



(11) **EP 4 389 558 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**26.06.2024 Patentblatt 2024/26**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):  
**B61L 15/00<sup>(2006.01)</sup> B61L 23/04<sup>(2006.01)</sup>**  
**B61L 27/60<sup>(2022.01)</sup>**

(21) Anmeldenummer: **22216388.3**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):  
**B61L 27/60; B61L 15/0063; B61L 15/0081;**  
**B61L 23/041**

(22) Anmeldetag: **23.12.2022**

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

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

(72) Erfinder: **Braband, Jens**  
**38106 Braunschweig (DE)**

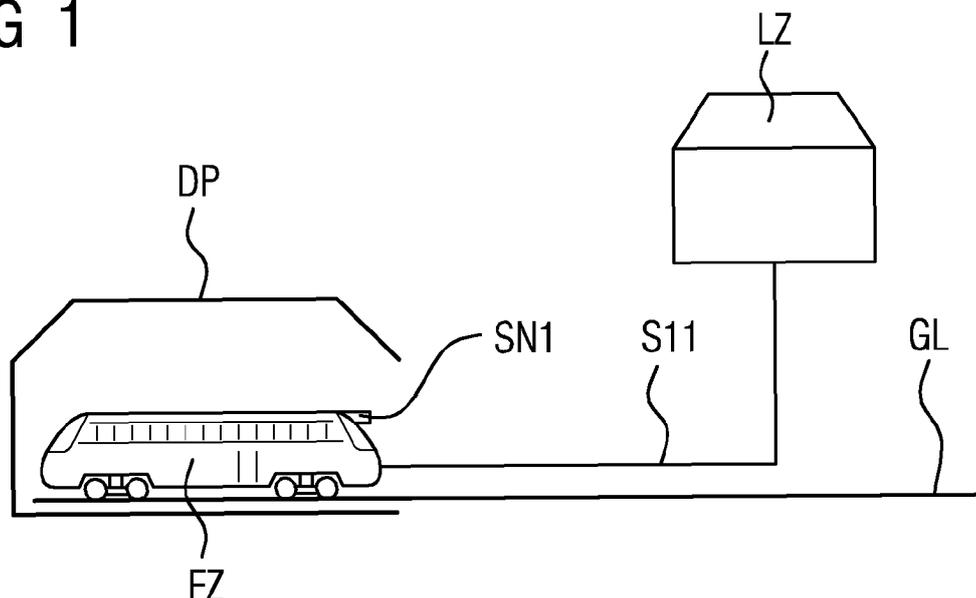
(74) Vertreter: **Siemens Patent Attorneys**  
**Postfach 22 16 34**  
**80506 München (DE)**

(54) **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM ERPROBEN EINER HINDERNISERKENNUNG FÜR EINEM GEFAHRENRAUM**

(57) Die Erfindung umfasst ein Verfahren zum Erproben einer Hinderniserkennung für einen Gefahrenraum (GFR), der in Fahrtrichtung (FR) vor einem spurgeführten Fahrzeug (FZ) liegt, bei dem eine Sensoreinrichtung (SN1, SN2) in oder an dem Gefahrenraum (GFR) liegende Objekte (OB) erfasst, die erfassten Objekte (OB) rechnergestützt erkannt werden und zur Erkennung von Hindernissen (HD) rechnergestützt bewertet werden. Die Erprobung wird in einer ersten Erprobungsphase (EP1) außerhalb des laufenden Regelbetriebs eine die Sensor-

einrichtung (SN1, SN2) aufweisende Hardware auf ihre Funktion überprüft. In einer zweiten Erprobungsphase wird während des laufenden Regelbetriebs des Fahrzeugs (FZ) die Erkennung von Hindernissen (HD) erprobt, wobei die durch das Erproben der Hinderniserkennung erkannten Hindernisse (HD) bei dem Regelbetrieb des Fahrzeugs (FZ) unberücksichtigt bleiben. Ferner umfasst die Erfindung eine Anordnung zur Erkennung von Hindernissen, ein Computerprogrammprodukt sowie eine Bereitstellungsvorrichtung.

**FIG 1**



**EP 4 389 558 A1**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft Verfahren zum Erproben einer Hinderniserkennung für einen Gefahrenraum. Außerdem betrifft die Erfindung Anordnung zur Erkennung von Hindernissen mit einer Sensoreinrichtung zum Erfassen von Objekten in einem Gefahrenraum. Zuletzt betrifft die Erfindung ein Computerprogramm sowie eine Bereitstellungsvorrichtung für dieses Computerprogramm, wobei das Computerprogramm mit Programm-befehlen zur Durchführung dieses Verfahrens ausgestattet ist.

**[0002]** In der Automobilindustrie gibt es weit verbreitete Algorithmen zur Hinderniserkennung, die aber in der offenen Straßenumgebung noch nicht zum Einsatz kommen, da in der Vergangenheit bereits Fälle von Versagen mit Unfallfolge bekannt geworden sind. Grundsätzlich erfolgt die Erkennung von Hindernissen dadurch, dass mittels einer geeigneten Sensorik (optische Sensoren, Radar, Ultraschall) Objekte im vor dem Fahrzeug liegenden Bereich als solche erkannt werden und rechnergestützt vorzugsweise durch Nutzung von künstlicher Intelligenz klassifiziert werden. Das Ergebnis der Klassifikation ist die Erkennung derjenigen Objekte, die als Hindernis zu werten sind. Ein Hindernis ist in diesem Zusammenhang ein Objekt, mit dem eine Kollision mit dem betreffenden Fahrzeug droht.

