

(12)

Gebrauchsmusterschrift

(21) Anmeldenummer: GM 8009/2021
(22) Anmeldetag: 16.12.2019
(24) Beginn der Schutzdauer: 15.02.2022
(45) Veröffentlicht am: 15.02.2022

(51) Int. Cl.: **B61L 25/02** (2006.01)

(67) Umwandlung von A 402/2019

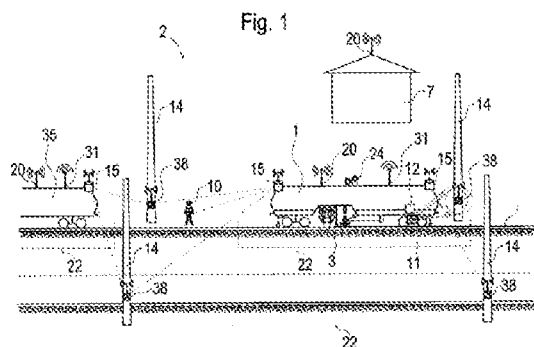
(56) Entgegenhaltungen:
CN 107600116 A
US 2017282944 A1
US 2016121912 A1

(73) Gebrauchsmusterinhaber:
Plasser & Theurer Export von
Bahnbaumaschinen Gesellschaft m. b. H.
1010 Wien (AT)

(74) Vertreter:
Haas Franz Dipl.Ing.
1010 Wien (AT)

(54) **Verfahren und Überwachungssystem zur Ermittlung einer Position eines Schienenfahrzeugs**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Ermittlung einer Position eines Schienenfahrzeugs (1), welches sich auf einem Gleis (8) bewegt, mittels eines optischen Messsystems (5), das ein Stereokamerasystem (11) und eine Auswerteeinrichtung (12) umfasst, wobei mittels des Stereokamerasystems (11) ein Bildpaar von einem Referenzpunkt (13) in einer seitlichen Umgebung des Gleises (8) aufgenommen wird und wobei mittels Photogrammetrie die Position des Schienenfahrzeugs (1) in Bezug auf den Referenzpunkt (13) ermittelt wird. Dabei wird die Position des Schienenfahrzeugs (1) zusätzlich mittels eines funkbasierten Messsystems (6) zur Echtzeit-Lokalisierung mittels am Schienenfahrzeug (1) angebrachter Ankermodule (15) und mittels an mehreren Referenzpunkten (13) angebrachter Transponder (16) erfasst, wobei Positionsdaten der beiden Messsysteme (5, 6) mittels einer Systemzentrale (17) abgeglichen werden. Auf diese Weise kommen zwei unabhängige Messsysteme (5, 6) zum Einsatz, um Positionsdaten zu generieren.



Beschreibung

VERFAHREN UND ÜBERWACHUNGSSYSTEM ZUR ERMITTLUNG EINER POSITION EINES SCHIENENFAHRZEUGS

GEBIET DER TECHNIK

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Ermittlung einer Position eines Schienenfahrzeugs, welches sich auf einem Gleis bewegt, mittels eines optischen Messsystems, das ein Stereokamerasystem und eine Auswerteeinrichtung umfasst, wobei mittels des Stereokamerasystems ein Bildpaar von einem Referenzpunkt in einer seitlichen Umgebung des Gleises aufgenommen wird und wobei mittels Photogrammetrie die Position des Schienenfahrzeugs in Bezug auf den Referenzpunkt ermittelt wird. Zudem betrifft die Erfindung ein Überwachungssystem zur Durchführung des Verfahrens.

STAND DER TECHNIK

[0002] Eisenbahnanlagen unterliegen zahlreichen Sicherheitsvorschriften. Das gilt vor allem bei der Wartung von Gleisanlagen bzw. bei Gleisbauarbeiten. Insbesondere muss ein als Gleisbaumaschine betriebenes Schienenfahrzeug laufend lokalisiert werden, um Gefahrensituationen frühzeitig erkennen zu können. Es sind unterschiedlichste Einrichtungen und Verfahren bekannt, um diese Anforderung zu erfüllen. Das reicht von Einbauten im Gleis bis zur Nutzung globaler Navigationssatellitensysteme (GNSS). Eine Lösung zum Lokalisieren eines Schienenfahrzeugs mittels eines Zugsteuerungs- und Zugsicherungssystems ist aus der DE 10 2015 207 223 A1 bekannt.

[0003] Ein präzises Messsystem zur Positionsbestimmung im Gleisbau offenbart die AT 518579 A1. Einerseits dient diese Lösung zur millimetergenauen Erfassung einer aktuellen Gleislage. Andererseits wird damit eine Lokalisierung eines mit dem Messsystem ausgestatteten Schienenfahrzeugs durchgeführt. Konkret wird das Messsystem genutzt, um in einem ortsfesten Bezugssystem Messungen einer Inertialmesseinheit und eines Wegaufnehmers abzugleichen. Dazu werden neben dem Gleis befindliche Referenzpunkte mittels eines Stereokamerasystems aufgenommen und deren Lage bestimmt. Als Referenzpunkte dienen gewöhnlich Vermarkungsbolzen, die an fixen Einrichtungen wie Elektromasten angebracht sind.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0004] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs genannten Art dahingehend zu verbessern, dass eine hohe Zuverlässigkeit bei der Lokalisierung eines Schienenfahrzeugs gegeben ist. Zudem ist ein Überwachungssystem anzugeben, das eine zuverlässige und robuste Lokalisierung eines Schienenfahrzeugs ermöglicht.

[0005] Erfindungsgemäß werden diese Aufgaben gelöst durch ein Verfahren gemäß Anspruch 1 und ein Überwachungssystem gemäß Anspruch 7. Abhängige Ansprüche geben vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung an.

[0006] Dabei wird die Position des Schienenfahrzeugs zusätzlich mittels eines funkbasierten Messsystems zur Echtzeit-Lokalisierung mittels am Schienenfahrzeug angebrachter Ankermodule und mittels an mehreren Referenzpunkten angebrachter Transponder erfasst, wobei Positionsdaten der beiden Messsysteme mittels einer Systemzentrale abgeglichen werden. Auf diese Weise kommen zwei unabhängige Messsysteme zum Einsatz, um Positionsdaten zu generieren. Ein Abgleich dieser Positionsdaten stellt eine besonders verlässliche Lokalisierung des Schienenfahrzeugs sicher. Selbst bei einem Ausfall eines Systems bleibt das Schienenfahrzeug lokalisierbar, wodurch hohe Sicherheitsanforderungen erfüllt sind.

