



(11) **EP 4 286 244 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**06.12.2023 Patentblatt 2023/49**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):  
**B61L 25/02<sup>(2006.01)</sup> B61L 23/04<sup>(2006.01)</sup>**

(21) Anmeldenummer: **23163656.4**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):  
**B61L 25/025; B61L 23/04**

(22) Anmeldetag: **23.03.2023**

(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 ME MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA**  
Benannte Validierungsstaaten:  
**KH MA MD TN**

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

(72) Erfinder: **Wang, Zhan**  
**12489 Berlin (DE)**

(74) Vertreter: **Siemens Patent Attorneys**  
**Postfach 22 16 34**  
**80506 München (DE)**

(30) Priorität: **01.06.2022 DE 102022205611**

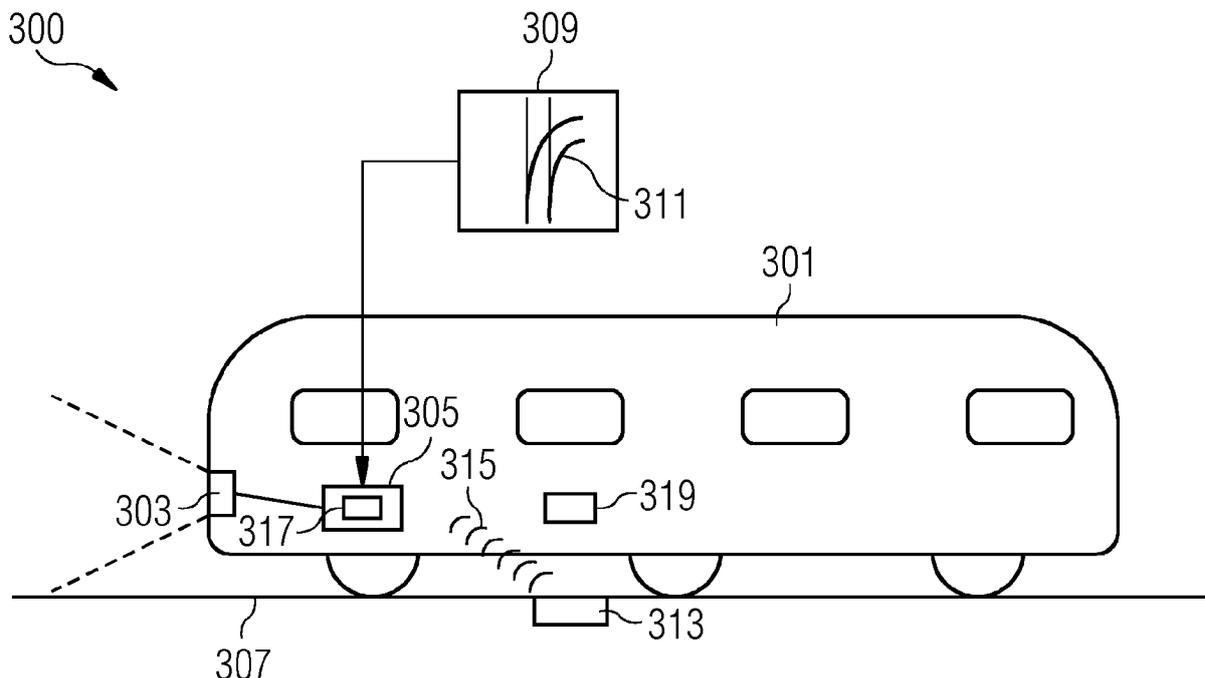
(54) **VERFAHREN ZUM LOKALISIEREN EINES SCHIENENFAHRZEUGS**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren (100) zum Lokalisieren eines Schienenfahrzeugs (301), umfassend:  
Empfangen (101) von Bilddaten eines Kamerasensors (303) des Schienenfahrzeugs (301), wobei die Bilddaten ein Umfeld des Schienenfahrzeugs (301) abbilden, und wobei die Bilddaten eine Mehrzahl von zu unterschiedlichen Aufnahmezeitpunkten aufgenommenen Frames

umfassen;  
Ausführen (103) eines visuellen Odometrie-Verfahrens basierend auf den Bilddaten; und  
Ermitteln (105) einer Position des Schienenfahrzeugs (301) basierend auf Ergebnissen des visuellen Odometrie-Verfahrens.

Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zum Steuern eines Schienenfahrzeugs (301).

**FIG 1**



**EP 4 286 244 A1**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Lokalisieren eines Schienenfahrzeugs und ein Verfahren zum Steuern eines Schienenfahrzeugs.

**[0002]** Für das Steuern von Schienenfahrzeugen ist eine präzise Lokalisierung der Schienenfahrzeuge essenziell. Aus dem Stand der Technik sind Verfahren bekannt, in denen die Lokalisierung der Schienenfahrzeuge mittels GPS oder andere Globaler-Navigations-Satelliten-Systemen bewirkt. Eine derartige Lokalisierung kann jedoch ungenau und unverlässlich sein, da Signale fehlerhaft oder nicht verfügbar sein können.

**[0003]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein verbessertes Verfahren zum Lokalisieren eines Schienenfahrzeugs und ein verbessertes Verfahren zum Steuern eines Schienenfahrzeugs bereitzustellen.

**[0004]** Diese Aufgabe wird durch das Verfahren zum Lokalisieren eines Schienenfahrzeugs und das Verfahren zum Steuern eines Schienenfahrzeugs der unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

**[0005]** Nach einem Aspekt der Erfindung wird ein Verfahren zum Lokalisieren eines Schienenfahrzeugs bereitgestellt, umfassend: Empfangen von Bilddaten eines Kamerasensors des Schienenfahrzeugs, wobei die Bilddaten ein Umfeld des Schienenfahrzeugs abbilden, und wobei die Bilddaten eine Mehrzahl von zu unterschiedlichen Aufnahmezeitpunkten aufgenommenen Frames umfassen;

**[0006]** Ausführen eines visuellen Odometrieverfahrens basierend auf den Bilddaten; und

**[0007]** Ermitteln einer Position des Schienenfahrzeugs basierend auf Ergebnissen des visuellen Odometrieverfahrens.

**[0008]** Hierdurch kann der technische Vorteil erreicht werden, dass ein verbessertes Verfahren zum Lokalisieren eines Schienenfahrzeugs bereitgestellt werden kann. Hierzu wird basierend auf Bilddaten eines Kamerasensors, die jeweils ein Umfeld des Schienenfahrzeugs abbilden, ein visuelles Odometrieverfahren ausgeführt. Basierend auf dem visuellen Odometrieverfahren lässt sich eine Position des Schienenfahrzeugs und damit verbunden eine Lokalisierung des Schienenfahrzeugs ermitteln. Durch das visuelle Odometrieverfahren ist eine präzise Lokalisierung des Schienenfahrzeugs ermöglicht. Darüber hinaus wird das visuelle Odometrieverfahren und damit verbunden die beschriebene Lokalisierung primär auf den Bilddaten des Kamerasensors des Schienenfahrzeugs ausgeführt. Das beschriebene Verfahren zum Lokalisieren des Schienenfahrzeugs ist somit nicht auf Satellitendaten von üblichen Navigationssystemen angewiesen. Das erfindungsgemäße Verfahren zum Lokalisieren eines Schienenfahrzeugs ermöglicht somit eine Lokalisierung unabhängig von Satellitendaten üblicher Navigationssysteme und kann somit insbesondere in Situationen eine Lokalisierung des Schienenfahrzeugs ermöglichen, in dem genannte Satelliten-

daten nicht zur Verfügung stehen oder gegebenenfalls fehlerhaft sind. Darüber hinaus durch die visuelle Odometrie eine weitaus präzisere Lokalisierung ermöglicht als durch übliche Navigationssysteme.