**[0003]** Andererseits können auch Objekte erkannt werden, die beispielsweise außerhalb des Fahrweges des Fahrzeuges stehen, weswegen keine Kollision droht. Diese werden auch nicht als Hindernis klassifiziert. Insbesondere bei Bahnstrecken gibt es eine Vielzahl von Objekten, die die Strecke säumen. Als Beispiele sind Signale, Weichen, Gleiselemente wie Balisen, Oberleitungen, Tunnel, Bahnhöfe und dergleichen zu nennen. Diese dürfen nicht als Hindernis klassifiziert werden, da das Fahrzeug ungehindert daran vorbeifahren soll.

**[0004]** Gefahrenräume können beispielsweise durch Bahnübergänge oder Bahnsteige, Tunnelleingänge oder Brücken gebildet sein. Der Gefahrenraum ist dabei der Gleisbereich, der bei Durchfahrt eines Fahrzeugs, also dem Zug, frei von Hindernissen sein muss. Bahnübergänge mit (Voll-)Schranken werden vom Personal oder mit verhältnismäßig teuren Radarscannern überwacht, die eine Sicherheitszulassung (Sicherheitsstufe SIL-3) benötigen. Auch bei der Überwachung von Bahnsteigen z. B. bei der VAG Nürnberg werden sehr aufwändige Lösungen mit Radarscannern eingesetzt.

**[0005]** Beim automatischen Fahren insbesondere auf der Schiene müssen Hindernisse sicher erkannt werden. Die Sicherheitsanforderungen hängen nach DIN V0831-103 entscheidend vom sog. proof-test-interval (PTI) ab. Ein Proof Test (PT) ist ein externer Test zum Erproben einer Applikation, der die komplette Funktion einer Applikation bestätigt. Das PTI beschreibt somit die Intervalle, die zwischen 2 aufeinanderfolgenden PT einzuhalten sind. In der Regel ist dieser schwer in den Betrieb integrierbar, so dass in der Regel  $PTI > 1$  Jahr üblich

sind, um die Verfügbarkeit der betreffenden Applikation möglichst wenig einzuschränken.

**[0006]** AI Anwendungen werden derzeit nicht für Safety-Anwendungen (also Anwendungen auf einem hohen Sicherheitslevel) im Bahnbereich zugelassen, insbesondere, da ihre genaue Funktion nur schwer nachvollzogen werden kann und auch nicht die geforderten Entfernungen, die im Bahnbereich für eine Sensorik notwendig sind, abdeckt werden können. Sie können nur wie eine Black Box behandelt werden, die mit spezifischen Methoden überwacht werden muss. Dies ist ein besonderes Problem bei der Hinderniserkennung für das automatische Fahren auf der Schiene, die mit einer hohen Sicherheit erfolgen muss. Bei der Verwendung von AI kann nicht vorhergesehen werden, wie weit die Sensorik in der konkreten Situation Hindernisse erkennen kann und ob sie überhaupt ausreichend erkenntnisfähig ist, und es ist nicht klar festzustellen, ob das Lichtprofil einer Strecke frei von Hindernissen ist.

**[0007]** Unter künstlicher Intelligenz (im Folgenden auch mit KI abgekürzt) ist im Rahmen dieser Erfindung im engeren Sinne das rechnergestützte Machine Learning (im Folgenden auch mit ML abgekürzt) zu verstehen. Es geht dabei um das statistische Lernen der Parametrisierung von Algorithmen, vorzugsweise für sehr komplexe Anwendungsfälle. Mittels ML erkennt und erlernt das System anhand von zuvor eingegebenen Lern-daten Muster und Gesetzmäßigkeiten bei den erfassten Prozessdaten. Mithilfe geeigneter Algorithmen können durch ML eigenständig Lösungen zu aufkommenden Problemstellungen gefunden werden. ML gliedert sich in drei Felder - überwachtes Lernen, unüberwachtes Lernen und bestärkendes Lernen (Reinforcement Learning), mit spezifischeren Anwendungen, zum Beispiel Regression und Klassifikation, Strukturerkennung und -vorhersage, Datengenerierung (Sampling) oder autonomes Handeln.

**[0008]** Beim überwachten Lernen wird das System durch den Zusammenhang von Eingabe und zugehöriger Ausgabe bekannter Daten trainiert und erlernt auf diese Weise approximativ funktionale Zusammenhänge. Dabei kommt es auf die Verfügbarkeit geeigneter und ausreichender Daten an, denn wenn das System mit ungeeigneten (z.B. nicht-repräsentativen) Daten trainiert wird, so lernt es fehlerhafte funktionale Zusammenhänge. Beim unüberwachten Lernen wird das System ebenfalls mit Beispieldaten trainiert, jedoch nur mit Eingabedaten und ohne Zusammenhang zu einer bekannten Ausgabe. Es lernt, wie Datengruppen zu bilden und zu erweitern sind, was typisch für den betreffenden Anwendungsfall ist und wo Abweichungen bzw. Anomalien auftreten. Dadurch lassen sich Anwendungsfälle beschreiben und Fehlerzustände entdecken. Beim bestärkenden Lernen lernt das System durch Versuch und Irrtum, indem es zu gegebenen Problemstellungen Lösungen vorschlägt und über eine Feedbackfunktion eine positive oder negative Bewertung zu diesem Vorschlag erhält. Je nach Belohnungsmechanismus erlernt das KI-System,

entsprechende Funktionen auszuführen.

