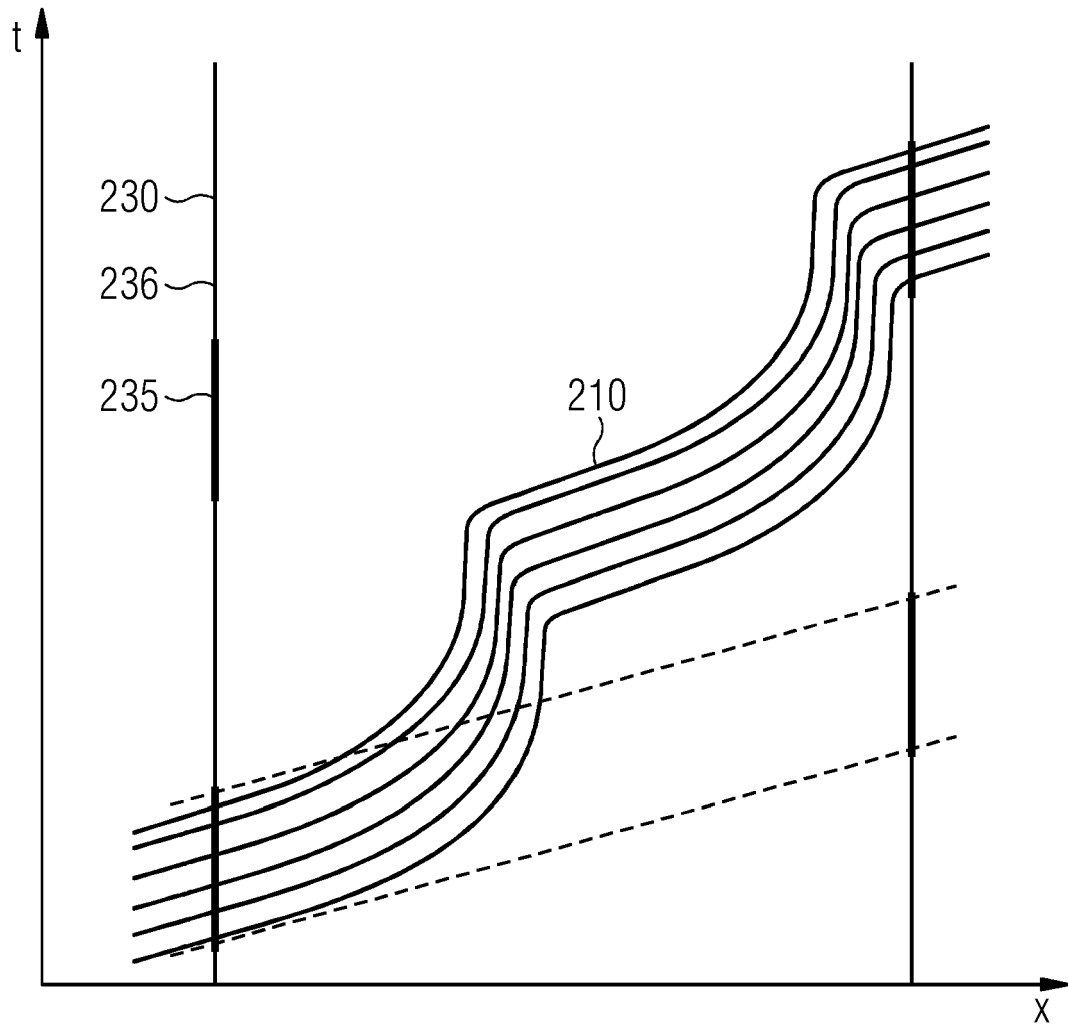


FIG 9

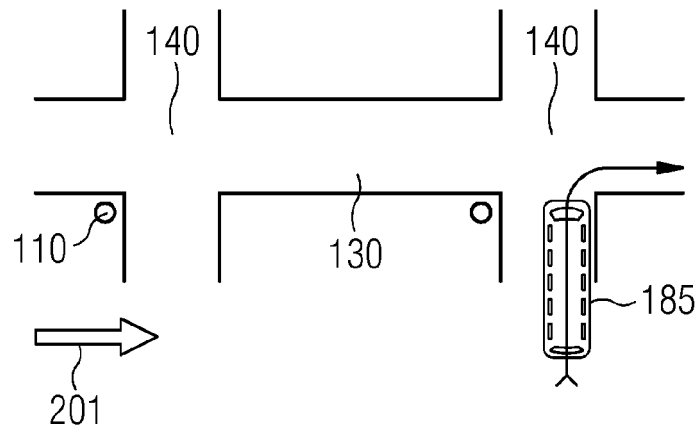


FIG 10

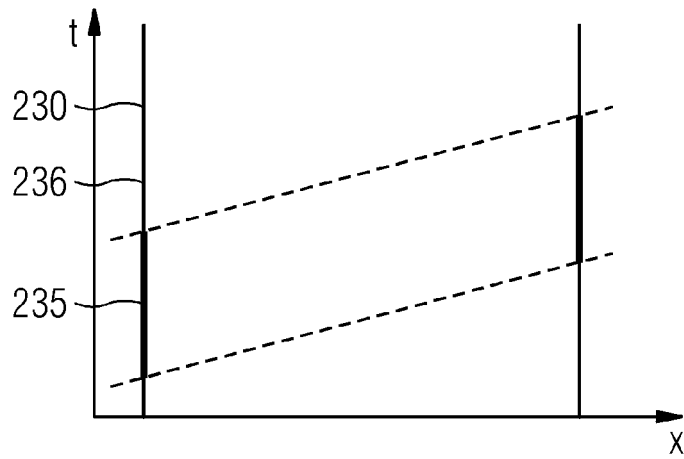


