



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
03.03.2021 Patentblatt 2021/09

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

(21) Anmeldenummer: **20191439.7**

(22) Anmeldetag: **18.08.2020**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

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

(72) Erfinder:
• **Arpaci, Melih**
38122 Braunschweig (DE)
• **Mönnich, Hans-Jörg**
38118 Braunschweig (DE)

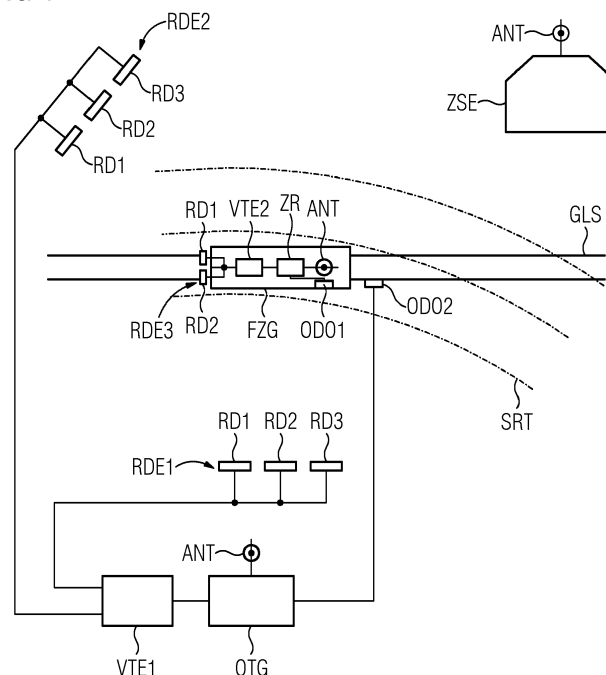
(30) Priorität: **29.08.2019 DE 102019212985**

(54) **VERFAHREN UND EINRICHTUNG ZUR ORTUNG EINES FAHRZEUGS MIT UWB TECHNOLOGIE**

(57) Die Erfindung beschreibt ein Verfahren zur Ortung eines Fahrzeugs (FZG), insbesondere eines schienengebundenen Fahrzeugs (FZG), bei dem zur Ortung eine UWB-Radareinrichtung (RDE1, RDE2, RDE3) genutzt wird. Zur Ortung des Fahrzeugs (FZG) werden gleichzeitig mindestens zwei UWB-Radare (RD1, RD2, RD3) verwendet. Die durch die mindestens zwei UWB-Radare (RD1, RD2, RD3) erzeugten Messergebnisse werden in einer Votereinrichtung (VTE1, VTE2)

miteinander verglichen. Für den Fall, dass die Votereinrichtung (VTE1, VTE2) die Integrität der Messergebnisse bestätigt, werden diese für eine weitere Verwendung freigegeben. Für den Fall, dass die Votereinrichtung (VTE1, VTE2) die Integrität der Messergebnisse nicht bestätigt, werden diese verworfen. Ferner wird eine Zugsicherungseinrichtung (ZSE) mit einer Ortungseinheit (OTG) bereitgestellt.

FIG 1



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Zugsicherungseinrichtung zur Ortung eines Fahrzeugs, insbesondere eines schienengebundenen Fahrzeugs, bei dem zur Ortung eine UWB-Radareinrichtung genutzt wird. Zudem betrifft die Erfindung ein Computerprogrammprodukt sowie eine Bereitstellungsvorrichtung für dieses Computerprogrammprodukt, wobei das Computerprogrammprodukt mit Programmbefehlen zur Durchführung dieses Verfahrens ausgestattet ist.

[0002] Im Eisenbahnbereich können zur Ortsbestimmung eines Zuges zukünftig UWB-basierte Ortungssysteme zum Einsatz kommen. Die Technik als solche ist jedoch nicht signaltechnisch sicher. Dies bedeutet, dass die im Zugverkehr gültigen Anforderungen an die Betriebssicherheit durch UWB-basierte Ortungssysteme nicht sichergestellt werden können. Signaltechnisch sichere Zugbeeinflussungssysteme benötigen nämlich auch eine signaltechnisch sichere Ortungsinformation.

[0003] Gemäß der CN 103587555 A wird daher vorgeschlagen, dass UWB nicht als alleiniges Ortungsmittel Verwendung findet, sondern dass dieses mit einer Ortung per GPS kombiniert wird. Hierdurch soll sichergestellt werden, dass immer eine zuverlässige Ortsinformation für das Zugbeeinflussungssystem zur Verfügung steht.

[0004] Gemäß der US 2018362058 A wird vorgeschlagen, dass zur ergänzenden Verbesserung der Ortung von Zügen auch die sogenannte UWB-Funktechnologie (UWB steht für ultra wide band oder Ultra-Breitband) angewendet werden kann. Allerdings ist diese Technologie nicht so sicher, dass sie die Anforderungen an Zugsysteme erfüllen würde, so dass diese Ortung nur als Ergänzung verwendet wird. Beispielsweise wird gemäß dem genannten Dokument vorgeschlagen, die UWB-Technologie mit einem RFID-Transponder und auf diesen zugeschnittenen Empfangsantennen zu ergänzen. Ein solches System stellt beispielsweise der ETCS (European Train Control System) Standard zur Verfügung, bei dem die RFID-Tags durch sogenannte Eurobalisen ausgebildet sind.

[0005] Die Ultra-Breitband-Technologie beschreibt einen Ansatz für Nahbereichsfunkkommunikation vorrangig für den kommerziellen Massenmarkt. Wichtigstes Merkmal ist die Nutzung vergleichsweise großer Frequenzbereiche mit einer Bandbreite von 500 MHz und größer.