**[0009]** Das maschinelle Lernen kann beispielsweise durch künstliche neuronale Netze (im Folgenden für artificial neural network, kurz ANN genannt) durchgeführt werden. Künstliche neuronale Netze basieren meist auf

**[0010]** Grundsätzlich können auch andere künstliche Neuronen Anwendung in ANN finden, z. B. das High-Order-Neuron. Die Topologie eines Netzes (die Zuordnung von Verbindungen zu Knoten) muss abhängig von seiner Aufgabe bestimmt werden. Nach der Konstruktion eines Netzes folgt die Trainingsphase, in der das Netz "lernt". Dabei kann ein Netz beispielsweise durch folgende Methoden lernen:

- Entwicklung neuer Verbindungen
- Löschen existierender Verbindungen
- Ändern der Gewichtung (der Gewichte von Neuron j zu Neuron i)
- Anpassen der Schwellenwerte der Neuronen, sofern diese Schwellenwerte besitzen
- Hinzufügen oder Löschen von Neuronen
- Modifikation von Aktivierungs-, Propagierungs- oder Ausgabefunktion

**[0011]** Außerdem verändert sich das Lernverhalten bei Veränderung der Aktivierungsfunktion der Neuronen oder der Lernrate des Netzes. Praktisch gesehen lernt ein ANN hauptsächlich durch Modifikation der Gewichte der Neuronen. Eine Anpassung des Schwellwertes kann hierbei durch ein on-Neuron miterledigt werden. Dadurch sind ANN in der Lage, komplizierte nichtlineare Funktionen über einen Lernalgorithmus, der durch iterative oder rekursive Vorgehensweise aus vorhandenen Ein- und gewünschten Ausgangswerten alle Parameter der Funktion zu bestimmen versucht, zu erlernen. ANN sind dabei eine Realisierung des konnektionistischen Paradigmas, da die Funktion aus vielen einfachen gleichartigen Teilen besteht. Erst in ihrer Summe wird das Verhalten komplex.

**[0012]** Der bekannte Stand der Technik, ein Artikel mit dem Titel "Ein ICE in Lichterfelde: DB-Versuchszug fährt auf der Berliner Goerzbahn" veröffentlicht: <https://www.deutschebahn.com/pr-berlin-de/aktuell/presseinformationen/Ein-ICE-in-Lichterfelde-DB-Versuchszug-faehrt-auf-der-Berliner-Goerzbahn--5888114>, von dem die Erfindung ausgeht, betrifft einen Verfahren zur Hinderniserkennung gemäß Anspruch 1. Die dargestellten Probleme machen es demnach erforderlich, dass eine automatische Hinderniserkennung vor ihrem sicherheitsrelevanten Einsatz unter Realbedingungen getestet wird.

**[0013]** Danach soll eine im Augenblick ungenutzte Strecke in Berlin-Lichterfelde für die Erprobung von Hinderniserkennungssystemen mit einem Versuchszug der Deutschen Bahn, dem sogenannten advanced TrainLab, einem dieselgetriebenen ICE der Baureihe 605, verwendet werden. Nach Angaben der Bahn bietet die 2,5 km

lange Strecke optimale Voraussetzungen, um verschiedene Systeme zur Objekt- und Hinderniserkennung sowie zur Umfeld-Wahrnehmung zu erproben. Es gebe rund 40 Stellen, an denen der Autoverkehr den Streckenabschnitt quere.

**[0014]** Bei einer Erprobung im realen Umfeld bestehen jedoch hohe Anforderungen an die Sicherheit. Insbesondere kann eine Erprobung nur mit geringer Geschwindigkeit erfolgen, damit Unfälle mit realen Verkehrsteilnehmern gegebenenfalls durch eine Notbremsung verhindert werden können.

**[0015]** In der nachveröffentlichten europäischen Patentanmeldung mit dem Aktenzeichen 21209512.9 ist ein Verfahren zum Erproben einer Hinderniserkennung von Fahrzeugen beschrieben, bei dem eine Sensoreinrichtung Hindernisse erkennt und diese Hindernisse rechnergestützt bewertet werden. Zum Zwecke der Erprobung werden Testobjekte an einer Teststrecke derart in das Lichtraumprofil eines Fahrzeugs hineinbewegt, dass diese als Hindernisse erkannt werden müssen. Für den Fall, dass das Fahrzeug die Hindernisse nicht erkennt, werden diese zur Vermeidung von Kollisionen wieder aus dem Lichtraumprofil entfernt, bevor das Fahrzeug diese erreichen würde. Für dieses Verfahren der Erprobung müssen somit eine Teststrecke und entsprechend präparierte Hindernisse zur Verfügung stehen.