**[0009]** Unter Lokalisieren ist im Sinne der Anmeldung ein Verorten eines Schienenfahrzeugs relativ zu einem durch das Schienenfahrzeug befahrenen Schienenweg. Das Lokalisieren kann gemäß einer Ausführungsform unter Berücksichtigung einer den jeweiligen Schienenweg abbildenden Kartendarstellung bewirkt werden.

**[0010]** Nach einer Ausführungsform umfasst das Ausführen des visuellen Odometrieverfahrens:

Ermitteln eines charakteristischen Elements in einem ersten Frame und einem zweiten Frame der Bilddaten;

Ermitteln einer Positionsänderung des charakteristischen Elements im ersten Frame und im zweiten Frame;

Ermitteln einer Positionsänderung des Schienenfahrzeugs zwischen einem ersten Aufnahmezeitpunkt des ersten Frames und einem zweiten Aufnahmezeitpunkt des zweiten Frames basierend auf der Positionsänderung unter Berücksichtigung eines Bewegungsmodells des Schienenfahrzeugs; und

Ermitteln einer Position des Schienenfahrzeugs in Bezug auf eine Ausgangsposition unter Berücksichtigung der ermittelten Positionsänderung des Schienenfahrzeugs.

**[0011]** Hierdurch kann der technische Vorteil erreicht werden, dass eine präzise Lokalisierung des Schienenfahrzeugs ermöglicht ist. Hierzu werden in verschiedenen Frames der Bilddaten, die jeweils zu unterschiedlichen Zeitpunkten aufgenommen werden, charakteristische Elemente ermittelt. Die charakteristischen Elemente können hierbei durch wiedererkennbare Farbgebungen bzw. Formen innerhalb der verschiedenen Frames der Bilddaten gegeben sein. Die charakteristischen Elemente können, müssen aber nicht, auch durch tatsächlich erkannte Objekte innerhalb des Umfelds des Schienenfahrzeugs bereitgestellt sein. Für die verschiedenen Frames der Bilddaten, in denen die charakteristischen Elemente jeweils ermittelt sind, wird darauffolgend eine Änderung der Position der charakteristischen Elemente innerhalb der verschiedenen Frames detektiert. Die Position der charakteristischen Elemente innerhalb der Frames der Bilddaten können durch die die charakteristischen Elemente darstellenden Pixel der einzelnen Bildaufnahme gegeben sein. Basierend auf der Positionsveränderungen der charakteristischen Elemente zwischen verschiedenen Frames der Bildaufnahmen kann letztendlich eine Positionsänderung des Schienenfahrzeugs zwischen den verschiedenen Aufnahmezeitpunkten ermittelt werden, in denen die jeweiligen Frames der Bildaufnahme aufgenommen wurden. Zur Positionsbestimmung des Schienenfahrzeugs kann ferner ein Be-

wegungsmodell des Schienenfahrzeugs berücksichtigt werden. Das Bewegungsmodell stellt hierbei eine Modellbeschreibung der Bewegung des Schienenfahrzeugs dar.

**[0012]** Nach einer Ausführungsform umfasst das Bewegungsmodell einen Verlauf eines durch das Schienenfahrzeugs befahrenen Schienenwegs und einen Geschwindigkeitswert des Schienenfahrzeugs umfasst.

**[0013]** Hierdurch kann der technische Vorteil erreicht werden, dass eine möglichst präzise Beschreibung der Bewegung des Schienenfahrzeugs durch das Bewegungsmodell ermöglicht ist. Aufgrund der Einschränkung der Bewegung des Schienenfahrzeugs auf den Verlauf des durch das Schienenfahrzeug befahrenen Schienenwegs kann das Bewegungsmodell vergleichsweise einfach und simpel ausgebildet sein und primär den Verlauf des Schienenwegs und die Geschwindigkeit des Schienenfahrzeugs umfassen. Durch das vergleichsweise einfach ausgebildete Bewegungsmodell kann die Anzahl von charakteristischen Elementen innerhalb der verschiedenen Frames der Bildaufnahmen, die in dem visuellen Odometrieverfahren zur Positionsänderungsbestimmung des Schienenfahrzeugs berücksichtigt werden müssen, reduziert werden. Theoretisch kann bei einem möglichst einfachen Verlauf des Schienenwegs, beispielsweise bei einem gerade Verlauf, die Anzahl benötigter charakteristischer Elemente innerhalb eines Frames der Bilddaten auf lediglich ein charakteristisches Element reduziert werden. Basierend auf dem einen charakteristischen Element kann eine präzise Positionsänderungsermittlung des Schienenfahrzeugs zwischen den Aufnahmezeitpunkten der verschiedenen Frames der Bildaufnahmen erreicht werden. Durch die geringe Anzahl von benötigten charakteristischen Elementen innerhalb der Bildaufnahmen zur Ausführung des visuellen Odometrieverfahrens kann die benötigte Rechenkapazität zur Ausführung der visuellen Odometrie verringert werden.

**[0014]** Nach einer Ausführungsform ist der Verlauf des Schienenwegs durch eine Karteninformation einer Kartendarstellung des durch das Schienenfahrzeug befahrenen Schienenwegs bereitgestellt.

**[0015]** Hierdurch kann der technische Vorteil erreicht werden, dass eine präzise Berücksichtigung des Verlaufs des befahrenen Schienenwegs und damit verbunden ein präzises Bewegungsmodell bereitgestellt werden kann, das wiederum zu einer präzisen Lokalisierung des Schienenfahrzeugs beiträgt. Die verschiedenen Verläufe der durch das Schienenfahrzeug befahrbaren Schienenwege kann hierbei in einer entsprechenden Kartendarstellung der verschiedenen Schienenwege hinterlegt sein. Eine umständliche Berechnung des Verlaufs des Schienenwegs, beispielsweise basierend auf den Bildaufnahmen des Kamerasensors, entfällt hierbei. Die Lokalisierung des Schienenfahrzeugs kann hierdurch weiter vereinfacht werden.

