

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
12. November 2020 (12.11.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/224862 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation: *B61L 25/02* (2006.01) *B61L 23/04* (2006.01)
- (72) Erfinder: **SCHÖNBERGER, Andreas**; Graf-Arnold-Str. 70, 96049 Bamberg (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2020/058314
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.
- (22) Internationales Anmeldedatum: 25. März 2020 (25.03.2020)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität: 10 2019 206 347.0
03. Mai 2019 (03.05.2019) DE
- (71) Anmelder: **SIEMENS MOBILITY GMBH** [DE/DE]; Otto-Hahn-Ring 6, 81739 München (DE).
- (84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,

(54) Title: METHOD AND COMPUTER PROGRAM PRODUCT FOR POSITION DETERMINATION OF RAIL-BOUND VEHICLES AND POSITION DETERMINATION SYSTEM AND RAIL-BOUND VEHICLE, IN PARTICULAR RAILWAY VEHICLE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND COMPUTER-PROGRAMM-PRODUKT ZUR POSITIONSBESTIMMUNG SPURGEBUNDENER FAHRZEUGE SOWIE POSITIONSBESTIMMUNGSSYSTEM UND SPURGEBUNDENES FAHRZEUG, INSBESONDERE SCHIENENFAHRZEUG

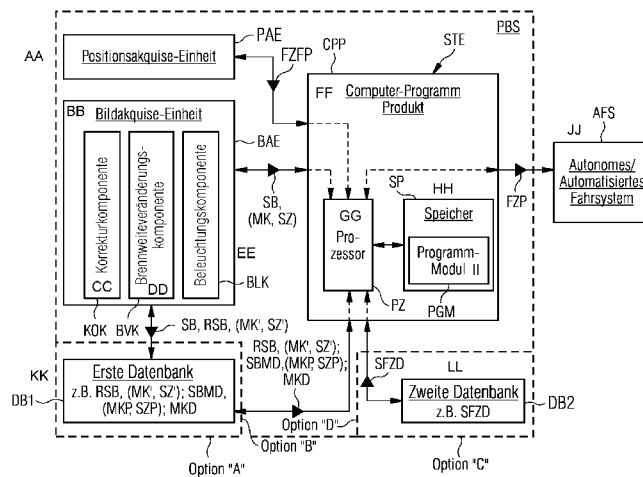


FIG 2

- AA Position acquisition unit
- BB Image acquisition unit
- CC Correction component
- DD Focal length modification component
- EE Illumination component
- FF Computer program product
- GG Processor
- HH Memory
- II Program module
- JJ Autonomous/automated driving system
- KK First database e.g. RSB (MK, SZ); SBMD, (MKP, SZP); MKD
- LL Second database e.g. SFZD

(57) Abstract: In order to be able to determine a vehicle position (FZP) of a rail-bound vehicle (FZ, SFZ) relative to a fixed position obtained by pre-locating and to do so with greater local accuracy, according to the invention the position of the vehicle is determined using a marking (MK, SZ) attached along a route (FST) of the rail-bound vehicle, and the marking position (MKP, SZP) of said marking, wherein - from a region of the route in which the marking is expected, a route image (SB) is captured from the perspective of the vehicle at a fixed vehicle position (FZFP) at a distance from from the marking position, - on the basis of the route image, at regular time



WO 2020/224862 A1

SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

intervals at a given vehicle speed, proceeding from the fixed vehicle position, it is iteratively evaluated for corresponding, differing and diminishing distances to the marking position how strongly an image section to be observed, which varies in relation to the marking position relative to the vehicle speed, deviates from a marking (MK', SZ') known according to the reference route images (RSB) with respect to the marking to be detected during the course of a combination of image calculation and image analysis for marking detection, carried out on the basis of the route image, the fixed vehicle position and the saved reference route images and additional data, - it is evaluated which image sections contain the smallest deviations and, according to said image section evaluation, the marking is detected by a consistent marking comparison and the vehicle position is thereby determined.

(57) Zusammenfassung: Um eine Fahrzeugposition (FZP) eines spurgebundenen Fahrzeugs (FZ, SFZ) relativ zu einer durch Vorverarbeitung gewonnenen Fixposition und lokal genauer bestimmen zu können, wird es vorgeschlagen, die Position des Fahrzeugs mit Hilfe einer entlang einer Fahrstrecke (FST) des spurgebundenen Fahrzeugs angebrachten Markierung (MK, SZ) und deren Markierungsposition (MKP, SZP) dadurch zu bestimmen, dass - von einem Bereich der Fahrstrecke, in dem die Markierung zu erwarten ist ein Streckenbild (SB) aus der Perspektive des Fahrzeugs an einer zu der Markierungsposition beabstandeten Fahrzeug-Fixposition (FZFP) erfasst wird, - auf der Basis des Streckenbildes in regelmäßigen Zeitabständen bei gegebener Fahrzeuggeschwindigkeit ausgehend von der Fahrzeug-Fixposition für dazu korrespondierende, unterschiedliche und kleiner werdende Abstände zur Markierungsposition iterativ bewertet wird, wie stark jeweils im Zuge einer dazu auf der Basis des Streckenbildes, der Fahrzeug-Fixposition und von gespeicherten Referenz-Streckenbildern (RSB) und weiterer Daten durchgeführten Kombination aus Bildberechnung und Bildanalyse zur Markierungserkennung ein zu betrachtender, sich in Bezug auf die Markierungsposition relativ zur Fahrzeuggeschwindigkeit verändernder Bildausschnitt bezüglich der zu erkennenden Markierung von einer gemäß den Referenz-Streckenbildern bekannten Markierung (MK', SZ') abweicht, - bewertet wird, welche Bildausschnitte die geringsten Abweichungen enthalten, und gemäß dieser Bildausschnittbewertung durch einen konsistenten Markierungsvergleich die Markierung erkannt wird und damit die Fahrzeugposition bestimmt ist.

Beschreibung

Verfahren und Computer-Programm-Produkt zur Positionsbestimmung spurgebundener Fahrzeuge sowie Positionsbestimmungssystem und Spurgebundenes Fahrzeug, insbesondere Schienenfahrzeug

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Positionsbestimmung spurgebundener Fahrzeuge gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1, ein Computer-Programm-Produkt zur Positionsbestimmung spurgebundener Fahrzeuge gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 5, ein Positionsbestimmungssystem gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 8 und ein Spurgebundenes Fahrzeug, insbesondere Schienenfahrzeug, gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 16.

Globale Positionsdaten, die z.B. mittels satellitengestützter Positionsbestimmungssysteme wie z.B. GPS, GALILEO oder GLONASS erfasst und in Gestalt von GPS-, GALILEO- oder GLONASS-Koordinaten vorliegen, spielen im Informationszeitalter mit der zentralen Bedeutung von Information als Rohstoff und Ware eine wichtige Rolle. So ist es z.B. für heutige und zukünftige Automatische Fahrsysteme mit denen "Automatisches Fahren" realisiert wird, Fahrassistenzsysteme wie z.B. Navigationssysteme oder ausschließliche Informationssysteme von essenzieller Bedeutung, dass die Positionsdaten oder Koordinaten möglichst genau oder exakt sein sollten. Jedoch haben derzeitige satellitengestützten Empfänger (z.B. GPS-Empfänger) lediglich eine Genauigkeit von mehreren Metern.