[0007] Eine vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass eine multilaterale Signalübertragung zwischen den Ankermusername und den Transpondern mittels Zirpenfrequenzspreizung durchgeführt wird. Als Zirpenfrequenzspreizung (Chirp Spread Spectrum, CSS) wird eine Modu-

lationstechnik bezeichnet, die zur Frequenzspreizung sogenannte Chirp-Impulse verwendet. Genormt ist ein entsprechendes Modulationsverfahren in dem Standard IEEE 802.15.4a. Die Signalmodulation mittels Zirpenfrequenzspreizung verhindert die Gefahr einer Signalverfälschung, welche beispielsweise bei einem GNSS-Signal durch Jamming oder Soofing möglich wäre.

[0008] Eine weitere Verbesserung sieht vor, dass ein mit dem Referenzpunkt gemeinsam erfasster optischer Code zur Bestimmung von Positionsdaten innerhalb eines Gleisnetzes ausgewertet wird. Dabei handelt es sich beispielsweise um einen QR-Code, der Informationen zur Position des Referenzpunktes im Gleisnetz enthält. Aufgrund seiner Robustheit ist ein solcher optischer Code besonders für den Einsatz im Gleisbau geeignet.

[0009] Zudem ist es von Vorteil, wenn zumindest einer der Transponder einen digitalen Code zur Bestimmung von Positionsdaten innerhalb eines Gleisnetzes sendet. Auf diese Weise ist das Schienenfahrzeug im Gleisnetz alleine durch das funkbasierte Messsystem lokalisierbar. Dabei ist es günstig, diverse Redundanzen vorzusehen, um die Systemsicherheit bei Behinderungen von Funkverbindungen aufrecht zu erhalten. Beispielsweise werden mehr Transponder mit Positionsdaten und mehr Ankermodule verbaut, als für eine störungsfreie Lokalisierung notwendig wäre.

[0010] In einer vorteilhaften Erweiterung der Erfindung wird mittels des funkbasierten Messsystems eine aktuelle Position einer am Gleis arbeitenden und mit einem personenbezogenen Transponder ausgestatteten Person erfasst. Damit sind jederzeit die Positionen von auf dem Gleis arbeitenden Personen bekannt. Die entsprechenden Positionsdaten werden genutzt, um bei auftretenden Gefahren automatisierte Warnungen zu generieren.

[0011] Dabei ist es von Vorteil, wenn laufend ausgewertet wird, ob sich der personenbezogene Transponder in einem Gefahrenbereich befindet, wobei ein Warnsignal abgegeben wird, falls sich die Person in einem Gefahrenbereich mit einer bestehenden Gefahrensituation befindet. Solche Gefahrensituationen gehen beispielsweise von dem sich nähernden Schienenfahrzeug am Arbeitsgleis aus. Zudem besteht die Möglichkeit, die Positionsdaten der Personen mit Positionsdaten eines sich auf einem Nachbargleis nähernden Schienenfahrzeugs abzugleichen. Bei gegebener Annäherung erfolgt eine personenbezogene Warnung, wodurch die Notwendigkeit eines Rottenwarnsystems mit allgemein wirkenden akustischen und optischen Warngeräten entfällt.

[0012] Ein erfindungsgemäßes Überwachungssystem zur Durchführung eines der beschriebenen Verfahren umfasst einen in einer seitlichen Umgebung eines Gleises positionierten Referenzpunkt und ein auf dem Gleis verfahrbares Schienenfahrzeug mit einem optischen Messsystem zur Erfassung einer Position des Schienenfahrzeugs gegenüber dem Referenzpunkt. Dabei ist zusätzlich ein funkbasiertes Messsystem zur Echtzeit-Lokalisierung eingerichtet, mit am Schienenfahrzeug angebrachten Ankermodulen und mit an mehreren Referenzpunkten angebrachten Transpondern, wobei eine Systemzentrale mit den beiden Messsystemen gekoppelt ist, um Positionsdaten beider Messsysteme abzugleichen.

[0013] In einer vorteilhaften Weiterbildung ist die Systemzentrale mit einer Maschinensteuerung des Schienenfahrzeugs gekoppelt, um bei Gefahr eine Zwangsbremung auszulösen. Dazu empfängt die Systemzentrale Positionsdaten von anderen Schienenfahrzeugen und von auf dem Gleis befindlichen Personen. Ausgelöst wird die Zwangsbremung im Falle einer unterschrittenen Annäherungsgrenze oder beim Eindringen in einen definierten Sicherheitsbereich.

[0014] Eine Verbesserung des funkbasierten Messsystems sieht vor, dass die Ankermodule und die Transponder zur multilateralen Signalübertragung mittels Zirpenfrequenzspreizung eingerichtet sind und dass zumindest eine Computereinheit zur Auswertung der Signalübertragung eingerichtet ist. Dabei sind Redundanzen sinnvoll, um die Ausfallsicherheit des Systems sicherzustellen. Beispielsweise sind mehrere Computereinheiten zu einem Hochverfügbarkeitscluster zusammengeschaltet. Auf diese Weise ist bei einem Ausfall einer Computereinheit weiterhin eine zuverlässige Lokalisierung mittels des funkbasierten Messsystems möglich.

[0015] Vorteilhafterweise ist jeder Transponder zur periodischen Abgabe eines Erkennungssignals eingerichtet. Dabei ist die Periodendauer auf die gegebenen Anforderungen abgestimmt.

Eine kürzere Periodendauer ermöglicht ein schnelleres Ansprechen der Komponenten. Für einen geringen Energieverbrauch der Transponder ist eine längere Periodendauer von Vorteil.

[0016] Die Ausfallsicherheit des Überwachungssystems wird weiter gesteigert, wenn eine redundante Systemzentrale zum Abgleich von Positionsdaten beider Messsysteme eingerichtet ist. Somit bilden zumindest zwei Systemzentralen ein hochverfügbares Cluster, wodurch gemeinsam mit dem zusätzlich verfügbaren optischen Messsystem eine sehr hohe Sicherheitsanforderungsstufe (Sicherheits-Integritätslevel, SIL) erreicht wird.