**[0016]** Die Aufgabe der Erfindung ist es, Verfahren zur Erprobung der Hinderniserkennung eines Fahrzeugs anzugeben, welches unter möglichst realistischen Bedingungen (insbesondere hinsichtlich realisierter Geschwindigkeiten) ablaufen kann und dabei hohe Anforderungen an die Sicherheit (Safety) erfüllt. Außerdem ist es Aufgabe der Erfindung, eine Anordnung anzugeben, welche ein solches Verfahren ausführen kann. Zuletzt besteht die Aufgabe der Erfindung darin, ein Computerprogrammprodukt sowie eine Bereitstellungsvorrichtung für dieses Computerprogrammprodukt anzugeben, mit dem das vorgenannte Verfahren durchgeführt werden kann.

**[0017]** Diese Aufgabe wird mit dem eingangs angegebenen Verfahren zum Erproben einer Hinderniserkennung für einen Gefahrenraum, der in Fahrtrichtung vor einem spurgeführten Fahrzeug liegt, bei dem eine Sensoreinrichtung, kurz ein Sensor, in oder an dem Gefahrenraum liegende Objekte erfasst, die erfassten Objekte rechnergestützt erkannt werden und zur Erkennung von Hindernissen rechnergestützt bewertet werden, erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die Erprobung

- in einer ersten Erprobungsphase außerhalb des laufenden Regelbetriebs eine die Sensoreinrichtung aufweisende Hardware auf ihre Funktion überprüft wird, und
- in einer zweiten Erprobungsphase während des laufenden Regelbetriebs des Fahrzeugs (FZ) die Erkennung von Hindernissen erprobt wird, wobei die durch das Erproben der Hinderniserkennung erkannten Hindernisse HD bei dem Regelbetrieb des

Fahrzeugs unberücksichtigt bleiben.

**[0018]** Der Regelbetrieb des Fahrzeugs ist derjenige Betriebszustand, in dem ein mit dem Betrieb des Fahrzeugs verbundener Sicherheitsstandard eingehalten werden muss. Teil dieses Sicherheitsstandards ist dann auch eine funktionierende Hinderniserkennung im Gefahrenraum vor dem Fahrzeug.

**[0019]** Außerhalb des laufenden Regelbetriebs können die Sicherheitsstandards aufgehoben oder vermindert sein. Ein im Depot abgestelltes Fahrzeug benötigt beispielsweise keine Gefahrenraumüberwachung. Höchstens eine Überwachung, dass sich das Fahrzeug im abgestellten Zustand bewegt hat, ist erforderlich (cold Movement Detektion genannt). Auch bei der Fahrt durch das Depot können die Sicherheitsstandards herabgesetzt sein, weil es sich bei dem Depot um einen vor der Öffentlichkeit abgeschlossenen Raum handelt. Hier ist ausschließlich geschultes Personal im Einsatz, welches mit Gefahren vertraut ist, die aufgrund einer Herabsetzung des Sicherheitsstandards entstehen könnten.

**[0020]** Bei der Anwendung des Verfahrens müssen die durch das Erproben der Hinderniserkennung erkannten Hindernisse für den Regelbetrieb des Fahrzeugs unberücksichtigt bleiben. Während der Erprobung kann nämlich nicht sichergestellt werden, dass die erkannten Hindernisse tatsächlich in der Realität vorliegen. Dies hängt damit zusammen, dass während der Erprobung geeignete Testroutinen abgearbeitet werden, bei denen beispielsweise virtuelle Hindernisse bewertet werden (hierzu im Folgenden noch mehr). Dies bedeutet aber auch, dass eine Hinderniserkennung parallel auf anderem Wege erfolgen muss. Diese Hinderniserkennung kann beispielsweise durch einen Operator, also einen für diesen Zweck geschulten Mitarbeiter, durchgeführt werden. Hierbei kann es sich um einen Zugführer handeln, der im Regelbetrieb ansonsten durch die Hinderniserkennung nur unterstützt wird. Bei einem fahrerlosen Fahrzeug kann der Operator auch Remote hinzugeschaltet werden, indem dieser beispielsweise ein Kamerasystem nutzt, welches in der zweiten Erprobungsphase nicht integriert ist (zu einer zweiten Sensoreinrichtung im Folgenden noch mehr).

**[0021]** Die erste Erprobungsphase und die zweite Erprobungsphase müssen nicht notwendigerweise in der Reihenfolge ihrer Nummerierung ausgeführt werden. Wichtig ist lediglich, dass innerhalb der geltenden PTI sowohl die erste Erprobungsphase als auch die zweite Erprobungsphase erfolgreich abgeschlossen wird.

**[0022]** Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass für die erste Erprobungsphase und für die zweite Erprobungsphase ein gemeinsames Prooftestintervall festgelegt ist und dieses Prooftestintervall sowohl für die Durchführung der ersten Erprobungsphase als auch für die Durchführung der zweiten Erprobungsphase berücksichtigt wird.

**[0023]** Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass für die erste Erprobungsphase ein ers-

tes Prooftestintervall und für die zweite Erprobungsphase ein zweites Prooftestintervall festgelegt ist und das erste Prooftestintervall für die Durchführung der ersten Erprobungsphase und das zweite Prooftestintervall für die Durchführung der zweiten Erprobungsphase berücksichtigt wird.