**[0016]** Nach einer Ausführungsform ist der Verlauf des Schienenwegs durch einen geraden Verlauf, einen Kur-

venverlauf mit konstantem Kurvenradius oder durch einen Übergangsspiralverlauf mit veränderbarem Kurvenradius parametrisiert.

**[0017]** Hierdurch kann der technische Vorteil erreicht werden, dass eine präzise Beschreibung des Verlaufs des Schienenwegs und damit verbunden ein präzises Bewegungsmodell des Schienenfahrzeugs bereitgestellt werden kann. Der Verlauf eines durch das Schienenfahrzeug befahrenen Schienenwegs kann hierbei in drei Kategorien eingeteilt werden, einem geraden Verlauf, einem Kurvenverlauf mit konstantem Kurvenradius und einem Übergangsspiralverlauf mit veränderbarem Kurvenradius. Durch diese kategorische Einteilung kann das Bewegungsmodell weiter in Komplexität reduziert werden, wodurch die Lokalisierung des Schienenfahrzeugs weiter vereinfacht werden kann. Die beschriebene Klassifizierung des Verlaufs des Schienenwegs können beliebige Schienenwege, die durch ein Schienenfahrzeug befahrbar sind, beschrieben werden.

**[0018]** Nach einer Ausführungsform ist im Bewegungsmodell der Verlauf des Schienenwegs durch eine mathematische Funktion parametrisiert.

**[0019]** Hierdurch kann der technische Vorteil erreicht werden, dass eine präzise Berücksichtigung des Verlaufs des Schienenwegs im Bewegungsmodell ermöglicht ist. Hierzu wird der Verlauf des Schienenwegs durch eine hierzu geeignete mathematische Funktion parametrisiert. Wie in der obigen Ausführungsform beschrieben, werden die Schienenwege in drei verschiedene Klassen eingeteilt. Eine entsprechende mathematische Funktion zur Beschreibung der genannten Verläufe kann beispielsweise durch eine entsprechend geeignete Polynomfunktion gegeben sein. Dies ermöglicht eine möglichst einfache mathematische Parametrisierung des Verlaufs eines durch das Schienenfahrzeug befahrenen Schienenwegs. Durch die Beschreibung des Verlaufs des Schienenwegs durch eine entsprechend geeignete mathematische Funktion ist ferner ein einfach zu handhabendes Bewegungsmodell des Schienenfahrzeugs ermöglicht.

**[0020]** Nach einer Ausführungsform ist die Ausgangsposition über eine Positionsangabe eines Globalen-Navigations-Satelliten-Systems bestimmt.

**[0021]** Hierdurch kann der technische Vorteil erreicht werden, dass eine präzise Ausgangsposition des Schienenfahrzeugs zur Ermittlung der Positionsänderung des Schienenfahrzeugs relativ zur Ausgangsposition und damit verbunden zur Lokalisierung des Schienenfahrzeugs erreicht werden. Das visuelle Odometrieverfahren ermöglicht jeweils die schrittweise Bestimmung von Positionsänderungen des Schienenfahrzeugs zwischen den Aufnahmezeitpunkten der verschiedenen Frames der Bildaufnahmen. Zur tatsächlichen Lokalisierung des Schienenfahrzeugs in Bezug auf eine Kartenbeschreibung des durch das Schienenfahrzeug befahrenen Schienenwegs werden die durch das visuelle Odometrieverfahren bestimmten Positionsänderungen des Schienenfahrzeugs mit einer Ausgangsposition des

Schienenfahrzeugs in Bezug gesetzt. Dieser entspricht einer geographischen Angabe, die denen der geographischen Angaben der Kartendarstellung entsprechen. Durch die Berücksichtigung der Satellitendaten des globalen Navigationssystems kann eine präzise Bestimmung der Ausgangsposition und damit verbunden eine präzise Lokalisierung des Schienenfahrzeugs erreicht werden.

**[0022]** Nach einer Ausführungsform ist die Ausgangsposition über eine Positionsangabe eines charakteristischen Objekts im Umfeld des Schienenfahrzeugs oder durch einen ausgezeichneten Abschnitt des Schienenwegs gegeben.

**[0023]** Hierdurch kann der technische Vorteil erreicht werden, dass eine präzise Bestimmung der Ausgangsposition des Schienenfahrzeugs bereitgestellt werden kann. Die Ausgangsposition kann hierbei durch ein charakteristisches Objekt innerhalb des Umfelds des Schienenfahrzeugs oder durch einen ausgezeichneten Abschnitt des durch das Schienenfahrzeug befahrenen Schienenwegs gegeben sein. Dies ermöglicht eine möglichst einfache Bestimmung der Ausgangsposition.

**[0024]** Nach einer Ausführungsform wird eine Erkennung des charakteristischen Objekts im Umfeld des Schienenfahrzeugs eine Ausführung einer trainierten Objekterkennung auf die Bilddaten bewirkt, wobei die Objekterkennung als eine entsprechend trainierte künstliche Intelligenz ausgebildet ist.

**[0025]** Hierdurch kann der technische Vorteil erreicht werden, dass eine präzise Ermittlung der charakteristischen Objekte bzw. ausgezeichneten Abschnitte des Schienenwegs und damit verbunden eine präzise Ermittlung der Ausgangsposition ermöglicht ist.

**[0026]** Nach einer Ausführungsform wird eine Detektion des charakteristischen Abschnitts des Schienenwegs durch ein durch das Schienenfahrzeug empfangenes Drahtlos-Signal bewirkt.

**[0027]** Hierdurch kann der technische Vorteil erreicht werden, dass eine möglichst einfache Detektion eines charakteristischen Abschnitts des Schienenwegs ermöglicht ist. Am Schienenweg kann hierzu ein entsprechendes Sendegerät zum Aussenden eines drahtlos-Signals ausgebildet sein, so dass eine einfache Bestimmung des charakteristischen Abschnitts des Schienenwegs ermöglicht ist.

**[0028]** Nach einer Ausführungsform umfasst ein charakteristisches Objekt ein Bahnhof, ein am Schienenweg positionierte Positionsangabe, ein Tunnel, eine Brücke, ein Weichenbereich, ein charakteristisches Gebäude, ein Signalmast.

**[0029]** Hierdurch kann der technische Vorteil erreicht werden, dass beliebige im Verlauf eines Schienenwegs auftretende charakteristische Objekte bzw. charakteristische Abschnitte des Schienenwegs zur Bestimmung der Ausgangsposition des Verfahrens zur Lokalisierung des Schienenfahrzeugs verwendet werden können. Dies ermöglicht eine hohe Anwendbarkeit des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Lokalisierung eines Schienen-

fahrzeugs.