[0017] Bei einer weiteren Verbesserung der Systemkomponenten umfasst eine Referenzeinheit einen optischen Messmarker und einen der Transponder. In einer solchen Referenzeinheit sind die Funktionen beider Messsysteme integriert. Günstigerweise fallen dabei der jeweilige optische Referenzpunkt und der Referenzpunkt des zugehörigen Transponders zusammen. Die sich ergebenden Positionsdaten sind dann sehr einfach abgleichbar.

[0018] Weitergebildet wird das Überwachungssystem auf vorteilhafte Weise, wenn eine am Gleis arbeitende Person mit einem persönlichen Warngerät ausgestattet ist und wenn das persönliche Warngerät einen personenbezogenen Transponder und ein Mobilfunkmodul umfasst. Damit erfüllt das Gerät sowohl die Funktion der Positionsbestimmung als auch die Funktion der persönlichen Warnung. Als Warngerät kommt beispielsweise ein Vibrationsarmband zum Einsatz, wobei dieses in Gefahrensituationen über das Mobilfunkmodul aktiviert wird.

[0019] Eine weitere Verbesserung sieht vor, dass das Schienenfahrzeug zumindest eine GNSS-Empfangseinrichtung umfasst. Damit ist ein weiteres Lokalisierungssystem implementiert, mittels dem die Zuverlässigkeit und Ausfallsicherheit des Überwachungssystems gesteigert wird.

[0020] Für eine effiziente Kommunikation des Schienenfahrzeugs mit externen Einrichtungen ist es von Vorteil, wenn das Schienenfahrzeug zumindest ein Mobilfunkmodul umfasst. Damit ist beispielsweise eine Datenkommunikation mit einer Zentrale eines automatischen Warnsystems (AWS) durchführbar. Zudem besteht die Möglichkeit, mittels des Mobilfunkmoduls Warnungen an persönliche Warngeräte der am Gleis arbeitenden Personen zu senden.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0021] Die Erfindung wird nachfolgend in beispielhafter Weise unter Bezugnahme auf die beigegebenen Figuren erläutert. Es zeigen in schematischer Darstellung:

[0022] Fig. 1 Schienenfahrzeug auf eine Gleisanlage

[0023] Fig. 2 Blockschaltbild des Überwachungssystems

[0024] Fig. 3 Komponenten des funkbasierten Messsystems

BESCHREIBUNG DER AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0025] Das in Fig. 1 dargestellte Schienenfahrzeug 1 ist zur Durchführung von Gleisbauarbeiten auf einer Gleisanlage 2 vorgesehen. Es handelt sich zum Beispiel um eine Stopfmaschine mit diversen Arbeitsaggregaten 3. Dargestellt sind ein Hebe-Richtaggregat und ein Stopfaggregat sowie Komponenten eines Sehnennesssystems. Auch andere Gleisbaumaschinen, Messwägen, Umbauzüge, Materialtransportwägen und dergleichen gelten als Schienenfahrzeuge im Sinne der vorliegenden Erfindung.

[0026] Zur Überwachung der Gleisbauarbeiten ist ein Überwachungssystem 4 eingerichtet, mittels dem das Schienenfahrzeug 1 jederzeit lokalisierbar ist. Dazu umfasst das Überwachungssystem 4 ein optisches Messsystem 5 und ein funkbasiertes Messsystem 6. Zudem besteht eine Funkverbindung zwischen dem Schienenfahrzeug 1 und einem Stellwerk 7.

[0027] Das Schienenfahrzeug 1 bewegt sich auf einem Arbeitsgleis 8, neben dem ein Betriebsgleis 9 verläuft. Für eine auf dem Gleis 8 arbeitende Person 10 geht einerseits durch das Schienenfahrzeug 1 und die sich bewegenden Arbeitsaggregate 3 eine Gefahr aus. Andererseits bildet das Betriebsgleis 9 eine Gefahrenzone, weil darauf während der Gleisbauarbeiten andere Schie-

nenfahrzeuge verkehren.

[0028] Das optische Messsystem 5 umfasst ein Stereokamerasystem 11 und eine Auswerteeinrichtung 12, die am Schienenfahrzeug 1 angeordnet sind. Zur genauen Erfassung bei höheren Geschwindigkeiten kommen zwei Hochgeschwindigkeitskameras zum Einsatz. Diese sind insbesondere im Infrarotbereich empfindlich und erfassen die seitliche Umgebung des Gleises 8, das mit Infrarotlichtern bestrahlt wird. Beispielsweise sind mehrere Infrarotstrahler rund um die Optiken der beiden Kameras angeordnet.

[0029] Gleisseitig sind optische Referenzpunkte 13 angeordnet. Dabei handelt es sich um retro-reflektierende Messmarker, die vorzugsweise mit einem QR-Code versehen sind. Jeder Messmarker weist einen durch automatische Mustererkennung bestimmbaren Punkt auf, beispielsweise einen Mittelpunkt eines Kreises. Vorteilhaft sind Marker mit redundanten Bildelementen für eine effiziente Mustererkennung.

[0030] Angeordnet sind die Referenzpunkte 13 vorzugsweise an Masten 14 einer Oberleitungsanlage. Dabei beträgt der Abstand von Mast 14 zu Mast 14 in Gleislängsrichtung gewöhnlich 60 m bis 80 m. In Gleisquerrichtung beträgt der Abstand bei einer zweigleisigen Strecke ungefähr 11 m. Die sich damit ergebenden geringen Distanzen zwischen den Referenzpunkten 13 führen zur hohen Genauigkeit der beiden Messsysteme 5, 6 gegenüber einem ortsfesten Bezugssystem.

[0031] Das funkbasierte Messsystem 6 umfasst am Schienenfahrzeug 1 angeordnete Ankermodule 15 und an mehreren Referenzpunkten 13 der Gleisanlage 2 angebrachte Transponder 16. Dabei ist es vorteilhaft, wenn die Referenzpunkte 13 der Transponder 16 mit den Referenzpunkten 13 des optischen Messsystems 5 übereinstimmen. Das erleichtert ein Abgleichen der Messdaten mittels einer Systemzentrale 17.