**[0024]** Unter einem Berücksichtigen des Prooftestintervalls ist erfindungsgemäß zu verstehen, dass innerhalb des jeweils für die betrachtete Erprobungsphase relevanten Prooftestintervalls (also entweder dem einen gemeinsamen Prooftestintervall für die erste und die zweite Erprobungsphase oder jeweils dem Prooftestintervall für die erste Erprobungsphase und dem Prooftestintervall für die zweite Erprobungsphase) jeweils mindestens eine erste Erprobungsphase bzw. eine zweite Erprobungsphase der Erprobung liegt.

**[0025]** Vorzugsweise können auch mehrere der ersten Erprobungsphasen und der zweiten Erprobungsphasen in dem relevanten Prooftestintervall liegen, wenn sich zum Beispiel für die Durchführung eine günstige Gelegenheit ergibt. Diese Gelegenheit kann sich beispielsweise für die erste Erprobungsphase durch einen genügend langen Depotaufenthalt des Fahrzeugs ergeben. Auch wenn das Prooftestintervall noch nicht abgelaufen ist, so verlängert sich der zur Verfügung stehende Zeitraum für die nachfolgende jeweilige (erste oder zweite) Erprobungsphase nach erfolgter Erprobungsphase vorzugsweise um die gesamte Länge des relevanten Prooftestintervalls.

**[0026]** Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die die Sensoreinrichtung in der zweiten Erprobungsphase parallel zu einer zugelassenen Freimeldeeinrichtung für den Gefahrenraum betrieben wird, wobei die Hinderniserkennung durch die zugelassene Freimeldeeinrichtung durchgeführt wird.

**[0027]** Diese Variante der Erfindung setzt voraus, dass auf dem Fahrzeug redundant zwei Systeme zur Hinderniserkennung zur Verfügung stehen und zumindest das System der Freimeldeeinrichtung im alleinigen Betrieb die erforderliche Sicherheit des Regelbetriebs des Fahrzeugs garantiert. Steht eine solche Freimeldeeinrichtung zur Verfügung, kann die zweite Erprobungsphase vorteilhaft jederzeit durchgeführt werden, ohne dass ein Operator für eine Überwachung des Gefahrenraums auf Hindernisse zur Verfügung stehen muss.

**[0028]** Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass in der ersten Erprobungsphase Testbedingungen erzeugt werden, wobei die Testbedingungen mit ein Hindernis anzeigenden realen Bedingungen übereinstimmen, und das in der ersten Testphase geprüft wird, ob unter den Testbedingungen ein Hindernis erkannt wird.

**[0029]** Die Testbedingungen stellen also mit anderen Worten ein virtuelles Hindernis in einer virtuellen Betriebsumgebung zur Verfügung, in dem Sinne, dass die Betriebsumgebung nicht auf der realen Strecke liegt und das Hindernis das Fahrzeug nicht gefährdet. Dabei kann es sich um die dreidimensionale Nachbildung der Be-

triebsumgebung und die dreidimensionale Nachbildung eines echten Hindernisses handeln, beispielsweise um die Attrappe eines auf dem Gleis liegenden Baumes oder eines Nutztieres wie eines Schafes oder einer Kuh. Es ist aber auch besonders vorteilhaft möglich, dass die Betriebsumgebung und die Hindernisse nur dargestellt werden, beispielsweise zweidimensional. So kann auf einem Bildschirm ein Testbild erzeugt werden, welches das Hindernis darstellt, wenn die zu erprobenden Sensoren optische Sensoren sind. Wenn die Sensorik beispielsweise ein Radar ist, können die Testbedingungen auch erzeugt werden, indem geeignete Radarsignale ausgestrahlt werden, die ein Reflexionsmuster der Betriebsumgebung bzw. eines Hindernisses simulieren. Wichtig ist dabei, dass die virtuellen Hindernisse durch den zu erprobenden Sensor nicht oder nur sehr schwer von realen Hindernissen im Regelbetrieb zu unterscheiden sind oder mit anderen Worten genauso wie die realen Hindernisse in der realen Betriebsumgebung erkannt werden. Es sollen also möglichst realitätsnahe Erprobungsbedingungen erzeugt werden, sodass der Sensor die virtuellen Testbedingungen sozusagen mit realen Bedingungen verwechselt.

**[0030]** Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass in der zweiten Erprobungsphase eine reale Betriebsumgebung genutzt wird, wobei Testdaten, die mit unter realen Bedingungen ein Hindernis beschreibenden Sensordaten übereinstimmen, mit Sensordaten der realen Betriebsumgebung kombiniert werden, und das in der zweiten Erprobungsphase geprüft wird, ob unter den realen Bedingungen ein Hindernis erkannt wird.