[0006] Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, ein Verfahren und eine Anordnung zum Orten von Zügen anzugeben, bei dem kostengünstige Systemkomponenten zum Einsatz kommen können und die Anforderungen an die Zuverlässigkeit einer Ortung gegeben ist.

[0007] Diese Aufgabe wird mit dem eingangs angegebenen Anspruchsgegenstand (Verfahren) erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass zur Ortung des Fahrzeugs gleichzeitig mindestens zwei UWB-Radare verwendet werden, wobei die durch die mindestens zwei UWB-Ra-

dare erzeugten Messergebnisse

- in einer Votereinrichtung miteinander verglichen werden,
- für den Fall, dass die Votereinrichtung die Integrität der Messergebnisse bestätigt, diese für eine weitere Verwendung freigegeben werden,
- für den Fall, dass die Votereinrichtung die Integrität der Messergebnisse nicht bestätigt, diese verworfen werden.

[0008] Die Erfindung erfordert lediglich mindestens zwei signaltechnisch nicht sichere UWB Einheiten, die dann als UWB-Radar benutzt werden, zusätzlich aber auch andere Funktionen erfüllen können. Durch eine klare, einheitliche Anforderungsspezifikation für diese UWB-Radare ist es möglich, die Lösungen von verschiedenen Lieferanten kostengünstig zu kombinieren, da beide so ausgebildeten Kanäle unabhängig sind und keine komplexen signaltechnischen Implementierungen durch den UWB Hersteller erfordern. Bei einem Nachweis der Erfüllung der besagten Spezifikation können Systeme von verschiedenen Lieferanten alternativ zum Einsatz kommen ohne dass diese komplexe sicherheitsrelevante signaltechnische Anforderungen erfüllen müssen, wie sie eigentlich für zugtechnische Anwendungen oder auch Anwendungen beispielsweise für das autonome Fahren normalerweise gefordert werden.

[0009] Hierdurch wird des Weiteren bei einem typischen Lebenszyklus von 25 Jahren im Eisenbahnumfeld ein Austausch einer sog. "UWB off the shelf" Komponente (also einer Komponente, welche aufgrund hoher Stückzahlen kostengünstig vom Hersteller bezogen werden kann) wesentlich vereinfacht. Es ist somit auch ein rechtzeitiger Austausch der Komponente möglich, wenn deren Lebenszyklus unter 25 Jahren liegt. Dabei können selbst für den Fall, dass die ursprünglich verwendeten Komponenten nicht mehr verfügbar sein sollten, ohne Probleme andere Komponenten als Ersatz eingesetzt werden, da bei deren Implementierung nur wenig Randbedingungen beachtet werden müssen.

[0010] Es ist im Wesentlichen möglich, UWB ohne größere eisenbahnspezifische Anpassungen (signaltechnische Sicherheit) für die Odometrie eines verwendeten Zugbeeinflussungssystems einzusetzen. Auch beispielsweise beim autonomen Fahren können UWB-Radar mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens kostengünstig mit einer ausreichenden Sicherheit bei der Erzeugung der Messergebnisse Verwendung finden.

[0011] Die geforderte Prozesssicherheit wird erfindungsgemäß mit der Votereinrichtung gewährleistet. Diese ermöglicht es, die Messergebnisse, welche von den unterschiedlichen UWB-Radaren erzeugt werden, so zu vergleichen, dass ein Rückschluss auf eventuell vorliegende Fehler möglich ist. Hierdurch wird die im Bahnbereich geforderte Sicherheit für die Richtigkeit der Messergebnisse bei gleichzeitigem Einsatz kostengünstiger Radarkomponenten sichergestellt. Der erfindungs-

gemäße Lösungsansatz heißt daher: redundante Anordnung kostengünstiger Komponenten und Gewährleistung der Betriebssicherheit durch Anwendung eines Votingverfahrens.

[0012] Um ein Votingverfahren anwenden zu können, müssen wenigstens 2 Komponenten Messwerte erzeugen. Daher sind erfindungsgemäß mindestens zwei UWB-Radare vorzusehen. Vorteilhaft können aber auch drei oder mehr UWB-Radar berücksichtigt werden (zu der Durchführung des Votingverfahrens bei zwei oder mehr Komponenten im Folgenden noch weitere Ausführungen).

[0013] Das Votingverfahren erfolgt bevorzugt computerimplementiert (d. h. unter Einsatz eines Computers). Sofern es in der nachfolgenden Beschreibung nicht anders angegeben ist, beziehen sich die Begriffe "erstellen", "berechnen", "rechnen", "feststellen", "generieren", "konfigurieren", "modifizieren" und dergleichen, vorzugsweise auf Handlungen und/oder Prozesse und/oder Verarbeitungsschritte, die Daten verändern und/oder erzeugen und/oder die Daten in andere Daten überführen, wobei die Daten insbesondere als physikalische Größen dargestellt werden oder vorliegen können, beispielsweise als elektrische Impulse. Insbesondere ist der Ausdruck "Computer" breit auszulegen, um alle elektronischen Geräte mit Datenverarbeitungseigenschaften abzudecken. Computer können somit beispielsweise Personal Computer, Server, Handheld-Computer-Systeme, Pocket-PC-Geräte, Mobilfunkgeräte und andere Kommunikationsgeräte, die rechnergestützt Daten verarbeiten können, Prozessoren und andere elektronische Geräte zur Datenverarbeitung sein, die vorzugsweise auch zu einem Netzwerk zusammengeschlossen sein können.

[0014] Unter "rechnergestützt" kann im Zusammenhang mit der Erfindung beispielsweise eine Implementierung des Verfahrens verstanden werden, bei dem ein Computer oder mehrere Computer mindestens einen Verfahrensschritt des Verfahrens ausführt oder ausführen.