[0032] Das jeweilige Ankermodule 15 ist eine Sende-/Empfangseinheit, die Funksignale aussendet und empfängt. Die ausgesendeten Signale werden von den Transpondern 16 empfangen und gefiltert zurückgesendet. Über eine Laufzeitbestimmung (Time Differenz of Arrival, TDOA) wird die jeweilige Entfernung zwischen den Ankermodulen 15 und den Transpondern 16 ermittelt. Die Positionsermittlung erfolgt in weiterer Folge mittels Trilateration.

[0033] Dabei sind die Ankermodule 15 und die Transponder 16 zur multilateralen Signalübertragung eingerichtet. Genutzt wird dabei eine Modulationstechnik mit Zirpenfrequenzspreizung, welche zur Frequenzspreizung sogenannte Chirp-Impulse verwendet. Gesteuert und ausgewertet wird die Signalübertragung mittels einer Computereinheit 18. Die Computereinheit 18 ist auch zur Lokalisierung mittels Laufzeitbestimmung und Trilateration eingerichtet. Eine redundante zweite Computereinheit 18 erhöht dabei die Ausfallsicherheit.

[0034] Ein Chirp-Impuls ist ein sinusförmiges Signal, wobei die Frequenz über die Zeit kontinuierlich ansteigt oder abfällt. Ein entsprechender Signalverlauf wird bei der Signalmodulation mittels Zirpenfrequenzspreizung als ein elementarer Sendeimpuls verwendet, welcher ein Symbol darstellt. Vorteilhafterweise wird für einen zu übertragenden Datenstrom eine Codierung mit einem Bit pro Symbol gewählt. Damit ist eine besonders robuste Signalübertragung sichergestellt.

[0035] Die Signalübertragung zwischen den Ankermodulen 15 und den Transpondern 16 erfolgt als zeitliche Aneinanderreihung einer Folge auf- und absteigender Chirp-Impulse. Dabei nutzt die Zirpenfrequenzspreizung eine große Bandbreite, welche direkt durch den jeweiligen Chirp-Impuls bedingt ist. Dieses Modulationsverfahren ist besonders robust gegen Störungen zufolge des Dopplereffekts, weil nur die Frequenzänderung über die Zeit eines Chirp-Impulses von Bedeutung ist. Die absolute Frequenz ist in gewissen Grenzen ohne Einfluss auf die Robustheit der Übertragung.

[0036] Zur Lokalisierung des Schienenfahrzeugs 1 sind in der Computereinheit 18 Positionsdaten der Transponder 16 gespeichert. In einem Multilaterationsverfahren senden die Ankermodule 15 Lokalisierungssignale aus, die von den Transpondern 16 gefiltert zurückgesendet werden. Die Computereinheit 18 wertet die Lokalisierungssignale aus und bestimmt damit in Echtzeit eine cm-genaue aktuelle Position des Schienenfahrzeugs 1.

[0037] Jede auf dem Gleis 8 arbeitende Person 10 ist mit einem persönlichen Warngerät 19 ausgerüstet. Dieses umfasst einen personenbezogenen Transponder 16, ein Mobilfunkmodul 20 samt Antenne und einen Warngerät 21. Mittels des Multilaterationsverfahrens sind auch diese personenbezogenen Transponder 16 in Echtzeit cm-genau lokalisierbar. Bei einer Annäherung an einen im Überwachungssystem 4 abgespeicherten Gefahrenbereich 22 wird die jeweilige Person 10 sofort gewarnt und das Schienenfahrzeug 1 gegebenenfalls automatisch angehalten.

[0038] Im Detail werden die Komponenten des Überwachungssystems 4 mit Bezug auf Fig. 2 erläutert. Das Stellwerk 7 eines Eisenbahninfrastrukturunternehmers (EIU) umfasst eine Send-/Empfangseinrichtung 23 mit einem Mobilfunkmodul 20 samt Antenne. Damit erfolgt die Funkanbindung des Schienenfahrzeugs 1 beispielsweise mittels GSM-R (Global System for Mobile Communications-Railway) oder FRMCS (Future Railway Mobile Communication System), basierend auf LTE (Long Term Evolution) und 5G (fifth-Generation).

[0039] Vorteilhafterweise ist das Schienenfahrzeug 1 mit einem automatisierten Warnsystem (AWS) 24 ausgestattet. Dabei handelt es sich um ein signalgesteuertes Warnsystem (SCWS) mit einer Warn- und Stoppfunktion. Eine im Stellwerk 7 angeordnete AWS-Zentrale 25 kommuniziert mit dem automatisierten Warnsystem 24 des Schienenfahrzeugs 1, um bei Annäherung eines anderen Schienenfahrzeugs am Betriebsgleis 9 eine Warnung zu generieren und/oder die Stoppfunktion zu aktivieren. Zu diesem Zweck ist die AWS-Zentrale 25 mit einer Eisenbahnsicherungsanlage (ESA) 26 gekoppelt.

[0040] Zusätzlich sind im Stellwerk 7 Komponenten eines Telematik Echtzeit Positioniersystems (TEPOS) zur Differenzial-GNSS-Verortung angeordnet. Eine TEPOS-Zentrale 27 wertet dabei Positionsdaten eines terrestrischen Funk-Referenzstationsnetzwerks 28 aus. Genutzt wird TEPOS zur Korrektur von GNSS-Daten. Dabei werden zunächst GNSS-Positionsdaten 29 des Schienenfahrzeugs 1 generiert. Dazu ist am Schienenfahrzeug 1 eine erste GNSS-Empfangseinrichtung 30 samt GNSS-Antenne 31 angeordnet. Die GNSS-Positionsdaten 29 werden über das Mobilfunkmodul 20 an die TEPOS-Zentrale 27 übermittelt und mittels TEPOS-Korrekturdaten 32 korrigiert an das Schienenfahrzeug 1 zurückübertragen.