**[0031]** Um die zweite Erprobungsphase durchzuführen, muss sich das Fahrzeug mit dem Sensor daher in der realen Betriebsumgebung befinden, also vorzugsweise während des laufenden Regelbetriebs erprobt werden. Daher ist es auch erforderlich, die Funktion der Hinderniserkennung, die sich in der Erprobung befindet, durch ein parallellaufendes System / Verfahren der Hinderniserkennung zu ersetzen, da in dieser zweiten Erprobungsphase die Meldung eines Hindernisses durch die zu erprobende Hinderniserkennung nicht verlässlich ist (es handelt sich nämlich sehr wahrscheinlich um ein virtuelles, in die reale Umgebung integriertes Test-Hindernis). Daher übernimmt während der zweiten Erprobungsphase beispielsweise ein Remote Operator den Zug und ersetzt die Hinderniserkennung. Er steuert auch ggf. die Bremsen an. Die automatische Hinderniserkennung des zu erprobenden Systems ist also für die Dauer des Tests aktiv, greift aber nicht in den Zugbetrieb ein. Eine Kommunikation erfolgt stattdessen mit der ablaufenden Testroutine der Erprobung.

**[0032]** Für den Test kann ein sogenannter Testgenerator zum Einsatz kommen. Hierbei handelt es sich zumindest um ein Computerprogramm vorzugsweise auch um eine Hardware, auf der das Computerprogramm installiert ist. Diese Hardware kann allerdings auch durch die im Fahrzeug festverbaute haben Wert zur Verfügung gestellt werden. Die realen Bilder werden an einen Test-

generator umgeleitet und dieser spielt die Test-Hindernisse in den Stream mit ein. Verzögerungen sind hier nicht von Belang, solange die Tests nicht unrealistisch sind. Die Hindernisse werden den wahren Bildern überlagert. Z. B. kann der Testgenerator anhand der Schienen erkennen, wo und in welcher Entfernung Hindernisse eingespielt werden können und so die kombinierten Daten erzeugen.

**[0033]** Beispielsweise kann es sich bei den kombinierten Daten, also durch den Sensor gemessenen Daten der realen Betriebsumgebung kombiniert mit den Testdaten, die unter realen Bedingungen ein Hindernis beschreiben würden, um Bilddaten handeln, wenn es sich bei dem Sensor um einen optischen Sensor handelt. Diese Bilddaten können beispielsweise derart erzeugt werden, dass die Bildpixel, die das Hindernis darstellen sollen, mit den Bilddaten des Hindernisses überschrieben werden, sodass in diesem Bereich das reale Bild der realen Betriebsumgebung, welches mit dem Sensor aufgenommen wurde, nicht zu sehen ist.

**[0034]** Unter "rechnergestützt" oder "computerimplementiert" kann im Zusammenhang mit der Erfindung eine Implementierung des Verfahrens verstanden werden, bei dem mindestens ein Computer oder Prozessor mindestens einen Verfahrensschritt des Verfahrens ausführt.

**[0035]** Der Ausdruck "Rechner" oder "Computer" deckt alle elektronischen Geräte mit Datenverarbeitungseigenschaften ab. Computer können beispielsweise Personal Computer, Server, Handheld-Computer, Mobilfunkgeräte und andere Kommunikationsgeräte, die rechnergestützt Daten verarbeiten, Prozessoren und andere elektronische Geräte zur Datenverarbeitung sein, die vorzugsweise auch zu einem Netzwerk zusammengeschlossen sein können.

**[0036]** Unter einem "Prozessor" kann im Zusammenhang mit der Erfindung beispielsweise einen Wandler einen Sensor zur Erzeugung von Messsignalen oder eine elektronische Schaltung, verstanden werden. Bei einem Prozessor kann es sich insbesondere um einen Hauptprozessor (engl. Central Processing Unit, CPU), einen Mikroprozessor, einen Mikrocontroller, oder einen digitalen Signalprozessor, möglicherweise in Kombination mit einer Speichereinheit zum Speichern von Programmbefehlen, etc. handeln. Auch kann unter einem Prozessor ein virtualisierter Prozessor oder eine Soft-CPU verstanden werden.

**[0037]** Unter einer "Speichereinheit" kann im Zusammenhang mit der Erfindung beispielsweise ein computerlesbarer Speicher in Form eines Arbeitsspeichers (engl. Random-Access Memory, RAM) oder Datenspeichers (Festplatte oder Datenträger) verstanden werden.

**[0038]** Als "Schnittstellen" können hardwaretechnisch, beispielsweise kabelgebunden oder als Funkverbindung, und/oder softwaretechnisch, beispielsweise als Interaktion zwischen einzelnen Programmmodulen oder Programmteilen eines oder mehrerer Computerprogramme, realisiert sein.

**[0039]** Als "Cloud" soll eine Umgebung für ein "Cloud-Computing" (deutsch Rechnerwolke oder Datenwolke) verstanden werden. Gemeint ist eine IT-Infrastruktur, welche über Schnittstellen eines Netzwerks wie das Internet verfügbar gemacht wird. Sie beinhaltet in der Regel Speicherplatz, Rechenleistung oder Software als Dienstleistung, ohne dass diese auf dem die Cloud nutzenden lokalen Computer installiert sein müssen. Die im Rahmen des Cloud-Computings angebotenen Dienstleistungen umfassen das gesamte Spektrum der Informationstechnik und beinhaltet unter anderem Infrastruktur, Plattformen und Software.