Selbst mit einem Differentiellen Globalen Positionierungssystem (Differential Global Positioning System, DGPS), bei dem zur Steigerung der Genauigkeit einer GNSS-Navigation (Global Navigation Satellite System) Korrekturdaten ausgestrahlt werden, lässt sich die angegebene Genauigkeit in der Regel nur auf 1-3 Meter verbessern. Beim DGPS-basierten Verfahren wird durch die Ausstrahlung der Korrekturdaten zwar eine Korrektur der ermittelten Position erreicht, aber es können aufgrund

der geringen Anzahl stationärer Korrektursender keine hochgenauen, ausreichend flächendeckende Korrekturdaten generiert werden.

5 Gewünscht ist aber häufig eine bessere Genauigkeit, idealerweise von nur wenigen Zentimetern.

Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe besteht darin, ein Verfahren und ein Computer-Programm-Produkt zur Positionsbestimmung spurgebundener Fahrzeuge sowie ein Positionsbestimmungssystem und ein Spurgebundenes Fahrzeug, insbesondere Schienenfahrzeug, anzugeben, mit dem die Position eines Fahrzeugs relativ zu einer durch Vorverortung gewonnenen Fixposition und lokal genauer bestimmt werden kann.

15

Diese Aufgabe wird ausgehend von dem im Oberbegriff des Patentanspruchs 1 definierten Verfahren zur Positionsbestimmung durch die im Kennzeichen des Patentanspruches 1 angegebenen Merkmale gelöst.

20

Darüber hinaus wird die Aufgabe ausgehend von dem im Oberbegriff des Patentanspruchs 5 definierten Computer-Programm-Produkt zur Positionsbestimmung durch die im Kennzeichen des Patentanspruches 5 angegebenen Merkmale gelöst.

25

Außerdem wird diese Aufgabe ausgehend von dem im Oberbegriff des Patentanspruchs 8 definierten Positionsbestimmungssystem durch die im Kennzeichen des Patentanspruches 8 angegebenen Merkmale gelöst.

30

Weiterhin wird die Aufgabe ausgehend von dem im Oberbegriff des Patentanspruchs 16 definierten Spurgebundenen Fahrzeug durch die im Kennzeichen des Patentanspruches 16 angegebenen Merkmale gelöst.

35

Die der Erfindung gemäß den unabhängigen Ansprüchen 1, 5, 8 und 16 zugrunde liegenden Idee besteht darin, die relative, lokale Bestimmung einer Position eines spurgebundenen Fahr-

zeugs, insbesondere eines Schienenfahrzeugs, mit Hilfe einer entlang einer Fahrstrecke des spurgebundenen Fahrzeugs angebrachten Markierung, insbesondere ein Signalzeichen, und deren Markierungsposition bzw. Signalzeichenposition dadurch zu
5 bestimmen, dass

- von einem Bereich der Fahrstrecke, in dem die Markierung zu erwarten ist ein Streckenbild aus der Perspektive des Fahrzeugs an einer zu der Markierungsposition beabstandeten Fahrzeug-Fixposition erfasst wird,

10 - auf der Basis des Streckenbildes in regelmäßigen Zeitabständen bei gegebener Fahrzeuggeschwindigkeit ausgehend von der Fahrzeug-Fixposition für dazu korrespondierende, unterschiedliche und kleiner werdende Abstände zur Markierungsposition iterativ bewertet wird, wie stark jeweils im Zuge einer dazu auf der Basis des Streckenbildes, der Fahrzeug-Fixposition, von gespeicherten Referenz-Streckenbildern, Streckenbild-Metadaten inklusive der Markierungsposition und
15 Markierungsdaten sowie von gespeicherten Strecken- und Fahrzeugdaten durchgeführten Kombination aus Bildberechnung und Bildanalyse zur Markierungserkennung ein zu betrachtender, sich in Bezug auf die Markierungsposition relativ zur Fahrzeuggeschwindigkeit verändernder Bildausschnitt bezüglich der zu erkennenden Markierung von einer gemäß den Referenz-Streckenbildern bekannten Markierung abweicht,

20 - bewertet wird, welche Bildausschnitte die geringsten Abweichungen enthalten, und gemäß dieser Bildausschnittbewertung durch einen konsistenten Markierungsvergleich die Markierung erkannt wird und damit die Fahrzeugposition bestimmt ist.

30 Die Fahrzeugposition wird also infolge einen konsistenten Markierungsvergleichs im Zuge Bildausschnittbewertung aus der sich daraus ergebenden Bildausschnittsposition bestimmt.

Als vorteilhaft im Sinne von einfach, kostengünstig und wirtschaftlich als Ausgangspunkt für die die relative, lokale Bestimmung der Position des spurgebundenen Fahrzeugs erweist es sich, wenn die Fahrzeug-Fixposition satellitengestützt bestimmt wird (Ansprüche 2 und 10).

Weiterhin ist es bei dem gegebenen Aufwand für die erfindungsgemäße Positionsbestimmung nützlich und auch zweckmäßig für die Weiterentwicklung für den Personen- und Güterverkehr mit spurgebundenen Fahrzeugen, wenn die im Zuge der Kombination aus Bildberechnung und Bildanalyse bestimmte Fahrzeugposition zur Unterstützung oder Umsetzung von Autonom/Automatisierten Fahren an ein Autonomes/Automatisiertes Fahrsystem AFS weitergegeben wird (Ansprüche 3, 6 und 11).

10

In diesem Fall ist es jedoch aus Sicherheitsaspekten nicht nur von Vorteil, sondern auch geboten, die im Zuge der Kombination aus Bildberechnung und Bildanalyse bestimmte Fahrzeugposition bei einem inkonsistenten Markierungsvergleich zu checken, um eine sichere konsistente Entscheidung bezüglich der zu bestimmenden Fahrzeugposition an das Autonomie/Automatisierte Fahrsystem zu übergeben (Ansprüche 4, 7 und 12).

15

20

Solche Sicherheitschecks sind zweckmäßig, angebracht und sinnvoll, weil es durchaus sein könnte, dass ein Rücklicht eines vorausfahrenden Fahrzeugs mit einem zu erkennenden roten Signalzeichen als Markierung für die Positionsbestimmung verwechselt werden kann. In diesem Fall kann zu Sicherheitszwecken "Keine Fahrzeugposition" als Ergebnis ausgegeben werden, um auf der sicheren Seite zu bleiben.

25

30

Weitere Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels der Erfindung anhand der FIGUREN 1 und 2. Diese zeigen:

FIGUR 1 Positionsbestimmung eines spurgebundenen Fahrzeugs, insbesondere Schienenfahrzeugs, im Fahrbetrieb;

35

FIGUR 2 einen prinzipiellen Aufbau eines Positionsbestimmungssystems für die gemäß der FIGUR 1 fahrzeug- und fahrbetriebsbasierte Positionsbestimmung.