[0015] Unter einem "Prozessor" kann im Zusammenhang mit der Erfindung beispielsweise eine Maschine oder eine elektronische Schaltung verstanden werden. Bei einem Prozessor kann es sich insbesondere um einen Hauptprozessor (engl. Central Processing Unit, CPU), einen Mikroprozessor oder einen Mikrokontroller, beispielsweise eine anwendungsspezifische integrierte Schaltung oder einen digitalen Signalprozessor, möglicherweise in Kombination mit einer Speichereinheit zum Speichern von Programmbefehlen, etc. handeln. Bei einem Prozessor kann es sich beispielsweise auch um einen IC (integrierter Schaltkreis, engl. Integrated Circuit), insbesondere einen FPGA (engl. Field Programmable Gate Array) oder einen ASIC (anwendungsspezifische integrierte Schaltung, engl. Application-Specific Integrated Circuit), oder einen DSP (Digitaler Signalprozessor, engl. Digital Signal Processor) handeln. Auch kann unter einem Prozessor ein virtualisierter Prozessor oder eine

Soft-CPU verstanden werden. Es kann sich beispielsweise auch um einen programmierbaren Prozessor handeln, der mit einer Konfiguration zur Ausführung des genannten erfindungsgemäßen Verfahrens ausgerüstet ist.

[0016] Unter einer "Speichereinheit" kann im Zusammenhang mit der Erfindung beispielsweise ein computerlesbarer Speicher in Form eines Arbeitsspeichers (engl. Random-Access Memory, RAM) oder einer Festplatte verstanden werden.

[0017] Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass mindestens zwei UWB-Radare unterschiedlicher Bauart und/oder unterschiedlicher Hersteller verwendet werden.

[0018] Die Verwendung von WB-Radar unterschiedlicher Hersteller und/oder unterschiedlicher Bauart hat den Vorteil, dass ausgeschlossen werden kann, dass bei dem Votingverfahren systematische Fehler unberücksichtigt bleiben, welche aufgrund gleichen fehlerhaften Verhaltens beider UWB Radare gleicher Bauart und/oder gleicher Hersteller auftreten. Damit kann die Schwäche von Votingverfahren überwunden werden, nämlich, dass diese durch einen Vergleich von Messergebnissen systematische Fehler nicht erfassen können, da diese bei den einzelnen Komponenten ja zum gleichen Messfehler und damit zum gleichen Messergebnis führen. Vorteilhaft wird durch Verwendung von UWB-Radaren unterschiedlicher Hersteller oder unterschiedlicher Bauart daher eine höhere Sicherheit bei Durchführung des Votingverfahrens erreicht.

[0019] Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass zwei UWB-Radare verwendet werden,

- für der Fall, diese zwei UWB-Radare übereinstimmende Ergebnisse übermitteln, die Vortereinrichtung die Integrität der Messergebnisse bestätigt,
- für den Fall, dass diese zwei UWB-Radare unterschiedliche Ergebnisse übermitteln, die Vortereinrichtung die Integrität der Messergebnisse nicht bestätigt.

[0020] Die Verwendung von 2 UWB-Radaren hat den Vorteil, dass der Aufwand an Komponenten sehr gering gehalten werden kann. Diese Lösung ist daher besonders kostengünstig. Jedoch können bei dem Votingverfahren nur durch Vergleich von 2 unterschiedlichen Messwerten jeweils des einen UWB-Radars und des anderen UWB-Radars Messfehler festgestellt werden. Daher kann die Integrität der Messergebnisse nur bestätigt werden, wenn beide UWB-Radare übereinstimmende Messergebnisse übermitteln.

[0021] Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass mindestens drei UWB-Radare verwendet werden,

- für der Fall, dass mindestens zwei UWB-Radare übereinstimmende Ergebnisse übermitteln, die Vortereinrichtung die Integrität der Messergebnisse be-

stätigt,

- für den Fall, dass alle UWB-Radare unterschiedliche Ergebnisse übermitteln, die Votereinrichtung die Integrität der Messergebnisse nicht bestätigt.

[0022] Die Verwendung von mehr als 2 UWB-Radaren, insbesondere 3 UWB-Radaren erzeugt einen größeren Aufwand an Einzelkomponenten, verbunden mit etwas höheren Investitionskosten. Allerdings sind, wie bereits beschrieben, die UWB-Radare vergleichsweise kostengünstig zu beschaffen. Der Vorteil bei der Erzeugung von Messwerten über 3 oder mehr UWB-Radare bewirkt andererseits eine höhere Sicherheit bei der Beurteilung der Messergebnisse. So kann, wenn 2 UWB-Radare übereinstimmende Messergebnisse erzeugen, davon ausgegangen werden, dass diese die richtigen Messergebnisse bereitstellen, während ein UWB-Radar, welches hiervon abweichende Messwerte erzeugt, mit hoher Wahrscheinlichkeit falsche Messergebnisse liefert und deswegen nicht berücksichtigt wird.

[0023] Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass für die Übereinstimmung von Messergebnissen verschiedener UWB-Radare ein Toleranzbereich definiert wird.

[0024] Die Bestimmung eines Toleranzbereiches für die Messergebnisse ist vorteilhaft, weil die Erzeugung exakt derselben Messergebnisse durch 2 UWB-Radare häufig nicht sichergestellt werden kann. Allerdings reicht es für die Auswahl durch den Voter (die Votereinrichtung) auch aus, wenn die Messergebnisse der beiden UWB-Radare genügend nah beieinanderliegen. In diesem Fall wird von einer Übereinstimmung der Messergebnisse ausgegangen. Durch Wahl eines Toleranzbereiches lässt sich die Empfindlichkeit des Votingverfahrens überdies direkt beeinflussen und an die Sicherheitsanforderungen anpassen.