**[0030]** Nach einer Ausführungsform ist der ausgezeichnete Abschnitt des Schienenwegs ein Einfahrtsbereich/Ausfahrtsbereich in einen aus einem Bahnhofsbereich, ein Weichenbereich, ein Tunnelbereich, ein Brückenbereich ist, und wobei das Drahtlossignal ein Signal eines am Schienenweg angeordneten Balise-Elements.

**[0031]** Hierdurch kann der technische Vorteil erreicht werden, dass verschiedenste im Verlauf eines Schienenwegs auftretende charakteristische Abschnitte zur Bestimmung der Ausgangsposition des Lokalisierungsverfahrens berücksichtigt werden können. Durch die Verwendung von Balise-Elementen als Signalgeber des Drahtlossignals, die jeweils entlang des Schienenwegs angeordnet sind, können verschiedenste Abschnitte des Schienenwegs zur Bestimmung der Ausgangsposition berücksichtigt werden. Durch die Verwendung der Balise-Elemente sind keine zusätzlichen Sendeelemente zur Bereitstellung der Drahtlossignale notwendig.

**[0032]** Nach einem weiteren Aspekt wird ein Verfahren zum Steuern eines Schienenfahrzeugs bereitgestellt, umfassend:

Ausführen des Verfahrens zum Lokalisieren des Schienenfahrzeugs nach einer der voranstehenden Ausführungsformen;

Ansteuern des Schienenfahrzeugs unter Berücksichtigung von Lokalisierungsangaben des Verfahrens.

**[0033]** Hierdurch kann der technische Vorteil erreicht werden, dass ein verbessertes Verfahren zum Steuern eines Schienenfahrzeugs bereitgestellt werden kann, dass auf einem verbesserten Verfahren zum Lokalisieren eines Schienenfahrzeugs mit den oben genannten technischen Vorteilen basiert.

**[0034]** Nach einem weiteren Aspekt wird eine Recheneinheit bereitgestellt, wobei die Recheneinheit ausgebildet ist, das Verfahren zum Lokalisieren eines Schienenfahrzeugs nach einer der voranstehenden Ausführungsformen und/oder das erfindungsgemäße Verfahren zum Steuern eines Schienenfahrzeugs auszuführen.

**[0035]** Nach einem weiteren Aspekt wird ein Computerprogrammprodukt umfassend Befehle bereitgestellt, die bei der Ausführung des Programms durch eine Datenverarbeitungseinheit diese veranlassen, das Verfahren zum Lokalisieren eines Schienenfahrzeugs nach einer der voranstehenden Ausführungsformen und/oder das erfindungsgemäße Verfahren zum Steuern eines Schienenfahrzeugs auszuführen.

**[0036]** Die oben beschriebenen Merkmale und Vorteile dieser Erfindung sowie die Art und Weise, wie diese erreicht werden, werden klarer und deutlicher verständlich durch die Erläuterungen der folgenden, stark vereinfachten, schematischen Darstellungen bevorzugter Ausführungsbeispiele. Hierbei zeigen jeweils:

FIG 1 eine schematische Darstellung eines Systems

- zum Lokalisieren eines Schienenfahrzeugs;
- FIG 2 ein Flussdiagramm eines Verfahrens zum Lokalisieren eines Schienenfahrzeugs;
- FIG 3 ein Flussdiagramm eines Verfahrens zum Steuern eines Schienenfahrzeugs; und
- FIG 4 eine schematische Darstellung eines Computerprogrammprodukts.

**[0037]** FIG 1 zeigt eine schematische Darstellung eines Systems 300 zum Lokalisieren eines Schienenfahrzeugs 301.

**[0038]** FIG 1 zeigt ein Schienenfahrzeug 301, das auf einem Schienenweg 307 fährt. Das Schienenfahrzeug 301 kann ein übliches aus dem Stand der Technik bekanntes Schienenfahrzeug, beispielsweise eine Straßenbahn, eine S-Bahn, ein Regionalzug, ein Intercity oder eine U-Bahn sein.

**[0039]** Das Schienenfahrzeug 301 umfasst einen Kamerasensor 303. Über den Kamerasensor 303 sind Bilddaten erstellbar, die ein Umfeld des Schienenfahrzeugs 301 abbilden. Das Schienenfahrzeug 301 umfasst ferner eine Recheneinheit 305. Die Recheneinheit 305 ist eingerichtet, ein erfindungsgemäßes Verfahren zum Lokalisieren eines Schienenfahrzeugs 301 auszuführen.

**[0040]** Zum Lokalisieren des Schienenfahrzeugs 301 werden zunächst Bilddaten des Kamerasensors 303 empfangen. Die Bilddaten bilden hierbei das Umfeld des Schienenfahrzeugs 301 ab und werden in einer Mehrzahl von verschiedenen Frames zu unterschiedlichen Aufnahmezeitpunkten aufgenommen.

**[0041]** Basierend auf den Bilddaten des Kamerasensors 303 wird darauffolgend ein visuelles Odometrieverfahren ausgeführt.

**[0042]** Dies umfasst, dass zunächst charakteristische Elemente in den verschiedenen Frames der Bilddaten ermittelt werden. Die charakteristischen Elemente können beispielsweise durch wiedererkennbare charakteristische Farbgebungen oder Formgebungen innerhalb der einzelnen Frames der Bilddaten gegeben sein. Die charakteristischen Elemente müssen somit keine tatsächlichen erkannten Objekte sein, die im Umfeld des Schienenfahrzeugs angeordnet sind. Die charakteristischen Elemente können vielmehr durch einzelne wiedererkennbare Aspekte innerhalb der Bildaufnahme gegeben sein, beispielsweise durch einzelne Pixelgruppen dargestellte Farb- und/oder Formaspekte.

**[0043]** Alternativ können die charakteristischen Elemente auch durch erkannte tatsächliche innerhalb des Umfelds des Schienenfahrzeugs 301 angeordnete Objekte gegeben sein.

**[0044]** Basierend auf den charakteristischen Elementen der verschiedenen Frames der Bilddaten wird durch die Recheneinheit 305 eine Positionsänderung der charakteristischen Elemente zwischen verschiedenen Frames der Bilddaten ermittelt. Positionsänderungen der

charakteristischen Elemente können hierbei durch die einzelnen Pixel innerhalb der Frames der Bilddaten, die die jeweiligen charakteristischen Elemente darstellen, parametrisiert sein. Zur Bestimmung der Positionsänderung der einzelnen charakteristischen Elemente innerhalb der verschiedenen Frames der Bilddaten können beispielsweise Transformationsmatrizen berechnet werden, mittels denen eine Transformation der charakteristischen Elemente der verschiedenen Frames ermöglicht ist. Diese Transformationsmatrizen können beispielsweise Rotations- bzw. Translationsbewegungen berücksichtigen. Durch die Transformationsmatrizen lassen sich die Positionsänderungen der charakteristischen Elemente zwischen verschiedenen Frames der Bildaufnahmen ermitteln.