FIGUR 1 zeigt die Positionsbestimmung eines Schienenfahrzeugs SFZ als spurgebundenes Fahrzeugs FZ im Fahrbetrieb, bei der eine Fahrzeugposition FZP des Fahrzeugs FZ, SFZ relativ zu einer durch Vorverortung gewonnenen Fixposition und lokal ge-
5 nauer bestimmt werden kann. Das Schienenfahrzeug SFZ, FZ - dargestellt ist in der FIGUR 1 ein Triebwagen TRW, der sich auf einer Fahrstrecke FST automatisiert gemäß einer Skala von Fahrerassistenzunterstützung, über Teilautomatisierung, weiter über Bedingte Automatisierung und Hochautomatisierung bis
10 hin zur Vollautomatisierung mit einer Fahrzeuggeschwindigkeit "[v]" bewegt - enthält für die Positionsbestimmung ein Positionsbestimmungssystem PBS, das sich in einem Triebführerstand TFS mit einer integrierte Anzeigeeinrichtung AZE für einen Fahrzeugführer FZF angeordnet ist.

15

Ausgehend von einer durch Vorverortung mittels satellitengestützter Positionsbestimmungsmethoden, wie z.B. GPS, GALILEO oder GLONASS, anhand von GPS-, GALILEO- und GLONASS-Koordinaten bestimmten Fahrzeug-Fixposition FZFP wird mit einer Bildakquise-Einheit BAE zum Erfassen von Bildern des Positionsbestimmungssystems PBS aus der Fahrzeugperspektive, die im Wesentlichen der Perspektive des Fahrzeugführers FZF entspricht, von einem Markierungserwartungsfahrstreckenbereich - d.h. einem Bereich der Fahrstrecke FST, in dem eine zu der
20 Fahrzeug-Fixposition FZFP beabstandete Markierung MK an einer Markierungsposition MKP, die z.B. ein Signalzeichen SZ an einer Signalzeichenposition SZP sein kann, erwartet wird - ein Streckenbild SB akquiriert.

25

Die Bildakquise-Einheit BAE des Positionsbestimmungssystems PBS kann dabei ein beliebiges Gerät zur Akquirierung und/oder Aufzeichnung von Einzel- oder Mehrfachbildern (Videos) sein, wie z.B. eine Bild- oder Videokamera, eine Lasersensor, eine Wärmebildkamera, eine Infrarotkamera oder eine Radar-
35 Einrichtung.

FIGUR 2 zeigt einen prinzipiellen Aufbau des Positionsbestimmungssystems PBS für die gemäß der FIGUR 1 fahrzeug- und

fahrbetriebsbasierte Positionsbestimmung der Fahrzeugposition FZP. Das Positionsbestimmungssystem PBS enthält dazu neben der bereits im Zusammenhang mit der Beschreibung der FIGUR 1 erwähnten Bildakquise-Einheit BAE zum Erfassen von Bildern
5 eine Positionsakquise-Einheit PAE zur Akquirierung von Fahrzeug-Fixpositionen und eine Steuereinheit STE.

Die Positionsakquise-Einheit PAE ist die Einheit des Positionsbestimmungssystem PBS, die satellitengestützt anhand der
10 GPS-, GALILEO- und GLONASS-Koordinaten die Fahrzeug-Fixposition FZFP bestimmt.

Die Steuereinheit STE wiederum enthält ein Computer-Programm-Produkt CPP zur Positionsbestimmung, das einen nicht-
15 flüchtigen, lesbaren Speicher SP, in dem prozessorlesbare Steuerprogrammbefehle eines die Positionsbestimmung durchführenden Programm-Moduls PGM gespeichert sind, und einen mit dem Speicher SP verbundenen Prozessor PZ, der die Steuerprogrammbefehle des Programm-Moduls PGM zur Positionsbestimmung
20 ausführt, aufweist.

Zum verbesserten und optimierten Erfassen von Bildern enthält die Bildakquise-Einheit BAE eine Korrekturkomponente KOK, die in die Auswertung des erfassten Bildmaterials Wetter- und
25 Helligkeitsdaten mit einbezieht, eine Brennweiteveränderungskomponente BVK, die in Abhängigkeit vom Abstand zu der Markierung MK, SZ den richtigen Aufnahmewinkel wählt, um so die mehrfache Auswertung der Markierung MK, SZ optimal zu unterstützen, und eine Beleuchtungskomponente BLK, die vorzugsweise als Scheinwerfer ausgebildet ist und die inner- oder außerhalb des menschlich sichtbaren Bereichs arbeitet.
30

Die Bildakquise-Einheit BAE ist zudem in vorteilhafter Weise schwenkbar ausgebildet, um den Winkel der Bildakquise-Einheit
35 BAE zur Markierung MK, SZ ausgleichen zu können. Im Hinblick auf die Sicherheitsrelevanz der Bildakquise-Einheit BAE sollte diese redundant vorhanden sein, um bei Beschädigung, Ausfall oder Verschmutzung den Betrieb zumindest eingeschränkt

zu ermöglichen. Zudem wäre es denkbar zwei oder mehrere dieser Bildakquise-Einheiten BAE parallel arbeiten zu lassen, um die Konfidenz der gewonnenen Daten zu erhöhen.

5 Die Positionsakquise-Einheit PAE, die Bildakquise-Einheit BAE und die das Computer-Programm-Produkt CPP zur Positionsbestimmung enthaltende Steuereinheit STE bilden eine gemeinsame Funktionseinheit zur relativen, lokalen Bestimmung der Fahrzeugposition FZP. Diese Funktionseinheit ist derart ausgebildet, dass in der Bildakquise-Einheit BAE gemäß der Darstellung in der FIGUR 1 und wie bei deren Beschreibung schon erwähnt an der zu der Markierungsposition MKP, SZP der Markierung MK, SZ beabstandeten Fahrzeug-Fixposition FZFP, aus der Fahrzeugperspektive das Streckenbild SB von dem Markierungserwartungsfahrstreckenbereich akquiriert wird.

Weiterhin ist die Funktionseinheit derart ausgebildet, dass in der Steuereinheit STE bzw. in dem Prozessor PZ des Computer-Programm-Produkts CPP

20 - auf der Basis des Streckenbildes SB in regelmäßigen Zeitabständen $t_0-t_1; \dots t_x$, so z.B. in einem Zeitabstand t_0-t_1 von 200ms ($t_0-t_1=200\text{ms}$) wie in der FIGUR 1 dargestellt, bei der gegebenen Fahrzeuggeschwindigkeit "[v]" ausgehend von der Fahrzeug-Fixposition FZFP für dazu korrespondierende, unterschiedliche und kleiner werdende Abstände $s_0; s_1; \dots s_x$ zur Markierungsposition MKP, SZP (vgl. FIGUR 1) -

eine iterative Bewertung durchgeführt wird. Dabei wird jeweils im Zuge einer dazu in der Steuereinheit STE bzw. in dem Prozessor PZ des Computer-Programm-Produkts CPP

30 - auf der Basis des von der Bildakquise-Einheit BAE erhaltenen Streckenbildes SB, der von der Positionsakquise-Einheit PAE erhaltenen Fahrzeug-Fixposition FZFP, von in einer ersten Datenbank DB1 gespeicherten und von dieser erhaltenen Referenz-Streckenbildern RSB, Streckenbild-Metadaten SBMD inklusive der Markierungsposition MKP, SZP und Markierungsdaten MKD sowie von in einer zweiten Datenbank DB2 gespeicherten und von dieser erhaltenen Strecken- und Fahrzeugdaten SFZD -

durchgeführten Kombination aus Bildberechnung und Bildanalyse zur Markierungserkennung bewertet, wie stark ein zu betrachtender, sich in Bezug auf die Markierungsposition MKP, SZP relativ zur Fahrzeuggeschwindigkeit verändernder Bildausschnitt des Streckenbildes SB bezüglich der zu erkennenden Markierung MK, SZ von einer gemäß den Referenz-Streckenbildern RSB bekannten Markierung MK', SZ' abweicht.