[0025] Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Anzahl der Fälle und/oder der Zeitpunkt des Auftretens der Fälle und/oder Häufigkeit der Fälle, in denen die Integrität der Messergebnisse nicht bestätigt wird, für jedes UWB-Radar in einer Speichereinrichtung abgespeichert wird.

[0026] Mit anderen Worten ist hiermit die Abspeicherung der auftretenden Fehler gemeint. Dies macht es vorteilhaft möglich, dass bei der Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens zusätzliche Aspekte berücksichtigt werden können, die Einfluss auf das erfindungsgemäße Verfahren haben können (dazu im Folgenden noch mehr).

[0027] Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Notwendigkeit eines Austausches eines UWB-Radars angezeigt wird, wenn die Anzahl oder die Häufigkeit der abgespeicherten Fälle einen Grenzwert überschreitet.

[0028] Damit ist die Ermittlung der Erforderlichkeit eines Austauschs eine mögliche und vorteilhafte Anwendung, die zusätzliche Daten, die hinsichtlich der Häufigkeit des Auftretens von Fehlern erfasst wurden, sinnvoll

ausgewertet werden können. Hierdurch wird der dauerhafte Betrieb beispielsweise der eisenbahntechnischen Anlage möglich, welche, wie oben bereits erläutert, typischerweise auf eine Betriebsdauer von 25 Jahren ausgelegt sind, während die UWB-Radare durchaus auch schon früher ausfallen können (oder vor dem ausfallen rechtzeitig ausgetauscht werden müssen).

[0029] Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass mehrere UWB-Radareinrichtungen zum Einsatz kommen, mit denen eine Ortung des Fahrzeugs aus unterschiedlichen Richtungen erfolgt.

[0030] Als UWB-Radareinrichtungen im Sinne der Erfindung sind jeweils aus 2 oder mehr Radar bestehende Vorrichtungen zu verstehen. Während eine UWB-Radareinrichtung mehrere UWB-Radare braucht, damit ein Votingverfahren angewendet werden kann, können mehrere UWB-Radareinrichtungen insbesondere an unterschiedlichen Orten betrieben werden, weswegen beispielsweise eine Kreuzpeilung des Fahrzeugs möglich wird. Diese Verwendung ist insbesondere für das autonome Fahren außerhalb schienengebundener Fahrwege von großer Bedeutung, da die Fahrzeuge sich bei diesen Anwendungen frei auf der zur Verfügung stehenden Verkehrsfläche bewegen können. Aber auch für den gleisgebundenen Betrieb kann eine zweidimensionale Ortung des Fahrzeugs von großem Vorteil sein. Beispielsweise lässt sich bei Vorliegen mehrerer Gleise damit die Gleisbelegung der einzelnen Gleise mit einer höheren Ortsgenauigkeit ermitteln.

[0031] Die genannte Aufgabe wird alternativ mit dem eingangs angegebenen Anspruchsgegenstand (Zugsicherungseinrichtung) erfindungsgemäß auch dadurch gelöst, dass die Ortungseinheit mindestens zwei redundant angeordnete UWB-Radare aufweist, die an eine Votereinrichtung angeschlossen sind. Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass diese dazu ausgebildet ist, das vorstehend genannte Verfahren durchzuführen. Die mit der Zugsicherungseinrichtung und deren Betrieb verbundenen Vorteile sind obenstehend bereits erläutert worden (im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Verfahren) und werden daher an dieser Stelle nicht noch einmal erläutert.

[0032] Des Weiteren wird ein Computerprogrammprodukt mit Programmbefehlen zur Durchführung des genannten erfindungsgemäßen Verfahrens und/oder dessen Ausführungsbeispielen beansprucht, wobei mittels des Computerprogrammprodukts jeweils das erfindungsgemäße Verfahren und/oder dessen Ausführungsbeispiele durchführbar sind.

[0033] Darüber hinaus wird eine Bereitstellungsvorrichtung zum Speichern und/oder Bereitstellen des Computerprogrammprodukts beansprucht. Die Bereitstellungsvorrichtung ist beispielsweise ein Datenträger, der das Computerprogrammprodukt speichert und/oder bereitstellt. Alternativ und/oder zusätzlich ist die Bereitstellungsvorrichtung beispielsweise ein Netzwerkdienst, ein Computersystem, ein Serversystem, insbesondere ein verteiltes Computersystem, ein cloudbasiertes Rechner-

system und/oder virtuelles Rechnersystem, welches das Computerprogrammprodukt vorzugsweise in Form eines Datenstroms speichert und/oder bereitstellt.

[0034] Diese Bereitstellung erfolgt beispielsweise als Download in Form eines Programmdatenblocks und/oder Befehlsdatenblocks, vorzugsweise als Datei, insbesondere als Downloaddatei, oder als Datenstrom, insbesondere als Downloaddatenstrom, des vollständigen Computerprogrammprodukts. Diese Bereitstellung kann beispielsweise aber auch als partieller Download erfolgen, der aus mehreren Teilen besteht und insbesondere über ein Peer-to-Peer Netzwerk heruntergeladen oder als Datenstrom bereitgestellt wird. Ein solches Computerprogrammprodukt wird beispielsweise unter Verwendung der Bereitstellungsvorrichtung in Form des Datenträgers in ein System eingelesen und führt die Programmbefehle aus, sodass das erfindungsgemäße Verfahren auf einem Computer zur Ausführung gebracht wird oder das Erstellungsgerät derart konfiguriert, dass dieses das erfindungsgemäße Werkstück erzeugt.

[0035] Weitere Einzelheiten der Erfindung werden nachfolgend anhand der Zeichnung beschrieben. Gleiche oder sich entsprechende Zeichnungselemente sind jeweils mit den gleichen Bezugszeichen versehen und werden nur insoweit mehrfach erläutert, wie sich Unterschiede zwischen den einzelnen Figuren ergeben.