[0041] Davon unabhängig umfasst das Schienenfahrzeug 1 eine zweite GNSS-Empfangseinrichtung 33, die mit dem optischen Messsystem 5 gekoppelt ist. Diese zweite GNSS-Empfangseinrichtung 33 umfasst eine GNSS-Antenne 31, eine Längsmesseinrichtung und einen Systemprozessor zur genauen GNSS-Positionsbestimmung. Die damit erfassten Positionsdaten werden mit den Messergebnissen des optischen Messsystems 5 abgeglichen.

[0042] Um die Ausfallsicherheit des Überwachungssystems 4 weiter zu steigern, ist es sinnvoll, eine dritte GNSS-Empfangseinrichtung 34 anzuordnen. Hier werden die mittels einer GNSS-Antenne 31 empfangenen Positionsdaten mit dem sogenannten European Geostationary Navigations Overlay Service (EGNOS) abgeglichen. Das ist ein von der Europäischen Union (GSA, European Global Navigation Satellite Systems Agency) betriebenes Differential Global Positioning System (DGPS) mit zahlreichen Bodenstationen in Europa, Nordafrika und im Nahen Osten. Über ein Mobilfunkmodul 20 und eine Internetanbindung werden Korrektursignale zeitnahe empfangen und verarbeitet.

[0043] Die mit den beschriebenen redundant aufgebauten Echtzeitlokalisierungssystemen 5, 6, 24, 30, 33, 34 erfassten Daten werden in der Systemzentrale 17 (zentrale Lokalisierungs-, Steuer- und Überwachungseinheit) verarbeitet. Aufgebaut ist die Systemzentrale 17 beispielsweise als leistungsstarker Industriecomputer mit diversen Peripheriegeräten. In einer bevorzugten Ausführung ist eine redundante Systemzentrale 17 angeordnet, um eine sehr hohe Sicherheitsanforderungsstufe (Sicherheits-Integritätslevel 4, SIL4) zu erreichen. Bei Einsatz eines SIL4-evaluierten Lokalisierungssystems inklusive einer vom Schienenfahrzeug 1 aus gesicherten SIL4-Zugintegrität ist keine Gleisfreimeldung mehr erforderlich und sämtliche damit verbundenen Anlagen der Infrastruktur (Achszähler, punktuelle Zugbeeinflussung, Zugfahrten in Blockabschnitten etc.) fallen weg.

[0044] Mittels der Systemzentrale 17 erfolgt eine laufende Überwachung der Gleise 8, 9. Dabei

werden mittels der redundanten Systeme 5, 6, 24, 30, 33, 34 das Schienenfahrzeug 1 und die auf den Gleisen 8, 9 befindlichen Personen 10 hochgenau lokalisiert. An Gleisbauarbeiten können auch weitere gleisgebundene Objekte 35 beteiligt sein. Dabei handelt es sich beispielsweise um weitere Gleisbaumaschinen, Material- oder Messwägen. Auch diese Objekte 35 sind mit redundant aufgebauten Echtzeitlokalisierungssystemen ausgestattet. Sobald ein Objekt 35 oder eine Person 10 in einem Gefahrenbereich 22 lokalisiert wird, erfolgt eine Warnung über das automatische Warnsystem 24, 25. Dabei werden betreffende Personen 10 mittels des persönlichen Warngeräts 19 gewarnt. Gegebenenfalls wird auch eine Zwangsbremmung des Schienenfahrzeugs 1 oder der anderen gleisgebundenen Objekte 35 aktiviert.

[0045] Des Weiteren überwacht die Systemzentrale 17 laufend die drei redundanten GNSS-Empfangeinrichtungen 30, 33, 34. Bei einem Ausfall einer GNSS- Empfangseinrichtung 30, 33, 34 wird von der Systemzentrale 17 automatisch eine Warnung ausgegeben. Bei Ausfall von zwei GNSS- Empfangseinrichtungen 30, 33, 34 wird automatisch eine Warnung mit Quittierungspflicht ausgegeben. Fallen alle drei GNSS- Empfangseinrichtungen 30, 33, 34 aus, erfolgt ein Daueralarm mit Quittierungspflicht. Zudem wird das Schienenfahrzeug 1 angehalten.

[0046] Eine weitere Funktion der Systemzentrale 17 besteht in der laufenden Überwachung der beiden Messsysteme 5, 6. Dabei referenziert und plausibilisiert die Systemzentrale 17 die Positionsdaten beider Messsysteme 5, 6. Gegebenenfalls werden Korrekturdaten generiert, die an die drei redundanten GNSS-Empfangeinrichtungen 30, 33, 34 übermittelt werden. Bei einem Ausfall eines Messsystems 5, 6 wird von der Systemzentrale 17 automatisch eine Warnung mit Quittierungspflicht ausgegeben. Fallen beide Messsysteme 5, 6 aus, wird automatisch ein Daueralarm mit Quittierungspflicht ausgegeben.

[0047] Ein Interface 36 verbindet die Systemzentrale 17 mit diversen Ein- und Ausgabesystemen für ein Bedienpersonal (Maschinen, Fahrer, Sicherungsposten usw.). Diese Ein- und Ausgabesysteme erfüllen folgende Funktionen:

Ein- und Ausgabe für Programmierung, Datenabfrage, Parametereinstellung und Bedienung der Systemzentrale 17,

Ein- und Ausgabe von akustischen und optischen Alarmen und Warnungen,

Zustandsanzeigen der drei GNSS-Empfangeinrichtungen,

Zustandsanzeigen des automatischen Warnsystems 24 inklusive persönlicher Warngeräte 19,

Positionsanzeigen des Schienenfahrzeugs 1 und

Positionsanzeigen der Personen 10 mit persönlichen Warngeräten 19.

[0048] Zudem ist ein Netzwerkanschluss 37 (TCP/IP-Anschluss) eingerichtet zur laufenden Zustandsüberwachung der zweifach ausgeführten Systemzentrale 17 sowie der diversen Peripheriegeräte. Über diesen Netzwerkanschluss 37 können die beschriebenen Funktionen des Schienenfahrzeugs 1 bei entsprechender Berechtigung auch über einen Fernzugriff abgerufen bzw. beeinflusst werden.