Die Streckenbild-Metadaten SBMD weisen dabei vorzugsweise für den Vergleich zwischen den Referenz-Streckenbildern und dem Streckenbild bzw. dem daraus jeweils berechneten Bild der bei der zur Positionsbestimmung durchgeführten Kombination aus Bildberechnung und Bildanalyse durch einen Experten markiertes und bewertetes Bildmaterial mit gegebenenfalls weiteren Metadaten und Kalibrierungsbildern auf, um die Markierung MK, SZ erkennen zu können. Dabei wird das experten-markierte Bildmaterial verwendet, um den relevanten Bildausschnitt möglichst genau festzulegen und auch zwischen relevanten und irrelevanten Markierungen (z.B. einer Nebenstrecke) unterscheiden zu können.

Gegebenenfalls können Expertenmarkierungen auch durch Standardangaben ersetzt werden, z.B. Standardangaben zu einer sogenannten Vormarkierung.

Bei der in der Steuereinheit STE bzw. in dem Prozessor PZ durchgeführten Kombination aus Bildberechnung und Bildanalyse werden eventuell auftretende Verzerrungen des Streckenbildes SB, falls die gespeicherte Referenz-Streckenbilder RSB nicht exakt an der gleichen Stelle aufgenommen wurden wie das im Fahrbetrieb aufgenommenen Streckenbild SB durch Positionsausgleich berücksichtigt.

Für die in der Steuereinheit STE bzw. in dem Prozessor PZ durchgeführte Kombination aus Bildberechnung und Bildanalyse greift die Steuereinheit STE bzw. der Prozessor PZ auf die erste Datenbank DB1 und/oder die zweite Datenbank DB2 zu. Die erste Datenbank DB1 und/oder die zweite Datenbank DB2 sind

entweder Bestandteil des Positionsbestimmungssystems PBS (Option "A" für DB1 bzw. Option "C" für DB2) oder dem Positionsbestimmungssystem PBS für diese Zugriffe zugeordnet (Option "B" für DB1 bzw. Option "D" für DB2).

5

Die erste Datenbank DB1 enthält die Referenz-Streckenbilder RSB inklusive eventueller Kalibrierungsbilder, die Streckenbild-Metadaten SBMD, wie z.B. bezüglich der Streckenbilder die genaue Position deren Aufnahme inklusive Informationen über die Fahrstrecke bzw. das Gleis, gegebenenfalls den Winkel der Aufnahme und die Markierungsdaten MKD inklusive Metadaten wie z.B. den Typ der Markierung bzw. des Signalzeichens. Diese Daten können vorzugsweise wie folgt erfasst werden:

15 Zunächst statisch in Erprobungsfahrten oder durch gezielte Aufnahmen durch Aufnahmepersonal. Und danach in einer Erweiterung dynamisch, bei der das Bildmaterial in der ersten Datenbank DB1 regelmäßig durch die während der Fahrten neu aufgenommenen Streckenbilder SB ergänzt wird.

20

Die zweite Datenbank DB2 enthält die Strecken- und Fahrzeugdaten SFZD, die z.B. die genauen Daten über die Fahrstrecke FST, z.B. die genaue Position des Gleises, die Position der Markierung MK, MK' bzw. des Signalzeichens SZ, SZ' die Montageposition der Positionsakquise-Einheit PAE bzw. des GPS/GALILEO-/GLONASS-Empfängers, die Montagepositionen und Auflösungen der Bildakquise-Einheit BAE etc. in dem Fahrzeug FZ, SFZ umfassen.

30 Darüber hinaus ist die Funktionseinheit derart ausgebildet, dass in der Steuereinheit STE bzw. in dem Prozessor PZ des Computer-Programm-Produkts CPP bewertet wird, welche Bildausschnitte die geringsten Abweichungen enthalten, und gemäß dieser Bildausschnittbewertung die Markierung MK, SZ durch einen konsistenten Vergleich der Markierungen MK, SZ, MK', SZ' erkannt wird, wobei wegen einer durch eine Gesamtzeit "[t]" $\{[t]=[t_0-t_x]$ in der FIGUR 1} der Zeitabstände und der Fahrzeuggeschwindigkeit "[v]" gemäß der

35

physikalischen "[s]=[v]x[t]"-Beziehung gegebenen Strecke
"[s]" {[s]=[s₀-s_x] in der FIGUR 1} zwischen der bekannten
Fahrzeug-Fixposition FZFP und der Position der erkannten Mar-
kierung MK, SZ die Position der erkannten Markierung MK, SZ
5 gegeben und damit die Fahrzeugposition FZP bestimmt ist.

Die Fahrzeugposition wird also infolge einen konsistenten
Markierungsvergleichs im Zuge der Bildausschnittbewertung aus
der sich hierbei ergebenden Bildausschnittposition bestimmt.
10

Abschließend ist die Funktionseinheit in vorteilhafter Weise
noch derart ausgebildet, dass die Steuereinheit STE bzw. der
Prozessor PZ des das Computer-Programm-Produkts CPP
die im Zuge der Kombination aus Bildberechnung und Bildanaly-
15 se bestimmte Fahrzeugposition FZP zur Unterstützung oder Um-
setzung von Autonomen/Automatisierten Fahren an ein Autono-
mes/Automatisiertes Fahrsystem AFS weitergegeben wird.

Dabei ist die Steuereinheit STE bzw. der Prozessor PZ noch
20 zusätzlich derart ausgebildet, dass die im Zuge der Kombina-
tion aus Bildberechnung und Bildanalyse bestimmte Fahrzeugpo-
sition FZP bei einem inkonsistenten Markierungsvergleich ge-
checkt wird, um eine sichere konsistente Entscheidung bezüg-
lich der zu bestimmenden Fahrzeugposition FZP an das Autono-
25 me/Automatisierte Fahrsystem AFS zu übergeben.

Solche Sicherheitschecks sind zweckmäßig, angebracht und
sinnvoll, weil es durchaus sein könnte, dass ein Rücklicht
eines vorausfahrenden Fahrzeugs mit einem zu erkennenden ro-
30 ten Signalzeichen als Markierung für die Positionsbestimmung
verwechselt werden kann. In diesem Fall kann zu Sicherheits-
zwecken "Keine Fahrzeugposition" als Ergebnis ausgegeben wer-
den, um auf der sicheren Seite zu bleiben.