**[0040]** Als "Programmmodule" sollen einzelne Funktionseinheiten verstanden werden, die einen erfindungsgemäßen Programmablauf von Verfahrensschritten ermöglichen. Diese Funktionseinheiten können in einem einzigen Computerprogramm oder in mehreren miteinander kommunizierenden Computerprogrammen verknüpft sein. Die hierbei realisierten Schnittstellen können softwaretechnisch innerhalb eines einzigen Prozessors umgesetzt sein oder hardwaretechnisch, wenn mehrere Prozessoren zum Einsatz kommen.

**[0041]** Die genannte Aufgabe wird alternativ mit dem eingangs angegebenen Anspruchsgegenstand einer Anordnung erfindungsgemäß auch dadurch gelöst, dass die Anordnung eingerichtet ist, ein Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche auszuführen.

**[0042]** Mit der Anordnung, die als Teil von einem Bahnübergang, einem Bahnsteig oder einem Infrastruktur-Bauwerk, wie einer Brücke oder einem Tunnel sein kann, lassen sich die Vorteile erreichen, die im Zusammenhang mit dem obenstehend näher beschriebenen Verfahren bereits erläutert wurden. Das zum erfindungsgemäßen Verfahren Aufgeführte gilt entsprechend auch für diese erfindungsgemäßen Vorrichtungen.

**[0043]** 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. Das Computerprogrammprodukt umfasst Programmbefehle, die bei der Ausführung des Programms durch einen Computer diesen dazu veranlassen, das Verfahren oder zumindest computerimplementierte Schritte des Verfahrens durchzuführen.

**[0044]** Darüber hinaus wird eine Bereitstellungsvorrichtung zum Speichern und/oder Bereitstellen des Computerprogrammprodukts, insbesondere ein computerlesbares Speichermedium, auf dem das genannte Computerprogrammprodukt gespeichert ist, beansprucht. Die Bereitstellungsvorrichtung ist beispielsweise ein Speichereinheit, die das Computerprogrammprodukt speichert und/oder bereitstellt. Alternativ und/oder zusätzlich ist die Bereitstellungsvorrichtung beispielsweise ein Netzwerkdienst, ein Computersystem, ein Serversystem, insbesondere ein verteiltes, beispielsweise cloud-

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

**[0045]** Die Bereitstellung erfolgt in Form eines Programmdateiblocks als Datei, insbesondere als Downloaddatei, oder als Datenstrom, insbesondere als Downloaddatenstrom, des Computerprogrammprodukts. Diese Bereitstellung kann beispielsweise aber auch als partieller Download erfolgen, der aus mehreren Teilen besteht. Ein solches Computerprogrammprodukt wird beispielsweise unter Verwendung der Bereitstellungsvorrichtung in ein System eingelesen, sodass das erfindungsgemäße Verfahren auf einem Computer zur Ausführung gebracht wird.

**[0046]** 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.

**[0047]** 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 Komponenten auch durch mit den vorstehend beschriebenen Merkmalen der Erfindung kombinierbar.

**[0048]** Es zeigen:

**Figur 1** ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Anordnung in einem Depot bei der Durchführung der ersten Erprobungsphase eines Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Verfahrens mit ihren Wirkzusammenhängen schematisch,

**Figur 2** ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Anordnung an einer Brücke und an einem Tunnel als reale Betriebsumgebung bei der Durchführung der zweiten Erprobungsphase eines Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Verfahrens mit ihren Wirkzusammenhängen schematisch,

**Figur 3** ein Ausführungsbeispiel einer Computer-Infrastruktur der Anordnungen gemäß Figur 1 und 2 (verteilt auf die Leitzentrale und das Fahrzeug) als Blockschaltbild, wobei die einzelnen Funktionseinheiten Programmmodule ausführen, die jeweils in einem oder mehreren Prozessoren ablaufen können und wobei die Schnittstellen demgemäß softwaretechnisch oder hardwaretechnisch ausgeführt sein können,

Figur 4 ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens als Flussdiagramm, wobei die einzelnen Verfahrensschritte einzeln oder in Gruppen durch Programmmodule verwirklicht sein können und wobei die Funktionseinheiten und Schnittstellen gemäß Figur 2 beispielhaft angedeutet sind.

**[0049]** In Fig. 1 ist ein Depot DP dargestellt, in dem ein Fahrzeug FZ auf einem Gleis GL abgestellt ist. Dieses befindet sich in einer Parkposition, aus der heraus ein Betrieb des Fahrzeugs erst nach einer Inbetriebnahme-prozedur wieder aufgenommen werden kann, und kann daher ohne eine Gefährdung des Fahrzeugs FZ oder des Schienenverkehrs auf dem Gleis GL für eine Erprobung einer Hinderniserkennung mittels eines ersten Sensors SN1 herangezogen werden. Im Depot DP wird eine erste Erprobungsphase durchlaufen, die außerhalb des Regelbetriebs durchgeführt werden kann. Dabei wird die Hardware inklusive des ersten Sensors SN1 auf ihre Funktion überprüft. Zu diesem Zweck baut die Leitzentrale LZ über eine elfte Schnittstelle S11 eine Kommunikationsverbindung her.