**[0045]** Das visuelle Odometrieverfahren kann ferner eine Auswahl der passenden charakteristischen Elemente innerhalb der verschiedenen Frames umfassen, die zur Bestimmung der Positionsänderungen verwendet werden sollen. Dies kann wiederum eine Ausführung eines RANSAC-Algorithmus umfassen, mittels dem die charakteristischen Elemente auswählbar sind, an denen eine Bewegung des Schienenfahrzeugs relativ zum Umfeld ermittelbar ist. Herausortiert sollen insbesondere derartige Objekte im des Schienenfahrzeugs werden, die selbst eine Bewegung relativ zum Schienenfahrzeug ausführen. Primär sollen durch die charakteristischen Elemente statische Objekte des Umfelds repräsentiert werden, an denen eine eindeutige Bewegung des Fahrzeugs ermittelbar ist.

**[0046]** Basierend auf den Positionsänderungen der charakteristischen Elemente zwischen den verschiedenen Frames der Bilddaten wird darauffolgend eine Positionsänderung des Schienenfahrzeugs 301 zwischen verschiedenen Aufnahmezeitpunkten der Aufnahmen der verschiedenen Frames der Bilddaten berechnet. Hierzu können wiederum die bereits erwähnten Transformationsmatrizen und die darin beschriebenen Rotations- bzw. Translationsbewegungen berücksichtigt werden. Für die Ermittlung der Positionsänderungen des Schienenfahrzeugs 301 wird ferner eine Bewegungsmodell des Schienenfahrzeugs 301 berücksichtigt. Das Bewegungsmodell stellt hierbei eine Modellbeschreibung einer Bewegung des Schienenfahrzeugs 301 entlang dem jeweils befahrenen Schienenweg 307 dar.

**[0047]** Gemäß einer Ausführungsform umfasst das Bewegungsmodell einen Verlauf 311 des befahrenen Schienenwegs 307 und eine Geschwindigkeit des Schienenfahrzeugs 301. Die Beschreibung des Verlaufs 311 des durch das Schienenfahrzeug 301 befahrenen Schienenweg 307 kann gemäß einer Ausführungsform durch eine Kartendarstellung 309 des Schienenwegs 307 bereitgestellt sein. Die Kartendarstellung 309 kann beispielsweise eine digitale Schienenwegkarte sein, in der entsprechende Informationen bzgl. des Verlaufs des Schienenwegs hinterlegt sind. Der Verlauf 311 des Schienenwegs 307 kann hierbei durch einen geraden Verlauf, einen Kurvenverlauf mit konstantem Kurvenra-

dus oder durch einen Übergangsspiralverlauf mit veränderbarem Kurvenradius parametrisiert sein. Insbesondere kann im Bewegungsmodell der Verlauf 311 des Schienenwegs 307 durch eine entsprechende mathematische Funktion parametrisiert sein. Die mathematische Funktion kann beispielsweise durch eine entsprechende Polynomfunktion gebildet sein.

**[0048]** Durch den Verlauf 311 des Schienenwegs 307 ist die Bewegungsrichtung des Schienenfahrzeugs 301 festgelegt. Das Schienenfahrzeug kann offensichtlich nur entlang des Schienenwegs 307 bewegt werden. Durch die Parametrisierung des Schienenwegs 307 durch die entsprechend eingerichtete mathematische Funktion ist durch den Verlauf der mathematischen Funktion die mögliche Fahrtrajektorie des Schienenfahrzeugs 301 beschrieben. Zusätzlich zu dem Verlauf 311 des Schienenwegs 307 kann vom Schienenfahrzeug 301 primär die jeweilige Geschwindigkeit des Schienenfahrzeugs 301 zum Bewegungsmodell zugefügt werden. Das Bewegungsmodell umfasst somit primär den Verlauf des Schienenwegs und die Geschwindigkeit des Schienenfahrzeugs 301. Hierüber kann die Bewegung des Schienenfahrzeugs erschöpfend beschrieben werden. Der Verlauf 311 des Schienenwegs 307 in Kombination der Geschwindigkeit des Schienenfahrzeugs 301 beschreiben somit eine eindeutige Fahrtrajektorie des Schienenfahrzeugs 301 und damit ein eindeutiges Bewegungsmodell.

**[0049]** Basierend auf den ermittelten Positionsänderungen des Schienenfahrzeugs 301 zwischen den Aufnahmezeitpunkten der verschiedenen Frames der Bilddaten unter Berücksichtigung des Bewegungsmodells wird darauffolgend eine Position des Schienenfahrzeugs 301 in Bezug auf eine Ausgangsposition berechnet. Die Ausgangsposition stellt hierbei eine ausgezeichnete Position des Schienenfahrzeugs 301 dar, die als Referenzpunkt für die Lokalisierung des Schienenfahrzeugs 301 dient. Die Ausgangsposition kann hierbei beispielsweise basierend auf Satellitensignalen eines globalen Navigationssatellitensystems basieren. Basierend auf den Satellitensignalen kann somit die Position des Schienenfahrzeugs 301 relativ zur Kartendarstellung 309 bestimmt werden. Unter Berücksichtigung der Ausgangsposition lassen sich somit basierend auf den durch das visuelle Odometrierfahren ermittelten Positionsänderungen des Schienenfahrzeugs 301 zwischen Aufnahmezeitpunkten der verschiedenen Frames der Bildaufnahmen eine Positionsentwicklung und damit verbunden eine Lokalisierung des Schienenfahrzeugs 301 in Bezug auf die Ausgangsposition und damit verbunden in Bezug auf die Kartendarstellung 309 des Schienenwegs 307 ermitteln. Für das Empfangen der Satellitensignale des globalen Navigationssatellitensystems umfasst das Schienenfahrzeug 301 ferner einen entsprechenden GMSS-Empfänger 319.

**[0050]** Alternativ oder zusätzlich ist die Ausgangsposition über charakteristische Objekte im Umfeld des Schienenfahrzeugs 301 oder über ausgezeichnete Ab-

schnitte des befahrenen Schienenwegs 307 ermittelbar. Hierzu kann durch eine entsprechend trainierte Objekterkennung 317, die beispielsweise als eine entsprechend trainierte künstliche Intelligenz ausgebildet ist, basierend auf den Bilddaten des Kamerasensors 303 entsprechend ausgezeichnete Objekte im Umfeld des Schienenfahrzeugs 301 erkannt werden. Die ausgezeichneten charakteristischen Objekte können beispielsweise durch Bahnhöfe, am Schienenweg positionierte Positionsangaben, Tunnel, Brücken, Weichenbereiche, charakteristische Gebäude oder Signalmasten, die jeweils entlang des Schienenwegs 307 positioniert sind und die mit entsprechenden Informationen und Positionsangaben in der Kartendarstellung 309 hinterlegt sind, gegeben sein. Bei Erkennung der entsprechenden charakteristischen Objekte durch die Objekterkennung 317 kann somit unter Berücksichtigung der Positionsangaben der Kartendarstellung 309 eine entsprechende Ausgangsposition des Schienenfahrzeugs 301 relativ zur Kartendarstellung 309 ermittelt werden.