35 Das Autonome/Automatisierte Fahrsystem AFS ist dabei, wenn,
wie in der FIGUR 1 dargestellt, sich der Triebwagen TRW des
spurgebundenen Fahrzeugs FZ, SFZ auf der Fahrstrecke FST au-
tomatisiert bewegt, wie das Positionsbestimmungssystem PBS in

dem Triebführerstand TFS des spurgebundenen Fahrzeugs FZ, SFZ angeordnet.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Positionsbestimmung eines spurgebundenen
Fahrzeugs (FZ), insbesondere eines Schienenfahrzeugs (SFZ),
5 bei dem entlang einer Fahrstrecke (FST) des spurgebundenen
Fahrzeugs (FZ, SFZ), insbesondere wenn dieses auf der Fahr-
strecke (FST) automatisiert fahren soll, eine Markierung (MK)
an einer Markierungsposition (MKP), insbesondere ein Signal-
zeichen (SZ) an einer Signalzeichenposition (SZP), angebracht
10 ist,
dadurch gekennzeichnet, dass
für die relative, lokale Bestimmung einer Fahrzeugposition
(FZP)
a) an einer zu der Markierungsposition (MKP, SZP) der Markie-
15 rung (MK, SZ) beabstandeten Fahrzeug-Fixposition (FZFP), aus
der Fahrzeugperspektive ein Streckenbild (SB) von einem Mar-
kierungserwartungsfahrstreckenbereich - d.h. einem Bereich
der Fahrstrecke (FST), in dem die Markierung (MK, SZ) zu er-
warten ist - akquiriert wird,
20 b) auf der Basis des Streckenbildes (SB) in regelmäßigen
Zeitabständen, insbesondere von 200ms, bei gegebener Fahr-
zeuggeschwindigkeit ausgehend von der Fahrzeug-Fixposition
(FZFP) für dazu korrespondierende, unterschiedliche und klei-
ner werdende Abstände zur Markierungsposition (MKP, SZP) ite-
25 rativ bewertet wird, wie stark jeweils im Zuge einer dazu auf
der Basis des Streckenbildes (SB), der Fahrzeug-Fixposition
(FZFP), von gespeicherten Referenz-Streckenbildern (RSB),
Streckenbild-Metadaten (SBMD) inklusive der Markierungsposi-
tion (MKP, SZP) und Markierungsdaten (MKD) sowie von gespei-
30 cherten Strecken- und Fahrzeugdaten (SFZD) durchgeführten
Kombination aus Bildberechnung und Bildanalyse zur Markie-
rungserkennung ein zu betrachtender, sich in Bezug auf die
Markierungsposition (MKP, SZP) relativ zur Fahrzeuggeschwin-
digkeit verändernder Bildausschnitt bezüglich der zu erken-
35 nenden Markierung (MK, SZ) von einer gemäß den Referenz-
Streckenbildern (RSB) bekannten Markierung (MK', SZ') ab-
weicht,

c) bewertet wird, welche Bildausschnitte die geringsten Abweichungen enthalten, und gemäß dieser Bildausschnittbewertung die Markierung (MK, SZ) durch einen konsistenten Vergleich der Markierungen (MK, SZ, MK', SZ') erkannt wird, wobei wegen einer durch eine Gesamtzeit "[t]" der Zeitabstände und eine Fahrzeuggeschwindigkeit "[v]" gemäß der physikalischen " $s = v \times t$ "-Beziehung gegebenen Strecke "[s]" zwischen der bekannten Fahrzeug-Fixposition (FZFP) und der Position der erkannten Markierung (MK, SZ) die Position der erkannten Markierung (MK, SZ) gegeben und damit die Fahrzeugposition (FZP) bestimmt ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Fahrzeug-Fixposition (FZFP) satellitengestützt bestimmt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die im Zuge der Kombination aus Bildberechnung und Bildanalyse bestimmte Fahrzeugposition (FZP) zur Unterstützung oder Umsetzung von Autonomen/Automatisierten Fahren an ein Autonomes/Automatisiertes Fahrsystem (AFS) weitergegeben wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die im Zuge der Kombination aus Bildberechnung und Bildanalyse bestimmte Fahrzeugposition (FZP) bei einem inkonsistenten Markierungsvergleich gecheckt wird, um eine sichere konsistente Entscheidung bezüglich der zu bestimmenden Fahrzeugposition (FZP) an das Autonome/Automatisierte Fahrsystem (AFS) zu übergeben.

5. Computer-Programm-Produkt (CPP) zur Positionsbestimmung eines spurgebundenen Fahrzeugs (FZ), insbesondere eines Schienenfahrzeugs (SFZ), mit einem nicht-flüchtigen, lesbaren Speicher (SP), in dem prozessorlesbare Steuerprogrammbefehle eines die Positionsbestimmung durchführenden Programm-Moduls

(PGM) gespeichert sind, und ein mit dem Speicher (SP) verbundener Prozessor (PZ), der die Steuerprogrammbefehle des Programm-Moduls (PGM) zur Positionsbestimmung ausführt, wobei für die Positionsbestimmung entlang einer Fahrstrecke (FST) des spurgebundenen Fahrzeugs (FZ, SFZ), insbesondere wenn dieses auf der Fahrstrecke (FST) automatisiert fahren soll, eine Markierung (MK) an einer Markierungsposition (MKP), insbesondere ein Signalzeichen (SZ) an einer Signalzeichenposition (SZP), angebracht ist,

5

10 dadurch gekennzeichnet, dass

der Prozessor (PZ) und das Programm-Modul (PGM) für die relative, lokale Bestimmung einer Fahrzeugposition (FZP) derart ausgebildet sind und der Prozessor (PZ) die Steuerprogrammbefehle des Programm-Moduls (PGM) hierfür derart ausführt, dass

15 a) auf der Basis eines an einer zu der Markierungsposition (MKP, SZP) der Markierung (MK, SZ) beabstandeten Fahrzeug-Fixposition (FZFP), aus der Fahrzeugperspektive von einem Markierungserwartungsfahrstreckenbereich - d.h. einem Bereich der Fahrstrecke (FST), in dem die Markierung (MK, SZ) zu erwarten ist - akquirierten und dem Prozessor (PZ) zugeführten Streckenbildes (SB) in regelmäßigen Zeitabständen, insbesondere von 200ms, bei gegebener Fahrzeuggeschwindigkeit ausgehend von der Fahrzeug-Fixposition (FZFP) für dazu korrespondierende, unterschiedliche und kleiner werdende Abstände zur

20 Markierungsposition (MKP, SZP) iterativ bewertet wird, wie stark jeweils im Zuge einer dazu auf der Basis des Streckenbildes (SB), der Fahrzeug-Fixposition (FZFP), von gespeicherten Referenz-Streckenbildern (RSB), Streckenbild-Metadaten (SBMD) inklusive der Markierungsposition (MKP, SZP) und Markierungsdaten (MKD) sowie von gespeicherten Strecken- und