[0036] Bei den im Folgenden erläuterten Ausführungsbeispielen handelt es sich um bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung. Bei den Ausführungsbeispielen stellen die beschriebenen Komponenten der Ausführungsformen jeweils einzelne, unabhängig voneinander zu betrachtende Merkmale der Erfindung dar, welche die Erfindung jeweils auch unabhängig voneinander weiterbilden und damit auch einzeln oder in einer anderen als der gezeigten Kombination als Bestandteil der Erfindung anzusehen sind. Des Weiteren sind die beschriebenen Ausführungsformen auch durch weitere der bereits beschriebenen Merkmale der Erfindung ergänzbar.

[0037] Es zeigen:

- Fig. 1 Ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Zugsicherungseinrichtung als schematische Darstellung von oben und
- Fig. 2 ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens als Flussdiagramm, wobei die gemäß Figur 1 dargestellten Funktionselemente in Figur 2 angedeutet sind (das Verfahren lässt sich in ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Computerprogrammprodukts implementieren und gilt somit auch als Ausführungsbeispiel desselben.)

[0038] Gemäß Figur 1 ist eine Zugsicherungseinrichtung ZSE dargestellt, die in dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 1 eine Leitzentrale ist. Diese ist über eine Antenne ANT mit weiteren Antennen ANT einer Ortungseinheit OTG und eines Zugrechners ZR über eine nicht näher dargestellte Funkschnittstelle verbunden. Die an-

gesprochenen Funktionselemente dienen somit der Realisierung einer Zugüberwachung, wobei diese über die Zugsicherungseinrichtung ZSE koordiniert wird.

[0039] Der Zugrechner ZR gehört zu einem Fahrzeug FZG, welches auf einem Gleis GLS unterwegs ist. Hierbei handelt es sich somit bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 1 um ein schienengebundenes Fahrzeug FZG. Allerdings ist auch angedeutet, dass es sich um ein Straßenfahrzeug handeln könnte, welches auf einer Straße SRT unterwegs ist. Diese ist strichpunktartig dargestellt. Das Fahrzeug FZG könnte in diesem Fall für einen autonomen Fahrbetrieb ausgerüstet sein, weswegen eine Überwachung von dessen Bewegung notwendig würde.

[0040] Um die Bewegung des Fahrzeugs FZG (im Folgenden wird von dem Beispiel eines schienengebundenen Fahrzeugs ausgegangen) zu überwachen, ist in dem Fahrzeug FZG in an sich bekannter Weise ein Odometriesensor ODO1, der durch einen Radsensor gebildet sein kann, und am Gleis GLS ein Odometriesensor ODO2, beispielsweise ein Achszähler, angeordnet. Der Odometriesensor ODO1 kommuniziert mit dem Zugrechner und der Odometriesensor ODO2, kommuniziert mit der Ortungseinheit OTG.

[0041] Die Überwachung des Fahrzeugs FZG wird außerdem zusätzlich durch die UWB-Radareinrichtungen RDE1, RDE2, RDE3 unterstützt. Die UWB-Radareinrichtungen RDE1 und RDE2 sind ortsfest in der Nähe des Gleises GLS angeordnet, während die UWB-Radareinrichtung RDE3 am in Fahrtrichtung gesehen vorderen Teil des Fahrzeugs FZG angebracht ist. Die UWB-Radareinrichtungen RDE1 und RDE2 bestehen jeweils aus drei UWB-Radaren RD1, RD2, RD3. Diese sind von unterschiedlicher Bauart bzw. von unterschiedlichen Herstellern, sodass diese in ihrer Funktionsweise nicht zu 100 % übereinstimmen. Dies ist wichtig, da mittels einer Signalverarbeitung (diese wird im Folgenden näher erläutert) das Auftreten systematischer Fehler unterbunden werden soll.

[0042] Das oben Genannte gilt ebenfalls für die UWB-Radare RD1, RD2 der UWB-Radareinrichtung RDE3, die am Fahrzeug FZG montiert ist. Diese dient bei der Fahrt des Fahrzeuges FZG für eine Abstandsermittlung beispielsweise zu vor dem Fahrzeug FZG befindlichen anderen Fahrzeugen auf dem Gleis GLS.

[0043] Die Messergebnisse, die durch die UWB-Radare RD1, RD2 erzeugt werden, werden an eine Votereinrichtung VTE2 in dem Fahrzeug FZG weitergegeben. Hier werden sie einem Votingverfahren unterzogen, welches dazu führt, dass die Messergebnisse der UWB-Radare RD1, RD2 nur dann berücksichtigt werden, wenn diese innerhalb eines festgelegten Toleranzbereichs übereinstimmen oder, anders ausgedrückt, die Integrität der Messergebnisse auf diesem Wege verifiziert wird. Nur unter dieser Voraussetzung werden die Messergebnisse von der Votereinrichtung VTE2 freigegeben und an den Zugrechner ZR weitergegeben.

[0044] Die ortsfest gebundenen UWB-Radareinrichtungen

RDE1, RDE2 arbeiten nach demselben Funktionsprinzip. Diese Radareinrichtungen werden gemäß dem Ausführungsbeispiel von Figur 1 zur Ortung des Fahrzeugs FZG verwendet. Aufgrund ihrer unterschiedlichen Ausrichtung ist beispielsweise eine Kreuzpeilung möglich, um die Position des Fahrzeugs FZG möglichst genau zu bestimmen.

[0045] Die UWB-Radareinrichtung RDE1 und RDE2 übertragen das Messergebnis an die Votereinrichtung VTE1, welche die durch die jeweiligen UWB-Radare RD1, RD2, RD3 jeweils einzeln für die UWB-Radareinrichtung RDE1 und RDE2 ausgewertet. Abhängig von dem Voteresultat der Votereinrichtung VTE1 werden entweder die Messergebnisse eines oder beider oder keiner der UWB-Radareinrichtungen RDE1, RDE2 an die Ortungseinheit OTG weitergegeben.