FIG 11

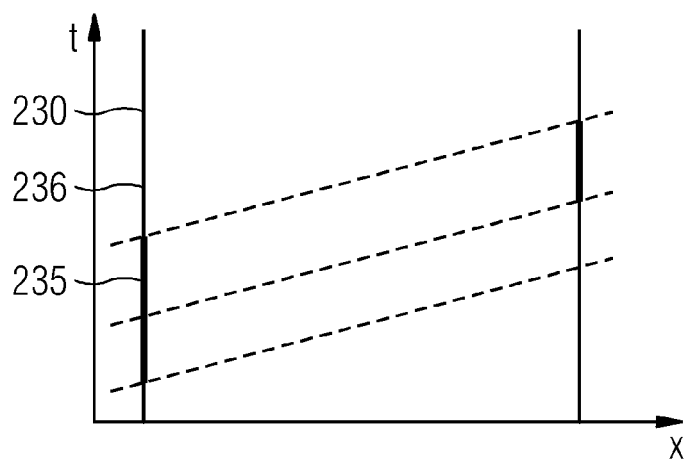


FIG 12

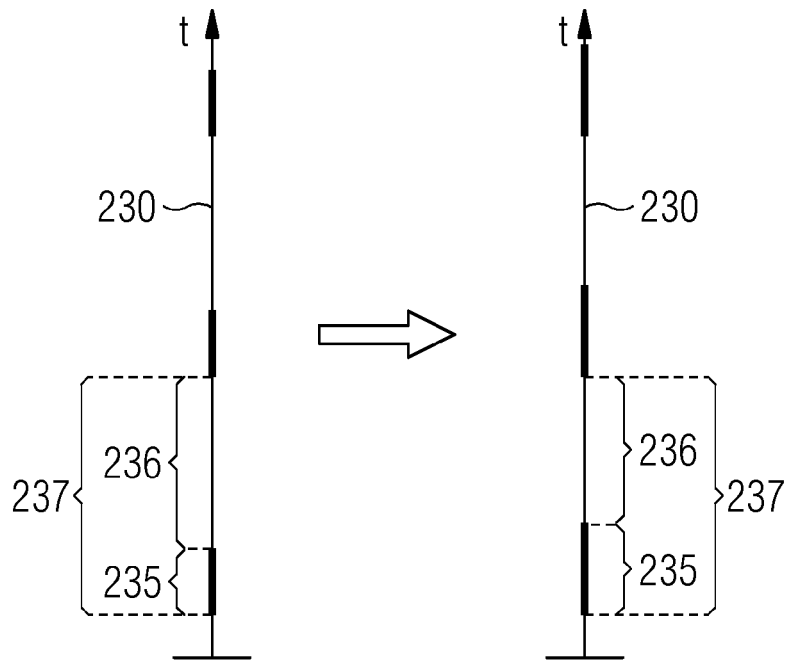