25 Fahrzeugdaten (SFZD) durchgeführten Kombination aus Bildberechnung und Bildanalyse zur Markierungserkennung ein zu betrachtender, sich in Bezug auf die Markierungsposition (MKP, SZP) relativ zur Fahrzeuggeschwindigkeit verändernder Bild-

30 ausschnitt bezüglich der zu erkennenden Markierung (MK, SZ) von einer gemäß den Referenz-Streckenbildern (RSB) bekannten Markierung (MK', SZ') abweicht,

35

b) bewertet wird, welche Bildausschnitte die geringsten Abweichungen enthalten, und gemäß dieser Bildausschnittbewertung die Markierung (MK, SZ) durch einen konsistenten Vergleich der Markierungen (MK, SZ, MK', SZ') erkannt wird, wobei wegen einer durch eine Gesamtzeit "[t]" der Zeitabstände und eine Fahrzeuggeschwindigkeit "[v]" gemäß der physikalischen "[s]=[v]x[t]"-Beziehung gegebenen Strecke "[s]" zwischen der bekannten Fahrzeug-Fixposition (FZFP) und der Position der erkannten Markierung (MK, SZ) die Position der erkannten Markierung (MK, SZ) gegeben und damit die Fahrzeugposition (FZP) bestimmt ist.

6. Computer-Programm-Produkt (CPP) nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Prozessor (PZ) und das Programm-Modul (PGM) derart ausgebildet sind, dass die im Zuge der Kombination aus Bildberechnung und Bildanalyse bestimmte Fahrzeugposition (FZP) zur Unterstützung oder Umsetzung von Autonomen/Automatisierten Fahren an ein Autonomes/Automatisiertes Fahrsystem (AFS) weitergegeben wird.

7. Computer-Programm-Produkt (CPP) nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Prozessor (PZ) und das Programm-Modul (PGM) derart ausgebildet sind, dass die im Zuge der Kombination aus Bildberechnung und Bildanalyse bestimmte Fahrzeugposition (FZP) bei einem inkonsistenten Markierungsvergleich gecheckt wird, um eine sichere konsistente Entscheidung bezüglich der zu bestimmenden Fahrzeugposition (FZP) an das Autonome/Automatisierte Fahrsystem (AFS) zu übergeben.

8. Positionsbestimmungssystem (PBS) für ein spurgebundenen Fahrzeug (FZ), insbesondere für ein Schienenfahrzeug (SFZ), bei dem entlang einer Fahrstrecke (FST) des spurgebundenen Fahrzeugs (FZ, SFZ), insbesondere wenn dieses auf der Fahrstrecke (FST) automatisiert fahren soll, eine Markierung (MK) an einer Markierungsposition (MKP), insbesondere ein Signal-

zeichen (SZ) an einer Signalzeichenposition (SZP), angebracht ist,

gekennzeichnet durch

eine Positionsakquise-Einheit (PAE) zur Akquirierung von

5 Fahrzeug-Fixpositionen, eine Bildakquise-Einheit (BAE) zum Erfassen von Bildern und eine Steuereinheit (STE), die ein Computer-Programm-Produkt (CPP) zur Positionsbestimmung mit einem nicht-flüchtigen, lesbaren Speicher (SP), in dem prozessorlesbare Steuerprogrammbefehle eines die Positionsbestimmung durchführenden Programm-Moduls (PGM) gespeichert sind, und einem mit dem Speicher (SP) verbundenen Prozessor (PZ), der die Steuerprogrammbefehle des Programm-Moduls (PGM) zur Positionsbestimmung ausführt, enthält, wobei die Positionsakquise-Einheit (PAE), die Bildakquise-Einheit (BAE) und die Steuereinheit (STE) eine gemeinsame Funktionseinheit zur relativen, lokalen Bestimmung einer Fahrzeugposition (FZP) derart bilden, dass

15 **a)** in der Bildakquise-Einheit (BAE) an einer zu der Markierungsposition (MKP, SZP) der Markierung (MK, SZ) beabstandeten Fahrzeug-Fixposition (FZFP), aus der Fahrzeugperspektive ein Streckenbild (SB) von einem Markierungserwartungsfahrstreckenbereich - d.h. einem Bereich der Fahrstrecke (FST), in dem die Markierung (MK, SZ) zu erwartet ist - akquiriert wird,

25 **b)** in der Steuereinheit (STE) auf der Basis des Streckenbildes (SB) in regelmäßigen Zeitabständen, insbesondere von 200ms, bei gegebener Fahrzeuggeschwindigkeit ausgehend von der Fahrzeug-Fixposition (FZFP) für dazu korrespondierende, unterschiedliche und kleiner werdende Abstände zur Markierungsposition (MKP, SZP) iterativ bewertet wird, wie stark jeweils im Zuge einer dazu in der Steuereinheit (STE) auf der Basis des Streckenbildes (SB), der Fahrzeug-Fixposition (FZFP), von in einer ersten Datenbank (DB1) gespeicherten Referenz-Streckenbildern (RSB), Streckenbild-Metadaten (SBMD) 30 inklusive der Markierungsposition (MKP, SZP) und Markierungsdaten (MKD) sowie von in einer zweiten Datenbank (DB2) gespeicherten Strecken- und Fahrzeugdaten (SFZD) durchgeführten Kombination aus Bildberechnung und Bildanalyse zur Markie-

5 rungserkennung ein zu betrachtender, sich in Bezug auf die Markierungsposition (MKP, SZP) relativ zur Fahrzeuggeschwindigkeit verändernder Bildausschnitt bezüglich der zu erkennenden Markierung (MK, SZ) von einer gemäß den Referenz-

10 Streckenbildern (RSB) bekannten Markierung (MK', SZ') abweicht,
c) in der Steuereinheit (STE) bewertet wird, welche Bildausschnitte die geringsten Abweichungen enthalten, und gemäß dieser Bildausschnittbewertung die Markierung (MK, SZ) durch
15 einen konsistenten Vergleich der Markierungen (MK, SZ, MK', SZ') erkannt wird, wobei wegen einer durch eine Gesamtzeit "[t]" der Zeitabstände und eine Fahrzeuggeschwindigkeit "[v]" gemäß der physikalischen " $s=[v] \times [t]$ "-Beziehung gegebenen Strecke "[s]" zwischen der bekannten Fahrzeug-Fixposition
20 (FZFP) und der Position der erkannten Markierung (MK, SZ) die Position der erkannten Markierung (MK, SZ) gegeben und damit die Fahrzeugposition (FZP) bestimmt ist.

9. Positionsbestimmungssystem (PBS) nach Anspruch 8,
25 dadurch gekennzeichnet, dass die erste Datenbank (DB1) und/oder die zweite Datenbank (DB2) entweder Bestandteil des Positionsbestimmungssystems (PBS) oder dem Positionsbestimmungssystem (PBS) für Zugriffe zugeordnet sind/ist.

10. Positionsbestimmungssystem (PBS) nach Anspruch 8 oder 9,
30 dadurch gekennzeichnet, dass die Positionsakquise-Einheit (PAE) derart ausgebildet ist, dass die Fahrzeug-Fixposition (FZFP) satellitengestützt akquiriert wird.