[0046] Der Figur 2 lässt sich der Verfahrensablauf noch einmal konkret entnehmen. Wie zu erkennen ist, erfolgt die Erzeugung von Messergebnissen in einem Messschritt MSRE in den Radareinrichtungen RDE1, RDE2, RDE3 parallel zu einem Messschritt SENS der Odometriesensoren ODO1, ODO2. Während das Messergebnis SENS der Odometriesensoren ODO1, ODO2 in den Sensoren direkt in einem Schritt der Messwandlung TRANS gewandelt wird, wird jedoch das Messergebnis der UWB-Radareinrichtungen RDE1, RDE2, RDE3 (genau genommen aller in den UWB-Radareinrichtungen verbauten UWB-Radare RD1, RD2, RD3) in einem Vergleichsschritt VOTE durch die Votereinrichtungen VTE1, VTE2 unterzogen. Nach einer Fallunterscheidung INTEG wird das Messergebnis nur dann einem weiteren Verarbeitungsschritt unterworfen, wenn die Integrität gegeben ist.

[0047] Andernfalls führt die mangelnde Integrität des Messergebnisses zu einem Ablehnungsschritt RFSE, sodass das Messergebnis einer Weiterverarbeitung im Sinne einer Zugsicherung nicht mehr zur Verfügung gestellt wird. Dieser Ablehnungsschritt ist außerdem mit einer Rekursionsschleife verbunden, sodass der Messschritt MSRE der betreffenden UWB-Radareinrichtung wiederholt wird. Außerdem leitet der Ablehnungsschritt RFSE einen Zählschritt COUNT ein, sodass die Ereignisse, welche zu einer Ablehnung eines Messergebnisses geführt haben, registriert werden.

[0048] In dem Zugrechner ZR oder in der Ortungseinheit OTG werden vorrangig sicherheitsrelevante Daten weiterverarbeitet, um eine Zugsicherungsmaßnahme PROT daraus abzuleiten. Zur Verfügung stehen die Ergebnisse der Messwandlung TRANS sowie des Verarbeitungsschritts WORK der Messergebnisse der UWB-Radareinrichtungen RDE1, RDE2, RDE3. Außerdem gibt es einen Überprüfungsschritt CHECK, der einer Überwachung der gezählten fehlerhaften Ereignisse (oder der daraus folgenden Ablehnungsschritte RFSE) beinhaltet. Sollte bei dem Überprüfungsschritt auffallen, dass eine bestimmte UWB-Radareinrichtung RDE1, RDE2, RDE3 besonders häufig fehlerhafte Messwerte liefert, so kann dem Verhalten nachgegangen werden

und bei Bedarf ein Austausch von Komponenten (beispielsweise der UWB-Radare RD1, RD2, RD3) erfolgen.

[0049] Die Zugsicherungseinrichtung ZSE übernimmt in dem Verfahren, wie angedeutet, übergreifende Steuerungsfunktionen GUIDE. Zu diesem Zweck werden die relevanten Daten für die Zugsicherungsmaßnahme an die Zugsicherungseinrichtung ZSE übertragen. Genauso lässt sich das Ergebnis des Überprüfungsschritts CHECK übertragen, damit beispielsweise eine Wartung koordiniert werden kann.

Bezugszeichenliste

[0050]

FZG	Fahrzeug
RD1, RD2, RD3	UWB-Radar
VTE1, VTE2	Votereinrichtung
RDE1, RDE2, RDE3	UWB-Radareinrichtungen
ZSE	Zugsicherungseinrichtung
OTG	Ortungseinheit
ZR	Zugrechner
MSRE	Messschritt (UWB-Radareinrichtung)
ODO1, ODO2	Odometriesensor
ANT	Antenne
GLS	Gleis
SRT	Straße
SENS	Messschritt (Odometriesensor)
TRANS	Messwandlung (Odometriesensor)
VOTE	Vergleichsschritt (Voter)
INTEG	Entscheidungsschritt über die Integrität des Messergebnisses
WORK	Verarbeitungsschritt
RFSE	Ablehnungsschritt
COUNT	Zählschritt
PROT	Zugsicherungsmaßnahme
CHECK	Überprüfungsschritt
GUIDE	übergreifende Steuerungsfunktion

Patentansprüche

1. Verfahren zur Ortung eines Fahrzeugs (FZG), insbesondere eines schienengebundenen Fahrzeugs (FZG), bei dem zur Ortung eine UWB-Radareinrichtung (RDE1, RDE2, RDE3) genutzt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Ortung des Fahrzeugs (FZG) gleichzeitig mindestens zwei UWB-Radare (RD1, RD2, RD3) verwendet werden, wobei die durch die mindestens zwei UWB-Radare (RD1, RD2, RD3) erzeugten Messergebnisse

- in einer Votereinrichtung (VTE1, VTE2) miteinander verglichen werden,
- für der Fall, dass die Votereinrichtung (VTE1,