FIG 13

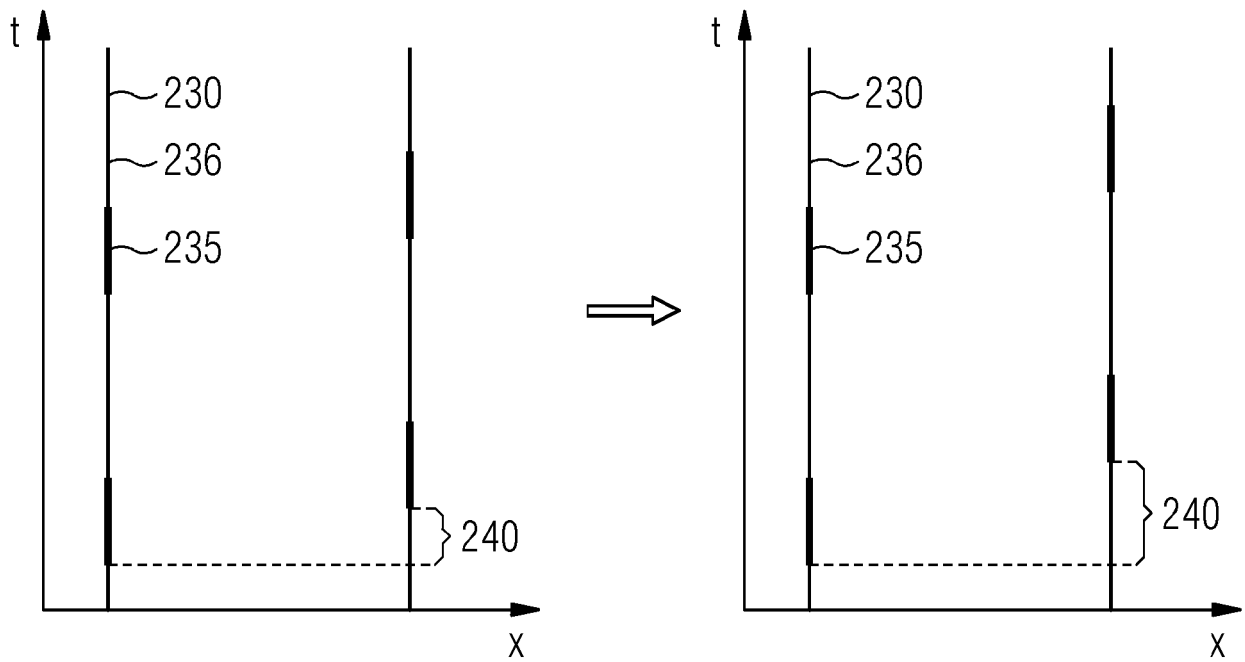


FIG 14

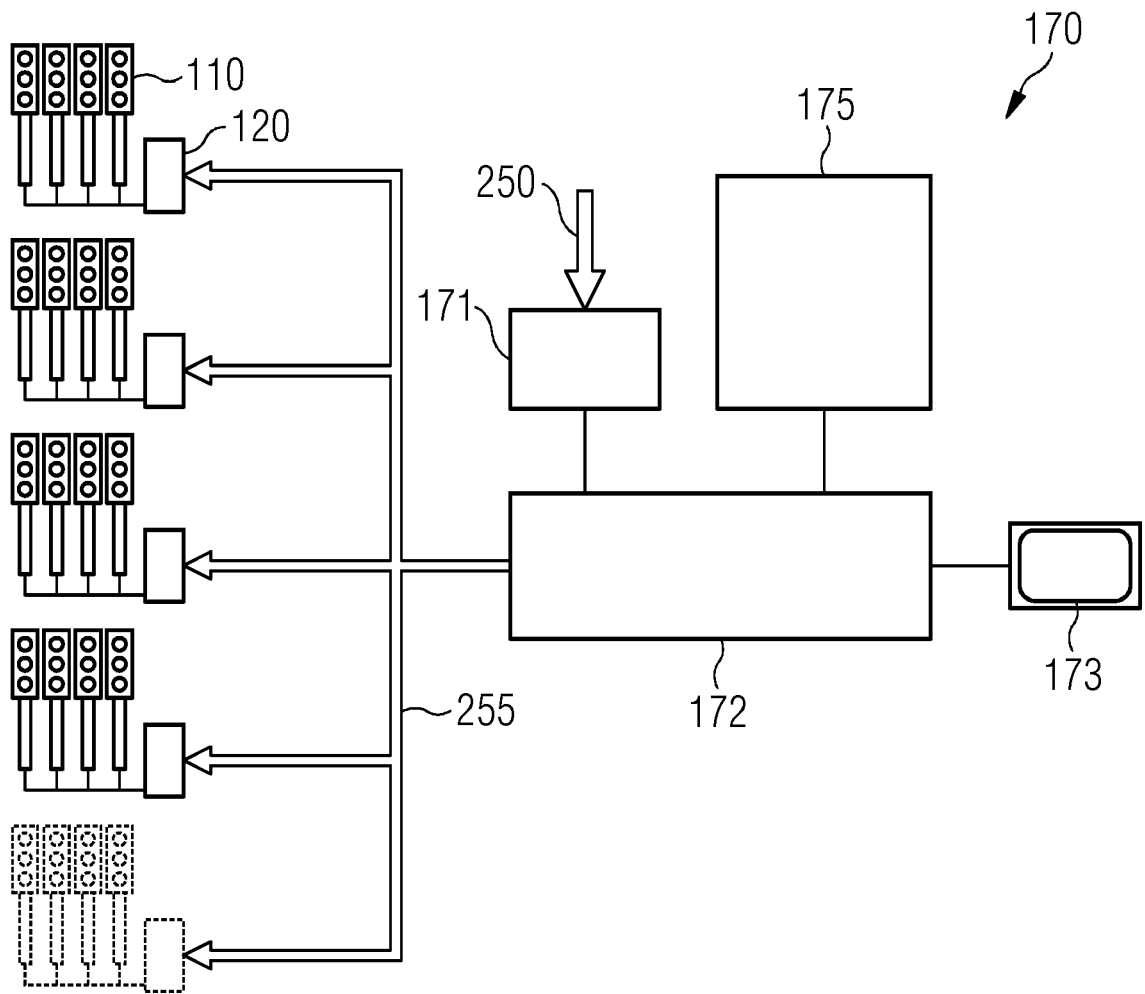


FIG 15