11. Positionsbestimmungssystem (PBS) nach Anspruch 8, 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit (STE) derart ausgebildet ist, dass die im
35 Zuge der Kombination aus Bildberechnung und Bildanalyse bestimmte Fahrzeugposition (FZP) zur Unterstützung oder Umsetzung von Autonomen/Automatisierten Fahren an ein Autonomes/Automatisiertes Fahrsystem (AFS) weitergegeben wird.

12. Positionsbestimmungssystem (PBS) nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Steuereinheit (STE) derart ausgebildet ist, dass die im
5 Zuge der Kombination aus Bildberechnung und Bildanalyse be-
stimmte Fahrzeugposition (FZP) bei einem inkonsistenten Mar-
kierungsvergleich gecheckt wird, um eine sichere konsistente
Entscheidung bezüglich der zu bestimmenden Fahrzeugposition
(FZP) an das Autonome/Automatisierte Fahrsystem (AFS) zu
10 übergeben.

13. Positionsbestimmungssystem (PBS) nach einem der Ansprüche
8 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass
die Bildakquise-Einheit (BAE) eine Korrekturkomponente (KOK)
15 aufweist, die in die Auswertung des Bildmaterials Wetter- und
Helligkeitsdaten mit einbezieht.

14. Positionsbestimmungssystem (PBS) nach einem der Ansprüche
8 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass
20 die Bildakquise-Einheit (BAE) eine Brennweiteveränderungskom-
ponente (BVK) aufweist, die in Abhängigkeit vom Abstand zu
der Markierung (MK, SZ) den richtigen Aufnahmewinkel wählt,
um so die mehrfache Auswertung der Markierung (MK, SZ) opti-
mal zu unterstützen.

25
15. Positionsbestimmungssystem (PBS) nach einem der Ansprüche
8 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass
die Bildakquise-Einheit (BAE) eine Beleuchtungskomponente
(BLK), insbesondere einen Scheinwerfer, die inner- oder au-
30 ßerhalb des menschlich sichtbaren Bereichs arbeitet, auf-
weist.

16. Spurgebundenes Fahrzeug (FZ), insbesondere Schienenfahr-
zeug (SFZ), insbesondere mit einem Autonomen/Automatisierten
35 Fahrsystem (AFS) zur Unterstützung oder Umsetzung des Autono-
men/Automatisierten Fahrens,
gekennzeichnet durch

ein Positionsbestimmungssystem (PBS) nach einem der Ansprüche 8 bis 15 zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 4.

FIG 1

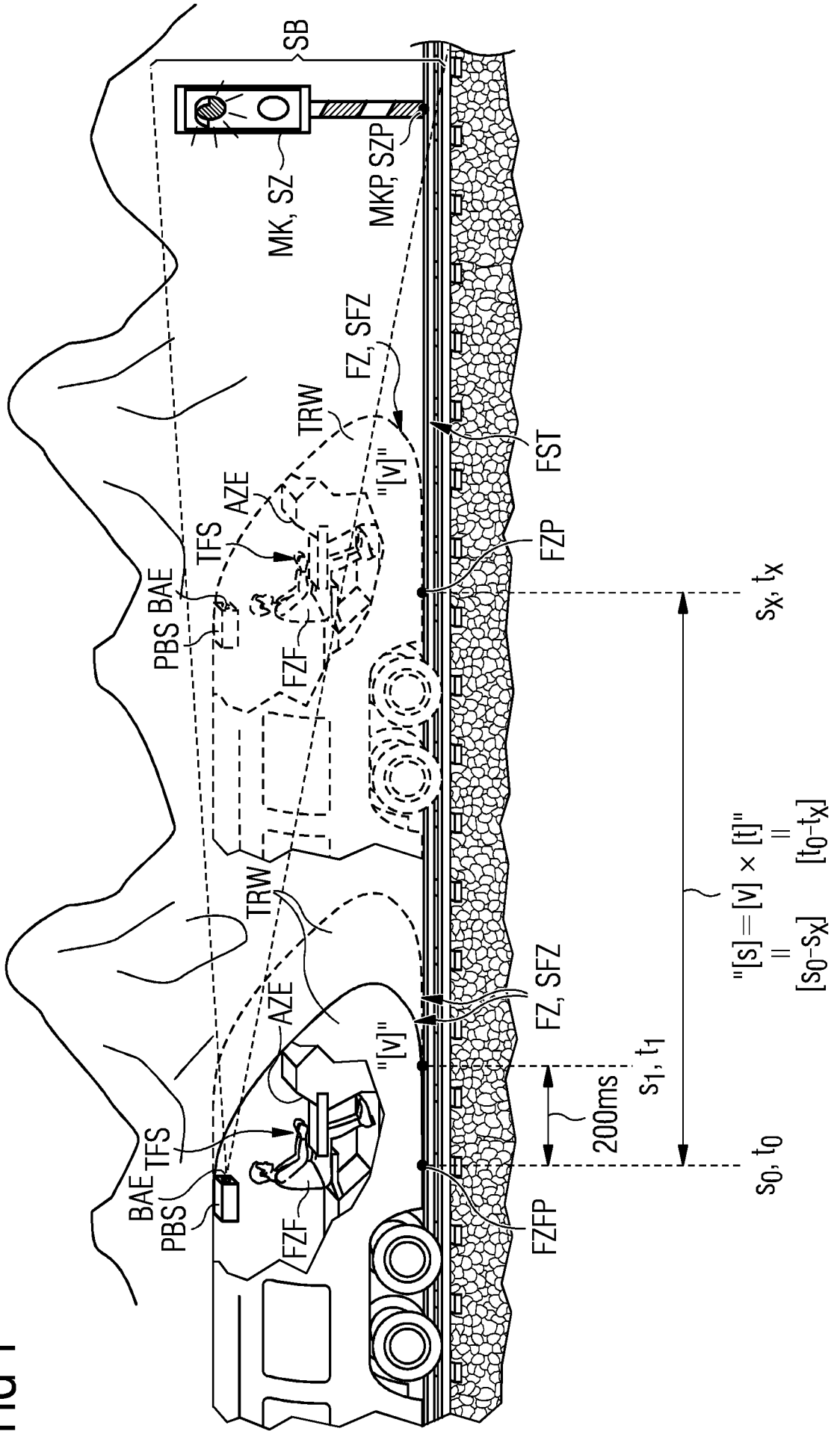
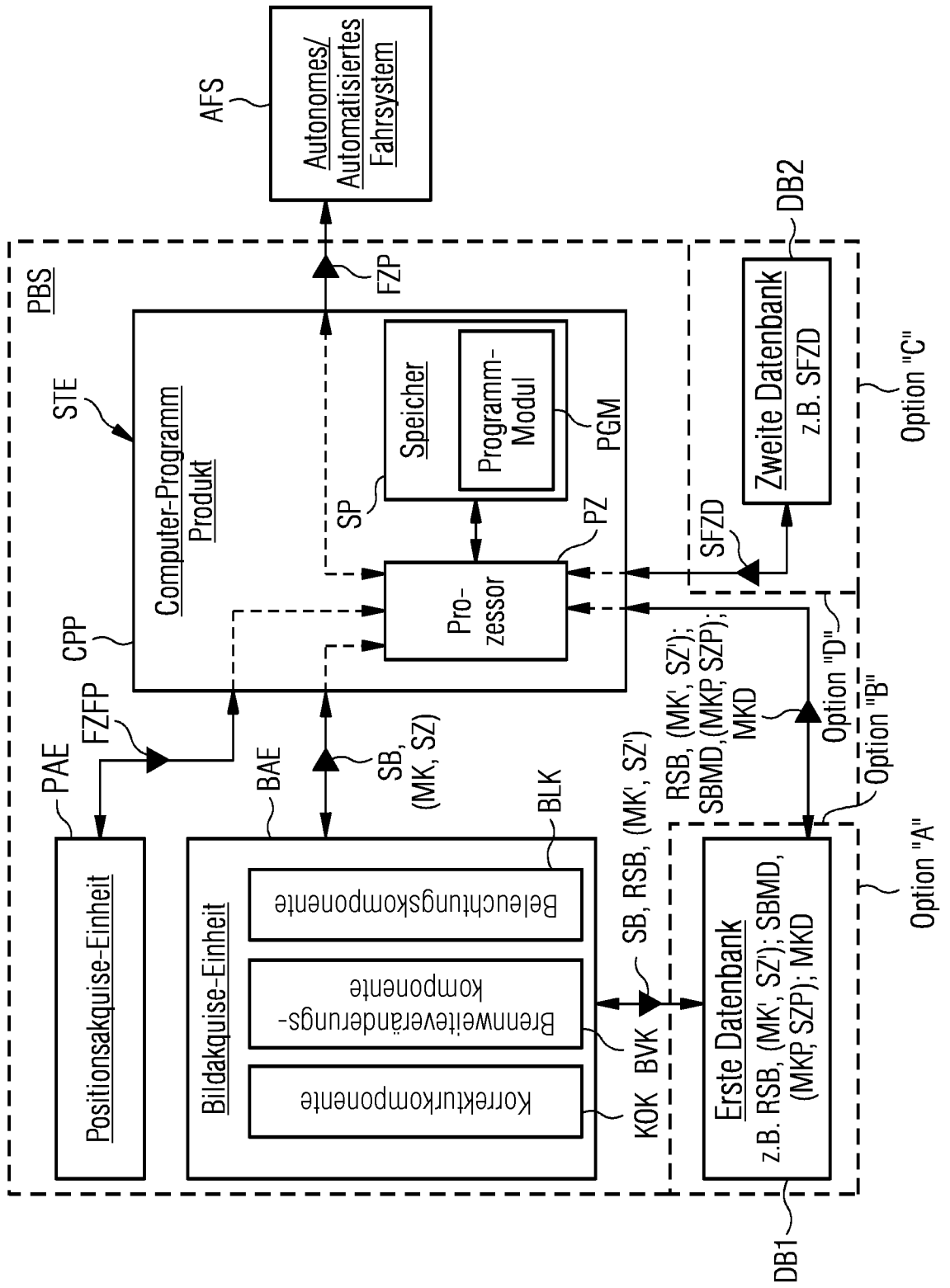