- VTE2) die Integrität der Messergebnisse bestätigt, diese für eine weitere Verwendung freigegeben werden,
 • für den Fall, dass die Votereinrichtung (VTE1, VTE2) die Integrität der Messergebnisse nicht bestätigt, diese verworfen werden. 5
2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass mindestens zwei UWB-Radare (RD1, RD2, RD3) unterschiedlicher Bauart und/oder unterschiedlicher Hersteller verwendet werden. 10
3. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass zwei UWB-Radare (RD1, RD2, RD3) verwendet werden, 15
- für der Fall, diese zwei UWB-Radare (RD1, RD2, RD3) übereinstimmende Ergebnisse übermitteln, die Votereinrichtung (VTE1, VTE2) die Integrität der Messergebnisse bestätigt, 20
- für den Fall, dass diese zwei UWB-Radare (RD1, RD2, RD3) unterschiedliche Ergebnisse übermitteln, die Votereinrichtung (VTE1, VTE2) die Integrität der Messergebnisse nicht bestätigt. 25
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass mindestens drei UWB-Radare (RD1, RD2, RD3) verwendet werden, 30
- für der Fall, dass mindestens zwei UWB-Radare (RD1, RD2, RD3) übereinstimmende Ergebnisse übermitteln, die Votereinrichtung (VTE1, VTE2) die Integrität der Messergebnisse bestätigt, 35
- für den Fall, dass alle UWB-Radare (RD1, RD2, RD3) unterschiedliche Ergebnisse übermitteln, die Votereinrichtung (VTE1, VTE2) die Integrität der Messergebnisse nicht bestätigt. 40
5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass für die Übereinstimmung von Messergebnissen verschiedener UWB-Radare (RD1, RD2, RD3) ein Toleranzbereich definiert wird. 45
6. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Anzahl der Fälle und/oder der Zeitpunkt des Auftretens der Fälle und/oder Häufigkeit der Fälle, in denen die Integrität der Messergebnisse nicht bestätigt wird, für jedes UWB-Radar (RD1, RD2, RD3) in einer Speichereinrichtung abgespeichert wird. 50
7. Verfahren nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Notwendigkeit eines Austausches eines UWB-Radars (RD1, RD2, RD3) angezeigt wird, wenn die Anzahl oder die Häufigkeit der abgespeicherten Fälle einen Grenzwert überschreitet. 55
8. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass mehrere UWB-Radareinrichtungen (RDE1, RDE2, RDE3) zum Einsatz kommen, mit denen eine Ortung des Fahrzeugs (FZG) aus unterschiedlichen Richtungen erfolgt.
9. Zugsicherungseinrichtung (ZSE) mit einer Ortungseinheit (OTG),
dadurch gekennzeichnet,
dass die Ortungseinheit (OTG) mindestens zwei redundant angeordnete UWB-Radare (RD1, RD2, RD3) aufweist, die an eine Votereinrichtung (VTE1, VTE2) angeschlossen sind.
10. Zugsicherungseinrichtung (ZSE) nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass diese dazu ausgebildet ist, eine Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7 durchzuführen.
11. Computerprogrammprodukt mit Programmbefehlen zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 8.
12. Bereitstellungsvorrichtung für das Computerprogrammprodukt nach Anspruch 11, wobei die Bereitstellungsvorrichtung das Computerprogrammprodukt speichert und/oder bereitstellt.