**[0051]** Alternativ oder zusätzlich kann die Ausgangsposition durch am Schienenweg 307 angeordnete Signalgeber bereitgestellte Funksignale bereitgestellt sein. Die Signalgeber können beispielsweise durch Balisen-Elemente 313 gegeben sein, die entlang des Schienenwegs 307 positioniert sind und entsprechende Drahtlossignale 315 an das Schienenfahrzeug 301 senden. Durch die entsprechenden Drahtlossignale 315 der Balisen-Elemente 313 sind charakteristische Abschnitte des Schienenwegs 307 dem Schienenfahrzeug 301 anzeigbar. Die charakteristischen Abschnitte des Schienenwegs 307 können beispielsweise durch Einfahrts- bzw. Ausfahrtsbereich in- bzw. aus einem Bahnhofs- bzw. Weichenbereiche, Tunnelbereiche oder Brückenbereiche gegeben sein, die mit entsprechenden Informationen und Positionsangaben in der Kartendarstellung 309 hinterlegt sind. Durch die Berücksichtigung der Drahtlossignale 315 der Balisen-Elemente 313 lassen sich somit beim Befahren des Schienenwegs 307 durch das Schienenfahrzeug 301 entsprechende Ausgangspositionen für die Lokalisierung des Schienenfahrzeugs 301 ermitteln.

**[0052]** Unter Berücksichtigung der Ausgangsposition lässt sich somit durch Ausführung des visuellen Odometrierfahrens basierend auf den Bilddaten des Kamerasensors 303 eine präzise Lokalisierung des Schienenfahrzeugs 301 beim Befahren des Schienenwegs 307 durchführen. Hierzu werden durch Ausführen des visuellen Odometrierfahrens für die verschiedenen Aufnahmezeitpunkte der Frames der Bilddaten des Kamerasensors 303 Positionsänderungen des Schienenfahrzeugs 301 ermitteln. Durch Bezugnahme der Positionsänderungen auf Positionen des Schienenfahrzeugs 301, die als Geoposition unmittelbaren Bezug zu den Geopositionen der Kartendarstellung 309 bereitstellt, lässt sich durch die über das visuelle Odometrierfahren bestimmten Positionsänderungen eindeutige Lokalisierung des Schienenfahrzeugs 301 relativ zur Kartendarstellung

309 bewirken.

**[0053]** FIG 2 zeigt ein Flussdiagramm eines Verfahrens 100 zum Lokalisieren eines Schienenfahrzeugs 301.

**[0054]** In einem ersten Verfahrensschritt 101 werden Bilddaten eines Kamerasensors 303 durch die Recheneinheit 305 des Schienenfahrzeugs 301 empfangen, wobei die Bilddaten das Umfeld des Schienenfahrzeugs 301 abbilden und in unterschiedlichen Frames zu verschiedenen Aufnahmezeitpunkten aufgenommen werden.

**[0055]** In einem weiteren Verfahrensschritt 103 wird basierend auf den Bilddaten ein visuelles Odometrieverfahren ausgeführt.

**[0056]** Darauf folgend werden in einem weiteren Verfahrensschritt charakteristische Elemente in den verschiedenen Frames der Bilddaten ermittelt.

**[0057]** In einem Verfahrensschritt 109 werden Positionsänderungen der charakteristischen Elemente innerhalb der verschiedenen Frames der Bilddaten detektiert.

**[0058]** In einem weiteren Verfahrensschritt 111 werden basierend auf den Positionsänderungen der charakteristischen Elemente innerhalb der Frames der Bilddaten Positionsänderungen des Schienenfahrzeugs 301 zwischen den verschiedenen Aufnahmezeitpunkten der Aufnahmen der verschiedenen Frames der Bilddaten berechnet. Dies erfolgt unter Berücksichtigung eines Bewegungsmodells des Schienenfahrzeugs 301, mit dem eine Modellbeschreibung der Bewegung des Schienenfahrzeugs 310 entlang dem befahrenen Schienenweg 307 gegeben ist.

**[0059]** Unter Berücksichtigung einer Ausgangsposition des Schienenfahrzeugs 301, die eine Geoposition des Schienenfahrzeugs 301 als Referenzposition darstellt, wird unter Berücksichtigung der zuvor ermittelten Positionsänderungen in Bezug auf die Ausgangsposition eine Lokalisierung des Schienenfahrzeugs 301 ermittelt.

**[0060]** In einem weiteren Verfahrensschritt 105 wird eine Position des Schienenfahrzeugs 301 in Bezug auf die Kartendarstellung 309 ermittelt.

**[0061]** FIG 3 zeigt ein Flussdiagramm eines Verfahrens 200 zum Steuern eines Schienenfahrzeugs 301.

**[0062]** In einem Verfahrensschritt 201 wird zunächst eine Lokalisierung Schienenfahrzeugs 301 gemäß dem Verfahren 100 zum Lokalisieren eines Schienenfahrzeugs 301 gemäß den oben beschriebenen Ausführungsformen ausgeführt.

**[0063]** In einem weiteren Verfahrensschritt 203 wird das Schienenfahrzeug 301 unter Berücksichtigung der bestimmten Lokalisierung beziehungsweise der ermittelten Position des Schienenfahrzeugs 301 in Bezug auf die in der Kartendarstellung beschriebenen Schienenwege angesteuert. Hierzu werden durch die Recheneinheit 305 Steuersignale zum Ausführen wenigstens einer Steuerfunktion des Schienenfahrzeugs 301 bereitgestellt. Die Steuerfunktionen können neben Anderem umfassen: Anfahren, Beschleunigen, Abbremsen, Anhalten.

**[0064]** FIG 4 zeigt eine schematische Darstellung ei-

nes Computerprogrammprodukts 400, umfassend Befehle, die bei der Ausführung des Programms durch eine Recheneinheit dieses veranlassen, das Verfahren 100 zum Lokalisieren eines Schienenfahrzeugs 301 und/oder das Verfahren 200 zum Steuern eines Schienenfahrzeugs 301 auszuführen.

**[0065]** Das Computerprogrammprodukt 400 ist in der gezeigten Ausführungsform auf einem Speichermedium 401 gespeichert. Das Speichermedium 401 kann hierbei ein beliebiges aus dem Stand der Technik bekanntes Speichermedium sein.

**[0066]** 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 Schutzzumfang der Erfindung zu verlassen.

## 20 Patentansprüche

1. Verfahren (100) zum Lokalisieren eines Schienenfahrzeugs (301), umfassend:

Empfangen (101) von Bilddaten eines Kamerasensors (303) des Schienenfahrzeugs (301), wobei die Bilddaten ein Umfeld des Schienenfahrzeugs (301) abbilden, und wobei die Bilddaten eine Mehrzahl von zu unterschiedlichen Aufnahmezeitpunkten aufgenommenen Frames umfassen;  
Ausführen (103) eines visuellen Odometrie-Verfahrens basierend auf den Bilddaten; und  
Ermitteln (105) einer Position des Schienenfahrzeugs (301) basierend auf Ergebnissen des visuellen Odometrieverfahrens.