FIG 2



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2020/058314

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>B61L 25/02</i> (2006.01)i; <i>B61L 23/04</i> (2006.01)n According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) B61L Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2018104427 A1 (SIEMENS AG [DE]) 14 June 2018 (2018-06-14) page 4, line 11 - page 8, line 29 page 9, line 16 - page 16, line 34 figures 1-2	1-16
A	EP 3415400 A1 (SIEMENS AG [DE]) 19 December 2018 (2018-12-19) paragraphs [0003], [0006] - [0009], [0011] - [0018]; figures 1,2	1-16
A	DE 102007028325 A1 (DEUTSCH ZENTR LUFT & RAUMFAHRT [DE]) 18 December 2008 (2008-12-18) paragraphs [0008] - [0013], [0028] - [0034]; figures 1-3	1-16
A	WO 2007091072 A1 (SHENTON RICHARD [GB]) 16 August 2007 (2007-08-16) page 2, line 1 - page 4, line 11 page 5, line 4 - page 5, line 26 page 6, line 29 - page 7, line 16 page 12, line 13 - page 12, line 26 figures 1-2	1-16
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>“&” document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search 04 July 2020		Date of mailing of the international search report 20 July 2020
Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer Massalski, Matthias Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2020/058314

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 102006007788 A1 (SIEMENS AG [DE]) 30 August 2007 (2007-08-30) paragraphs [0008], [0027] - [0030]; figure 1	1-16

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2020/058314

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
WO	2018104427	A1	14 June 2018	NONE			
EP	3415400	A1	19 December 2018	NONE			
DE	102007028325	A1	18 December 2008	NONE			
WO	2007091072	A1	16 August 2007	EP	1981748	A1	22 October 2008
				WO	2007091072	A1	16 August 2007
DE	102006007788	A1	30 August 2007	DE	102006007788	A1	30 August 2007
				WO	2007096273	A1	30 August 2007

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. B61L25/02 ADD. B61L23/04		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTER GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) B61L		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 2018/104427 A1 (SIEMENS AG [DE]) 14. Juni 2018 (2018-06-14) Seite 4, Zeile 11 - Seite 8, Zeile 29 Seite 9, Zeile 16 - Seite 16, Zeile 34 Abbildungen 1-2 -----	1-16
A	EP 3 415 400 A1 (SIEMENS AG [DE]) 19. Dezember 2018 (2018-12-19) Absätze [0003], [0006] - [0009], [0011] - [0018]; Abbildungen 1,2 -----	1-16
A	DE 10 2007 028325 A1 (DEUTSCH ZENTR LUFT & RAUMFAHRT [DE]) 18. Dezember 2008 (2008-12-18) Absätze [0008] - [0013], [0028] - [0034]; Abbildungen 1-3 ----- -/--	1-16
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
4. Juli 2020		20/07/2020
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Massalski, Matthias

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 2007/091072 A1 (SHENTON RICHARD [GB]) 16. August 2007 (2007-08-16) Seite 2, Zeile 1 - Seite 4, Zeile 11 Seite 5, Zeile 4 - Seite 5, Zeile 26 Seite 6, Zeile 29 - Seite 7, Zeile 16 Seite 12, Zeile 13 - Seite 12, Zeile 26 Abbildungen 1-2 -----	1-16
A	DE 10 2006 007788 A1 (SIEMENS AG [DE]) 30. August 2007 (2007-08-30) Absätze [0008], [0027] - [0030]; Abbildung 1 -----	1-16

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2020/058314

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2018104427 A1	14-06-2018	KEINE	
EP 3415400 A1	19-12-2018	KEINE	
DE 102007028325 A1	18-12-2008	KEINE	
WO 2007091072 A1	16-08-2007	EP 1981748 A1 WO 2007091072 A1	22-10-2008 16-08-2007
DE 102006007788 A1	30-08-2007	DE 102006007788 A1 WO 2007096273 A1	30-08-2007 30-08-2007