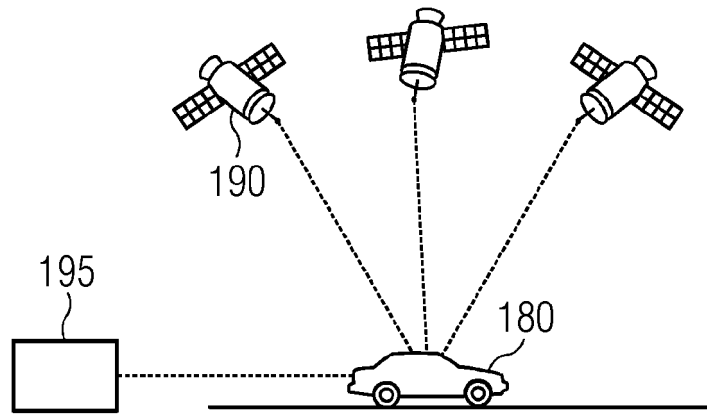


FIG 16

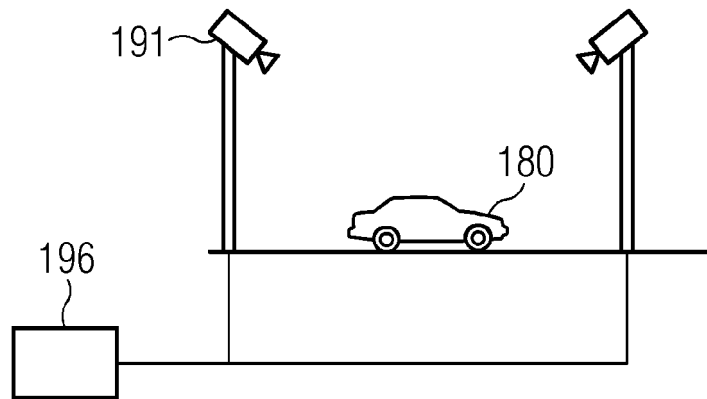
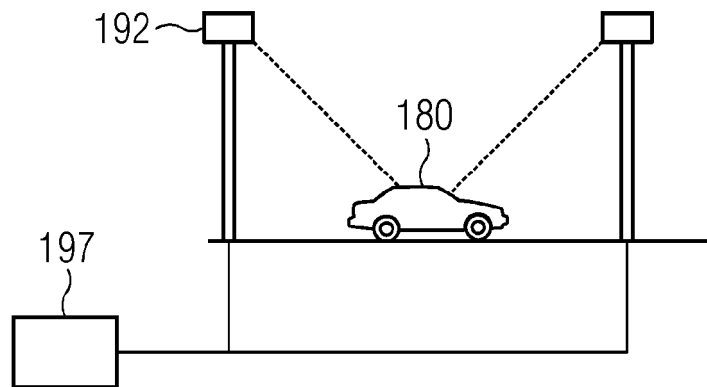