[0049] Eine vorteilhafte Ausprägung des funkbasierten Messsystems 6 zeigt Fig. 3. Mit der dargestellten Anordnung von mindestens acht Ankermodulen 15 auf dem Schienenfahrzeug 1 ist eine hohe Ausfallsicherheit gegeben. Damit ist nämlich sichergestellt, dass mindestens zwei Ankermodule 15 die auf den Masten 14 angebrachten Transponder 16 und die von den Personen 10 getragenen Transponder 16 lokalisieren. Die Lokalisierungssignale des Fahrzeugs 1 sind mit dünnen punktierten Linien angedeutet. Die dicken gepunkteten Linien zeigen die Lokalisierungssignale der Personen 10.

[0050] In einer vorteilhaften Weiterbildung sendet jeder Transponder 16 einen digitalen Code als Erkennungssignal. Diese Codes sind in der Systemzentrale 17 hinterlegt und mit Koordinaten innerhalb eines Gleisnetzes verknüpft. Damit ist alleine mit dem funkbasierte Messsystem 6 eine Lokalisierung innerhalb des Gleisnetzes möglich.

[0051] Ergänzend oder als Alternative weist jeder Referenzpunkt 13 einen optischen Code auf. Beispielsweise ist in einem als Referenzpunkt 13 definierten Messmarker ein QR-Code integriert. Das Stereokamerasystem 11 erfasst dann den QR-Code gemeinsam mit dem Referenzpunkt 13.

Der QR-Code ist wiederum in der Systemzentrale 17 hinterlegt und mit Koordinaten des Gleisnetzes verknüpft.

[0052] Vorteilhafterweise ist an jedem Mast 14 eine integrierte Referenzeinheit 38 angeordnet. Diese umfasst einen der Transponder 16 und definiert einen Referenzpunkt 13 für das funkbasierte Messsystem 6. Auf einem Gehäuse des Transponders 16 ist der optische Marker samt QR-Code angeordnet, wobei der optische Referenzpunkt 13 mit dem Referenzpunkt 13 des funkbasierten Messsystems 6 zusammenfällt.

[0053] Auch das jeweilige persönliche Warngerät 19 ist sinnvollerweise als integrierte Einheit ausgebildet. In einem gemeinsamen Gehäuse sind der Transponder 16 und das Mobilfunkmodul 20 untergebracht. Zudem sind ein akustischer, ein optischer und/oder ein haptischer Warngerät angeordnet. Über den Transponder 16 wird die entsprechende Person 10 lokalisiert. Im Falle einer auftretenden Gefahr sendet das automatische Warnsystems 24, 25 über das Mobilfunkmodul 20 eine Warnmeldung und die Warngerät 21 werden aktiviert.

Ansprüche

1. Verfahren zur Ermittlung einer Position eines Schienenfahrzeugs (1), welches sich auf einem Gleis (8) bewegt, mittels eines optischen Messsystems (5), das ein Stereokamerasystem (11) und eine Auswerteeinrichtung (12) umfasst, wobei mittels des Stereokamerasystems (11) ein Bildpaar von einem Referenzpunkt (13) in einer seitlichen Umgebung des Gleises (8) aufgenommen wird und wobei mittels Photogrammetrie die Position des Schienenfahrzeugs (1) in Bezug auf den Referenzpunkt (13) ermittelt wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass zusätzlich die Position des Schienenfahrzeugs (1) mittels eines funkbasierten Messsystems (6) zur Echtzeit-Lokalisierung mittels am Schienenfahrzeug (1) angebrachter Ankermodule (15) und mittels an mehreren Referenzpunkten (13) angebrachter Transponder (16) erfasst wird, und dass Positionsdaten der beiden Messsysteme (5, 6) mittels einer Systemzentrale (17) abgeglichen werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine multilaterale Signalübertragung zwischen den Ankermodulen (15) und den Transpondern (16) mittels Zirkelfrequenzspreizung durchgeführt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein mit dem Referenzpunkt (13) gemeinsam erfasster optischer Code zur Bestimmung von Positionsdaten innerhalb eines Gleisnetzes ausgewertet wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest einer der Transponder (16) einen digitalen Code zur Bestimmung von Positionsdaten innerhalb eines Gleisnetzes sendet.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass mittels des funkbasierten Messsystems (6) eine aktuelle Position einer am Gleis (8, 9) arbeitenden und mit einem personenbezogenen Transponder (16) ausgestatteten Person (10) erfasst wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass laufend ausgewertet wird, ob sich der personenbezogene Transponder (16) in einem Gefahrenbereich (22) befindet und dass ein Warnsignal abgegeben wird, falls sich die Person (10) in einem Gefahrenbereich (22) mit einer bestehenden Gefahrensituation befindet.
7. Überwachungssystem (4) zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 6, umfassend einen in einer seitlichen Umgebung eines Gleises (8) positionierten Referenzpunkt (13) und ein auf dem Gleis (8) verfahrbares Schienenfahrzeug (1) mit einem optischen Messsystem (5) zur Erfassung einer Position des Schienenfahrzeugs (1) gegenüber dem Referenzpunkt (13), **dadurch gekennzeichnet**, dass zusätzlich ein funkbasiertes Messsystem (6) zur Echtzeit-Lokalisierung eingerichtet ist, mit am Schienenfahrzeug (1) angebrachten Ankermodulen (15) und mit an mehreren Referenzpunkten (13) angebrachten Transpondern (16), und dass eine Systemzentrale (17) mit den beiden Messsystemen (5, 6) gekoppelt ist, um Positionsdaten beider Messsysteme (5, 6) abzugleichen.
8. Überwachungssystem (4) nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Systemzentrale (17) mit einer Maschinensteuerung des Schienenfahrzeugs (1) gekoppelt ist, um bei Gefahr eine Zwangsbremmung auszulösen.
9. Überwachungssystem (4) nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ankermodule (15) und die Transponder (16) zur multilateralen Signalübertragung mittels Zirkelfrequenzspreizung eingerichtet sind und dass zumindest eine Computereinheit (18) zur Auswertung der Signalübertragung eingerichtet ist.
10. Überwachungssystem (4) nach einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass jeder Transponder (16) zur periodischen Abgabe eines Erkennungssignals eingerichtet ist.
11. Überwachungssystem (4) nach einem der Ansprüche 7 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine redundante Systemzentrale (17) zum Abgleich von Positionsdaten beider Messsysteme (5, 6) eingerichtet ist.