2. Verfahren (100) nach Anspruch 1, wobei das Ausführen (103) des visuellen Odometrieverfahrens umfasst:

Ermitteln (107) eines charakteristischen Elements in einem ersten Frame und einem zweiten Frame der Bilddaten;  
Ermitteln (109) einer Positionsänderung des charakteristischen Elements im ersten Frame und im zweiten Frame;  
Ermitteln (111) einer Positionsänderung des Schienenfahrzeugs (301) zwischen einem ersten Aufnahmezeitpunkt des ersten Frames und einem zweiten Aufnahmezeitpunkt des zweiten Frames basierend auf der Positionsänderung unter Berücksichtigung eines Bewegungsmodells des Schienenfahrzeugs (301); und  
Ermitteln (113) einer Position des Schienenfahrzeugs in Bezug auf eine Ausgangsposition unter Berücksichtigung der ermittelten Positionsänderung des Schienenfahrzeugs.

3. Verfahren (100) nach Anspruch 2, wobei das Bewegungsmodell einen Verlauf (311) eines durch das Schienenfahrzeugs (301) befahrenen Schienenwegs (307) und einen Geschwindigkeitswert des Schienenfahrzeugs umfasst. 5
4. Verfahren (100) nach Anspruch 3, wobei der Verlauf (311) des Schienenwegs (307) durch eine Karteninformation einer Kartendarstellung (309) des durch das Schienenfahrzeug (301) befahrenen Schienenwegs (307) bereitgestellt ist. 10
5. Verfahren (100) nach Anspruch 3 oder 4, wobei der Verlauf (311) des Schienenwegs (307) durch einen geraden Verlauf, einen Kurvenverlauf mit konstantem Kurvenradius oder durch einen Übergangsspiralverlauf mit veränderbarem Kurvenradius parametrisiert ist. 15
6. Verfahren (100) nach einem der voranstehenden Ansprüche 2 bis 5, wobei im Bewegungsmodell der Verlauf (311) des Schienenwegs (307) durch eine mathematische Funktion parametrisiert ist. 20
7. Verfahren (100) nach einem der voranstehenden Ansprüche 2 bis 6, wobei die Ausgangsposition über eine Positionsangabe eines Globalen-Navigations-Satelliten-Systems bestimmt ist. 25
8. Verfahren (100) nach einem der voranstehenden Ansprüche 2 bis 7, wobei die Ausgangsposition über eine Positionsangabe eines charakteristischen Objekts im Umfeld des Schienenfahrzeugs (301) oder durch einen ausgezeichneten Abschnitt des Schienenwegs (307) gegeben ist. 30 35
9. Verfahren (100) nach Anspruch 8, wobei eine Erkennung des charakteristischen Objekts im Umfeld des Schienenfahrzeugs (301) eine Ausführung einer trainierten Objekterkennung (317) auf die Bilddaten bewirkt wird, und wobei die Objekterkennung (317) als eine entsprechend trainierte künstliche Intelligenz ausgebildet ist. 40
10. Verfahren (100) nach Anspruch 8 oder 9, wobei eine Detektion des charakteristischen Abschnitts des Schienenwegs (307) durch ein durch das Schienenfahrzeug (301) empfangenes Drahtlos-Signal (315) bewirkt wird. 45 50
11. Verfahren (100) nach Anspruch 8, 9 oder 10, wobei ein charakteristisches Objekt ein Bahnhof, ein am Schienenweg positionierte Positionsangabe, ein Tunnel, eine Brücke, ein Weichenbereich, ein charakteristisches Gebäude, ein Signalmast umfasst. 55
12. Verfahren (100) nach einem der voranstehenden Ansprüche 8 bis 11, wobei der ausgezeichnete Abschnitt des Schienenwegs (301) ein Einfahrtsbereich/Ausfahrtsbereich in einen aus einem Bahnhofsbereich, ein Weichenbereich, ein Tunnelbereich, ein Brückenbereich ist, und wobei das Drahtlossignal (315) ein Signal eines am Schienenweg angeordneten Balise-Elements (313) ist.
13. Verfahren (200) zum Steuern eines Schienenfahrzeugs (301), umfassend:
- Ausführen (201) des Verfahrens (100) zum Lokalisieren des Schienenfahrzeugs (301) nach einem der voranstehenden Ansprüche 1 bis 12; Ansteuern (203) des Schienenfahrzeugs (301) unter Berücksichtigung von Lokalisierungsangaben des Verfahrens (100) zum Lokalisieren des Schienenfahrzeugs (301).
14. Recheneinheit (305), wobei die Recheneinheit (201) ausgebildet ist, das Verfahren (100) zum Lokalisieren eines Schienenfahrzeugs (301) nach einem der voranstehenden Ansprüche 1 bis 12 und/oder das Verfahren (300) zum Steuern eines Schienenfahrzeugs (301) nach Anspruch 13 auszuführen.
15. Computerprogrammprodukt (400) umfassend Befehle, die bei der Ausführung des Programms durch eine Datenverarbeitungseinheit diese veranlassen, das Verfahren (100) zum Lokalisieren eines Schienenfahrzeugs (301) nach einem der voranstehenden Ansprüche 1 bis 12 und/oder das Verfahren (200) zum Steuern eines Schienenfahrzeugs (301) nach Anspruch 13 auszuführen.