FIG 17





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 20 18 4516

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	DE 10 2016 204808 A1 (GESIG GES FÜR SIGNALANLAGEN GES M B H [DE]) 28. September 2017 (2017-09-28)	1-6,9-19	INV. G08G1/082 G08G1/083
A	* Absätze [0001], [0007], [0014], [0015], [0016], [0018] - [0021], [0027] - [0032], [0036], [0040], [0049] *	7,8	G08G1/08 G08G1/01
X	DE 36 08 890 A1 (SIEMENS AG [DE]) 24. September 1987 (1987-09-24)	1-19	
	* Spalte 2, Zeile 2 - Spalte 5, Zeile 36 * * Abbildungen 2-4 *		
X	DE 10 2005 041067 A1 (SIEMENS AG [DE]) 1. März 2007 (2007-03-01)	1,5,18,19	
A	* Absätze [0001], [0002], [0005], [0006], [0008], [0010], [0017], [0027] *	2-4,6-17	
	* Abbildungen 1-3 *		
X	DE 10 2008 045631 A1 (SIEMENS AG [DE]) 11. März 2010 (2010-03-11)	1-6,14,18,19	RECHERCHIERTESACHGEBIETE (IPC)
A	* Absätze [0002], [0003], [0011], [0012], [0015], [0016], [0023], [0024], [0033] - [0037], [0041], [0042], [0049] *	7-13,15-17	G08G
	* Abbildungen 1-10 *		
X	DE 10 2012 024143 A1 (DAIMLER AG [DE]) 29. August 2013 (2013-08-29)	1,5,6,14,16-19	
A	* Absätze [0002], [0008], [0014], [0017], [0019], [0028] - [0031] *	2-4,7-13,15	
	* Abbildungen 1, 2 *		
	----- -/--		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>Den Haag</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>23. November 2020</b>	Prüfer <b>Roxer, Adam</b>
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 Patentdokument, 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	

EPO FORM 1503 03 82 (P04CC03)



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 20 18 4516

5

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X A	DE 10 2017 109979 A1 (FORD GLOBAL TECH LLC [US]) 16. November 2017 (2017-11-16) * Absätze [0006] - [0010], [0013], [0015], [0016], [0025], [0026], [0028] - [0030], [0038], [0045], [0046] * * Abbildungen 2, 3 *	1,5,6, 16-19 2-4,7-15	
X A	DE 37 38 174 A1 (SIEMENS AG [DE]) 18. Mai 1989 (1989-05-18) * das ganze Dokument *	1,5,6, 18,19 2-4,7-17	
A	DE 10 2007 033899 A1 (SIEMENS AG [DE]) 22. Januar 2009 (2009-01-22) * Absätze [0001] - [0009], [0015], [0016], [0026], [0029] * * Abbildung 1 *	1-19	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTES SACHGEBIETE (IPC)
Recherchenort <b>Den Haag</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>23. November 2020</b>	Prüfer <b>Roxer, Adam</b>
<b>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</b> 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 Patentdokument, 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			

10

15

20

25

30

35

40

45

1

EPO FORM 1503 03 02 (P04CC03)

50

55

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

EP 20 18 4516

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.

23-11-2020

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102016204808 A1	28-09-2017	KEINE	
DE 3608890 A1	24-09-1987	KEINE	
DE 102005041067 A1	01-03-2007	AT 391981 T DE 102005041067 A1 EP 1831853 A1 WO 2007025825 A1	15-04-2008 01-03-2007 12-09-2007 08-03-2007
DE 102008045631 A1	11-03-2010	DE 102008045631 A1 DK 2161698 T3 EP 2161698 A1 PL 2161698 T3	11-03-2010 17-12-2012 10-03-2010 31-01-2013
DE 102012024143 A1	29-08-2013	KEINE	
DE 102017109979 A1	16-11-2017	CN 107393314 A DE 102017109979 A1 GB 2552245 A RU 2017115738 A US 2017330456 A1	24-11-2017 16-11-2017 17-01-2018 06-11-2018 16-11-2017
DE 3738174 A1	18-05-1989	KEINE	
DE 102007033899 A1	22-01-2009	KEINE	

EPO FORM P0461

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