12. Überwachungssystem (4) nach einem der Ansprüche 7 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Referenzeinheit (38) einen optischen Messmarker und einen der Transponder (16) umfasst.
13. Überwachungssystem (4) nach einem der Ansprüche 7 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine am Gleis (8, 9) arbeitende Person (10) mit einem persönlichen Warngerät (19) ausgestattet ist und dass das persönliche Warngerät (19) einen personenbezogenen Transponder (16) und ein Mobilfunkmodul (20) umfasst.
14. Überwachungssystem (4) nach einem der Ansprüche 7 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Schienenfahrzeug (1) zumindest eine GNSS- Empfangseinrichtung (30, 33, 34) umfasst.
15. Überwachungssystem (4) nach einem der Ansprüche 7 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Schienenfahrzeug (1) zumindest ein Mobilfunkmodul (20) umfasst.

Hierzu 2 Blatt Zeichnungen

1/2

Fig. 1

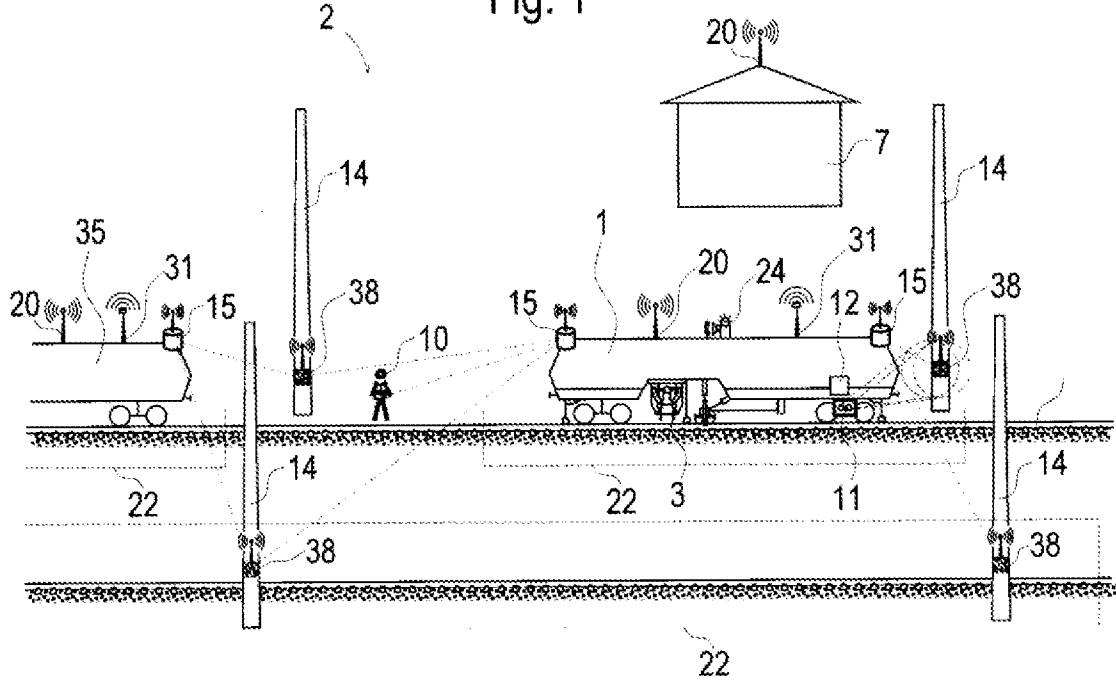
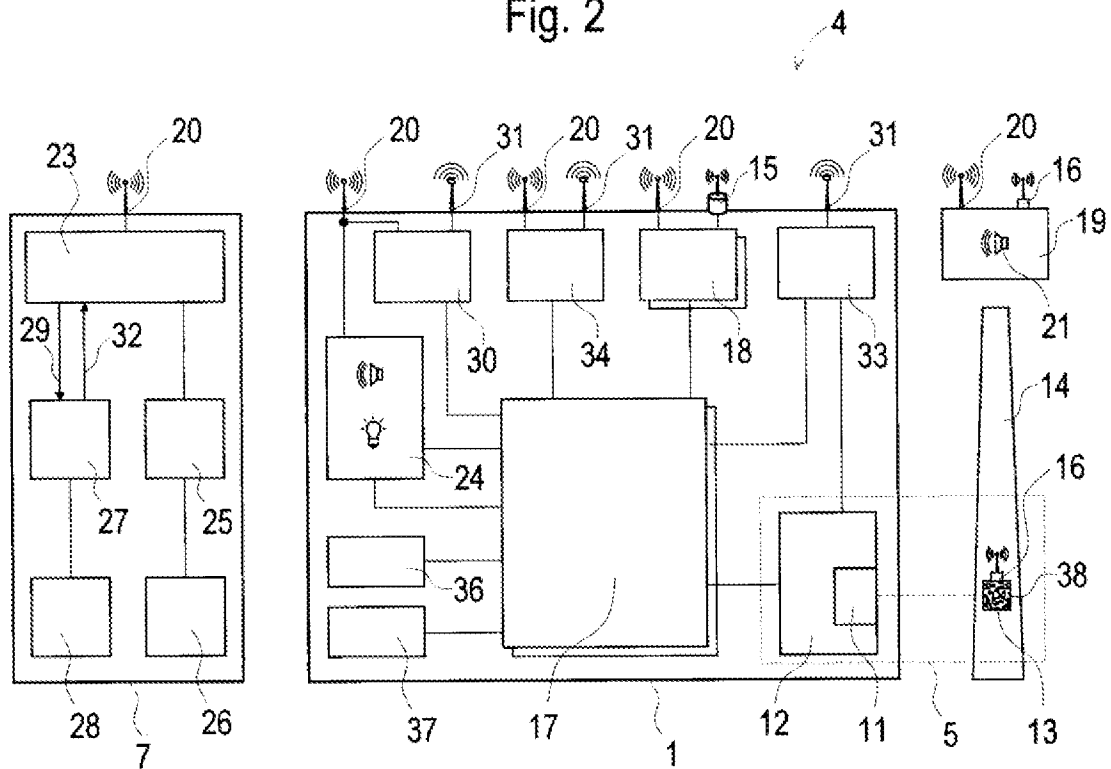
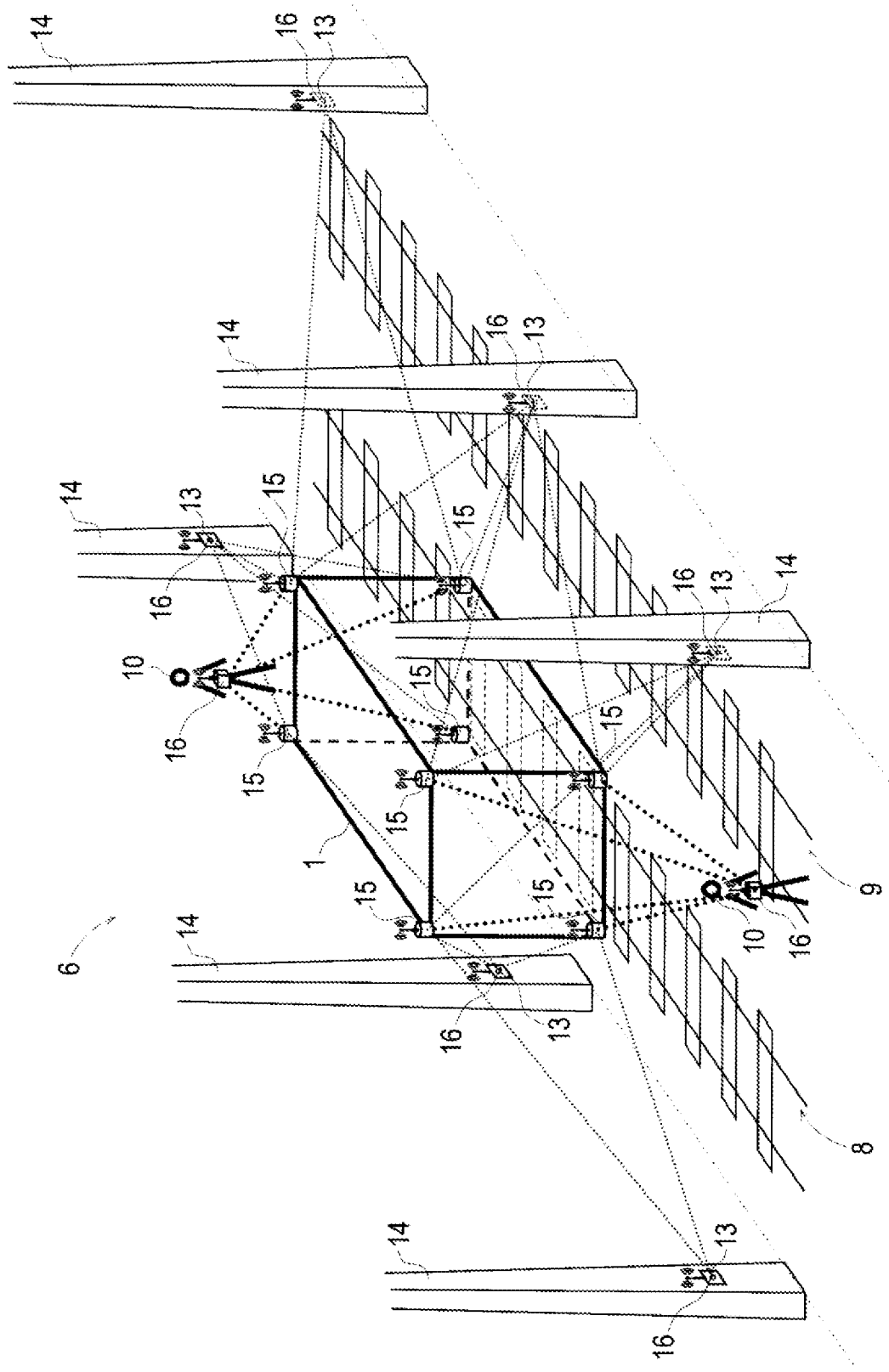