FIG 1

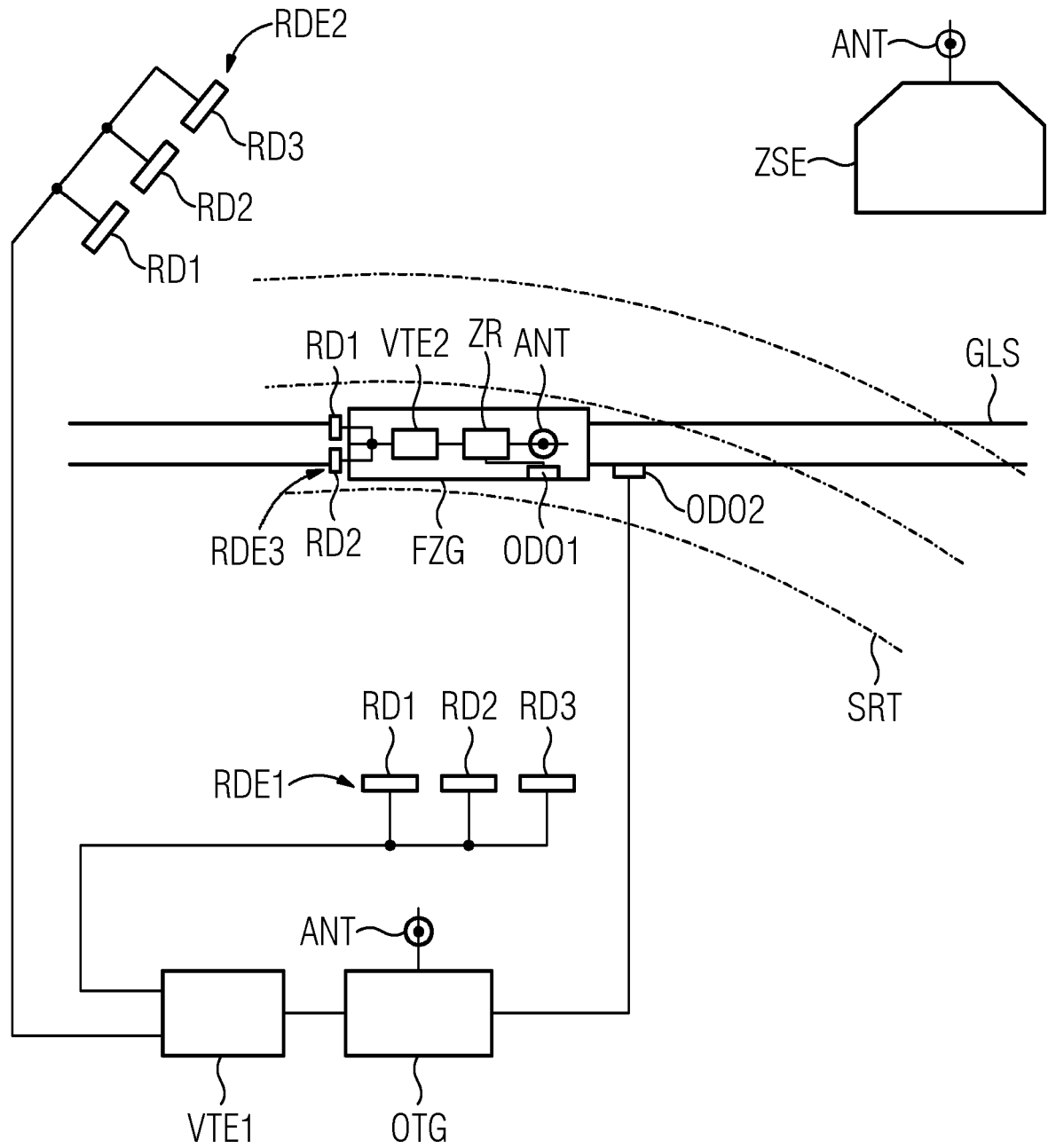
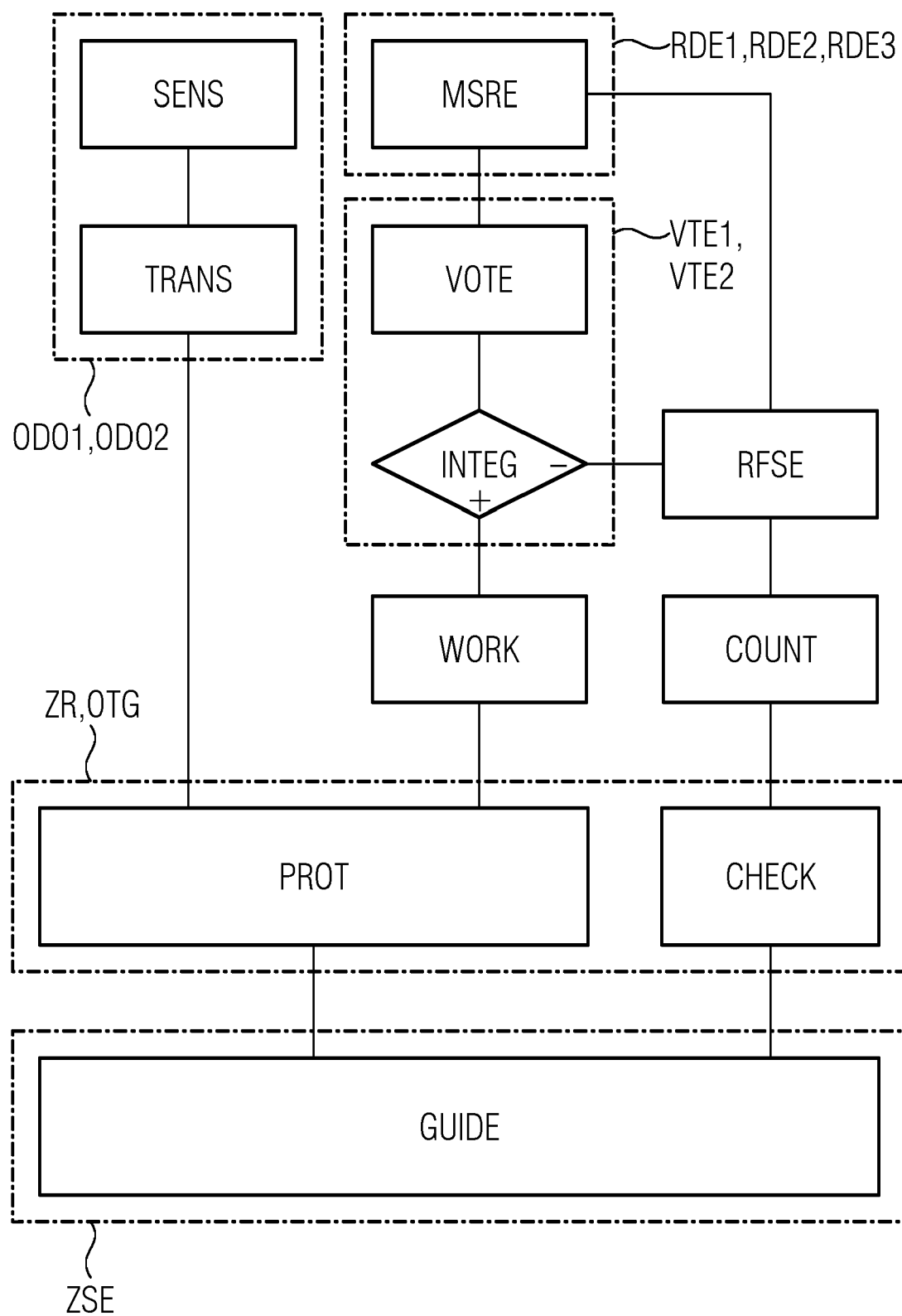


FIG 2





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 20 19 1439

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 2018/158711 A1 (THALES CANADA INC [CA]) 7. September 2018 (2018-09-07) * Absatz [0117] - Absatz [0139]; Anspruch 1; Abbildungen 9,10 * * Absätze [0061], [0188], [0245] * -----	1-12	INV. B61L25/02
A	DE 31 24 068 A1 (LICENTIA GMBH [DE]) 5. Januar 1983 (1983-01-05) * Seite 6, Zeile 13 - Zeile 21; Anspruch 1; Abbildungen 1-3 * -----	1-12	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B61L
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 15. Januar 2021	Prüfer Riccio, Ettore
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 : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 20 19 1439

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.

15-01-2021

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	WO 2018158711	A1	07-09-2018	EP 3589528 A1	08-01-2020
				US 2020070860 A1	05-03-2020
15				WO 2018158711 A1	07-09-2018
	DE 3124068	A1	05-01-1983	KEINE	
20					
25					
30					
35					
40					
45					
50					
55					

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- CN 103587555 A [0003]
- US 2018362058 A [0004]