FIG 1

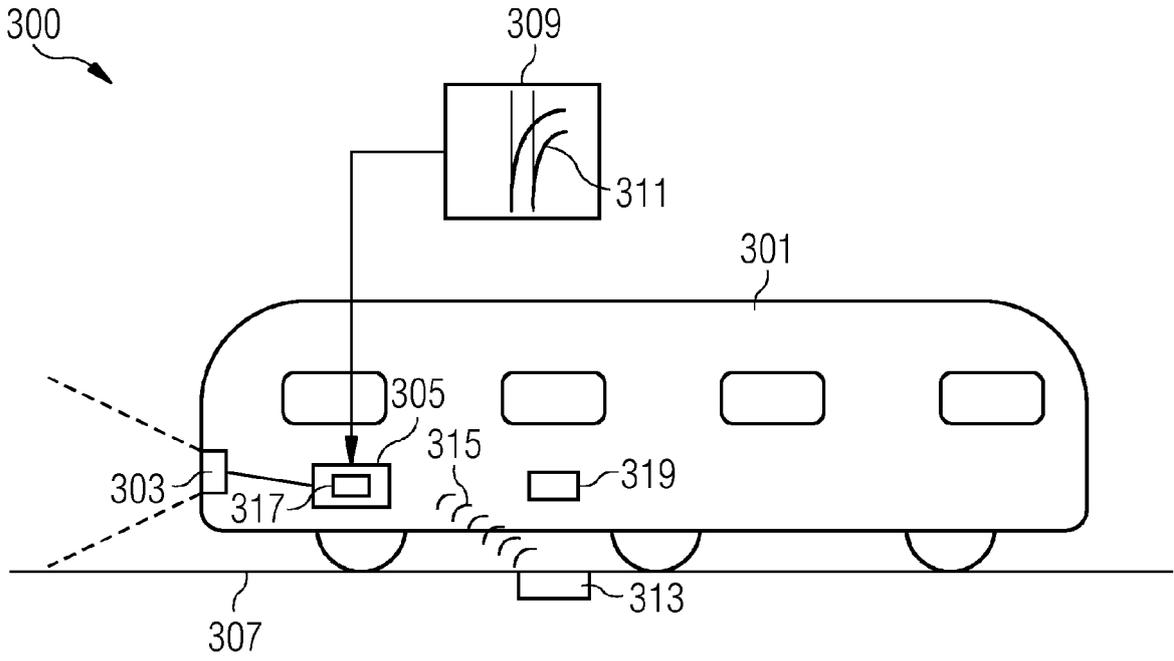


FIG 2

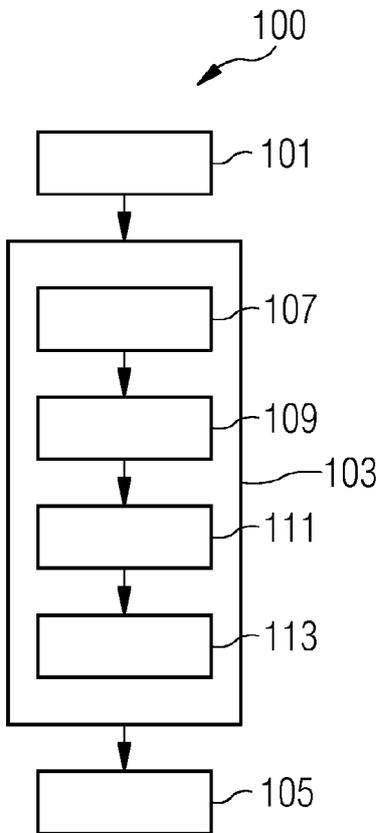


FIG 3

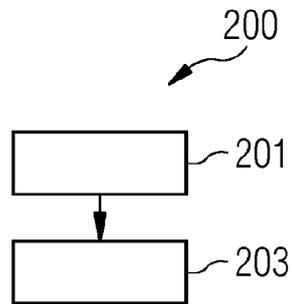
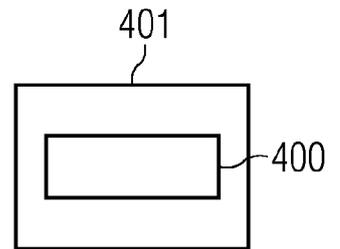


FIG 4





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 23 16 3656

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	WO 2016/086249 A1 (AIT AUSTRIAN INST TECHNOLOGY [AT]) 9. Juni 2016 (2016-06-09) * Seite 1, Absatz 1 * * Seite 1, Absatz 4 - Seite 2, Absatz 2 * * Seite 5, Absatz 2 - Seite 5, Absatz 5 * * Seite 6, Absatz 2 - Seite 8, Absatz 2 * * Seite 12, Absatz 2 - Seite 13, Absatz 3 * * Abbildungen 1-5 *	1-6, 13-15 7-12	INV. B61L25/02  ADD. B61L23/04
X	WO 2020/053598 A2 (RELIABLE DATA SYSTEMS INTERNATIONAL LTD [GB]) 19. März 2020 (2020-03-19) * Seite 1, Zeile 5 - Zeile 7 * * Seite 5, Zeile 18 - Seite 7, Zeile 24 * * Abbildungen 1-4 *	1, 2, 7, 13-15  3-6, 8-12	
X	EP 3 722 182 A1 (THALES MAN & SERVICES DEUTSCHLAND GMBH [DE]) 14. Oktober 2020 (2020-10-14) * Absätze [0001], [0008], [0031] - [0039], [0049] - [0053], [0095] - [0101] * * Abbildungen 1-7 *	1, 2, 8-15  3-7	RECHERCHIERTES SACHGEBIETE (IPC)  B61L
X	DE 10 2016 223435 A1 (SIEMENS AG [DE]) 30. Mai 2018 (2018-05-30) * Absätze [0009] - [0013], [0021], [0024], [0027] - [0035], [0038] - [0051] * * Abbildungen 1-6 *	1, 2, 8-15  3-7	
----- -/--			
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>München</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>25. Oktober 2023</b>	Prüfer <b>Massalski, Matthias</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	

1 EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 23 16 3656

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)
A	<p><b>FLORIAN TSCHOPP ET AL: "Experimental Comparison of Visual-Aided Odometry Methods for Rail Vehicles", ARXIV.ORG, CORNELL UNIVERSITY LIBRARY, 201 OLIN LIBRARY CORNELL UNIVERSITY ITHACA, NY 14853, 1. April 2019 (2019-04-01), XP081163450, DOI: 10.1109/LRA.2019.2897169 * das ganze Dokument *</b></p> <p>-----</p>	1,13-15	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>München</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>25. Oktober 2023</b>	Prüfer <b>Massalski, Matthias</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	

1  
EPO FORM 1503 03.82 (F04C03)

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

EP 23 16 3656

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.

25-10-2023

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
15	<b>WO 2016086249 A1</b>	<b>09-06-2016</b>	<b>AT 516553 A1</b> <b>EP 3227159 A1</b> <b>WO 2016086249 A1</b>	<b>15-06-2016</b> <b>11-10-2017</b> <b>09-06-2016</b>
20	<b>WO 2020053598 A2</b>	<b>19-03-2020</b>	<b>EP 3849872 A2</b> <b>GB 2577106 A</b> <b>US 2022032982 A1</b> <b>WO 2020053598 A2</b>	<b>21-07-2021</b> <b>18-03-2020</b> <b>03-02-2022</b> <b>19-03-2020</b>
25	<b>EP 3722182 A1</b>	<b>14-10-2020</b>	<b>AU 2020201541 A1</b> <b>CA 3074977 A1</b> <b>CN 111806520 A</b> <b>EP 3722182 A1</b> <b>US 2021094595 A1</b>	<b>29-10-2020</b> <b>12-10-2020</b> <b>23-10-2020</b> <b>14-10-2020</b> <b>01-04-2021</b>
30	<b>DE 102016223435 A1</b>	<b>30-05-2018</b>	<b>DE 102016223435 A1</b> <b>WO 2018095939 A1</b>	<b>30-05-2018</b> <b>31-05-2018</b>
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

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