Fig. 2



2/2



Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC:

B61L 25/02 (2006.01)

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß CPC:

B61L 25/02 (2013.01); **B61L 25/025** (2013.01); **B61L 2205/04** (2013.01)

Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation):

B61L

Konsultierte Online-Datenbank:

TXTnn

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am **16.12.2019** eingereichten Ansprüchen **1-15** erstellt.

Kategorie ^{*)}	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungs- datum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	CN 107600116 A (HUNAN CRRC TIMES COMMUNICATION SIGNALS CO LTD) 19. Januar 2018 (19.01.2018) Beschreibung [0012]-[0038]; (englische Übersetzung) [online] [abgerufen am 30.11.2020]. Abgerufen von TXPCNEY-Datenbank	1, 3, 7, 11, 12
Y		2, 4-6, 8-10, 13- 15
Y	US 2017282944 A1 (CARLSON RICHARD et al.) 05. Oktober 2017 (05.10.2017) Zusammenfassung; Fig. 1A + dazugehörige Beschreibung, insbe- sondere [0014], [0015], [0022], [0028]; Fig. 1B, Beschreibung [0046].	2, 4-6, 9, 10, 13-15
Y	US 2016121912 A1 (PUTTAGUNTA SHANMUKHA SRAVAN [US], CHRAIM FABIEN [US]) 05. Mai 2016 (05.05.2016) Beschreibung [0030]-[0035], [0142], [0169].	8
Datum der Beendigung der Recherche: 11.05.2021		
Seite 1 von 1		
Prüfer(in): NEWRKLA Irene		

^{*)} Kategorien der angeführten Dokumente:**X** Veröffentlichung **von besonderer Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.**Y** Veröffentlichung **von Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese **Verbindung für einen Fachmann naheliegend** ist.**A** Veröffentlichung, die den allgemeinen **Stand der Technik** definiert.**P** Dokument, das von **Bedeutung** ist (Kategorien **X** oder **Y**), jedoch **nach dem Prioritätstag** der Anmeldung veröffentlicht wurde.**E** Dokument, das **von besonderer Bedeutung** ist (Kategorie **X**), aus dem ein „**älteres Recht**“ hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen).**&** Veröffentlichung, die Mitglied der selben **Patentfamilie** ist.