**[0050]** In der Leitzentrale LZ wird die erste Erprobungsphase gesteuert bzw. überwacht, wobei hierfür ein Computer zum Einsatz kommen kann (vergleiche auch Figur 3, CP1). Selbstverständlich kann ein solcher Computer auch außerhalb der Leitzentrale betrieben werden, so zum Beispiel im Depot DP bei einem Dienstleister, der die Erprobung durchführt. Bei der Erprobung kann es sich sowohl um eine Erstinbetriebnahme der Hinderniserkennung im Fahrzeug FZ als auch um einen Proof-test PT handeln, wobei letzterer in diesbezüglichen Proof-testintervallen PTI wiederholt werden muss.

**[0051]** In Figur 2 ist schematisch eine Landschaft als reale Betriebsumgebung mit einem Berg B einem Tal T dargestellt. Durch den Berg B führt ein Tunnel TL und über das Tal T führt eine Brücke BR. Bei dem Tunnel TL und der Brücke BR handelt es sich um Infrastruktur-Bauwerke einer Strecke mit einem Gleis GL, welches in Figur 3 nur angedeutet ist. Auf dem Gleis GL fährt ein spurgeführtes Fahrzeug FZ in einer Fahrtrichtung FR.

**[0052]** Am Tunneleingang und am Tunnelausgang sowie am Brückeneingang als auch am Brückenausgang befinden sich Gefahrenräume GFR. Diese müssen durch Freimeldeeinrichtungen FRE überwacht werden, wobei diese in bereits beschriebene Weise für eine Gefahrenraumüberwachung zugelassen sind.

**[0053]** Zusätzlich befinden sich zur Erprobung einer Hinderniserkennung zweite Sensoren SN2 am Tunneleingang sowie am Tunnelausgang und am Brückenanfang sowie am Brückende, die jeweils auf die Gefahrenräume GFR gerichtet sind. Mit diesen lassen sich während der Erprobung einer Hinderniserkennung in der zweiten Erprobungsphase Messdaten erzeugen und eine Gefahrenraumüberwachung im Bereich der Brücke BR und des Tunnels TL gewährleisten.

**[0054]** Außerdem befindet sich ein erster Sensor (Sensoreinrichtung) SN1 am vorderen Ende (in Fahrtrichtung

des Fahrzeugs FZ, welcher in der Darstellung gemäß Figur 2 auf den am weitesten rechts befindlichen Gefahrenraum GFR gerichtet ist und zusätzlich zu dem am Brückenanfang angebrachten zweiten Sensor SN2 den Gefahrenraum GFR überwachen könnte. Allerdings ist die Gefahrenraumüberwachung durch den ersten Sensor SN1 ausgesetzt, da dieser sich in der zweiten Erprobungsphase befindet.

**[0055]** Alternativ (nicht dargestellt) könnte die Gefahrenraumüberwachung vor dem Fahrzeug FZ auch durch einen Operator, also einem menschlichen Mitarbeiter, übernommen werden, wie zum Beispiel einem Fahrzeugführer im Fahrzeug FZ oder einen Remote zugeschalteten Operator aus einer Leitzentrale LZ, die über eine zehnte Schnittstelle S zehn (Funk Schnittstelle) mit dem Fahrzeug FZ in Kommunikationsverbindung steht.

**[0056]** In Figur 3 ist eine Computerinfrastruktur dargestellt, die zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens geeignet ist. Programmmodule können hierbei durch einen ersten Computer CP1 in eine Leitzentrale LZ oder einem Stellwerk (nicht dargestellt), durch einen zweiten Computer CP2 in einer Steuerung ST in einem Fahrzeug FZ und innerhalb einer Cloud CLD abgearbeitet werden (vergleiche auch Figur 2). Es können für die vorgenannten Einsatzzwecke selbstverständlich weitere nicht dargestellte Computer und Speichereinrichtungen zum Einsatz kommen.

**[0057]** Die Leitzentrale LZ besitzt einen ersten Computer CP1, der über eine dritte Schnittstelle S3 mit einer ersten Speichereinrichtung SE1 verbunden ist. Außerdem ist der erste Computer CP1 über eine achte Schnittstelle S8 mit der Cloud CLD verbunden. Außerdem ist der erste Computer CP1 über eine erste Schnittstelle S1 mit einem zweiten Computer CP2 der Steuerung ST verbunden.

**[0058]** Der zweite Computer CP2 weist eine vierte Schnittstelle S4 zu einer zweiten Speichereinrichtung SE2 auf. Die Steuerung weist außerdem einen ersten Sensor SN1, beispielsweise eine Kamera, auf, die im Rahmen einer Erprobung der Hinderniserkennung erprobt werden soll und daher während der Erprobung keinen Einfluss auf die Fahrt des Fahrzeugs nimmt. Außerdem gibt es einen zweiten Sensor SN2, beispielsweise ein Radar, welcher eine für die Fahrt des Fahrzeugs FZ zu berücksichtigende Gefahrenraumfreimeldung durchführt, während die Hinderniserkennung mittels des ersten Sensors SN1 erprobt wird. Die Sensordaten des ersten Sensors SN1 werden über eine fünfte Schnittstelle S5 und die Sensordaten des zweiten Sensors SN2 über eine sechste Schnittstelle S6 an den zweiten Computer CP2 übertragen.

**[0059]** In Figur 4 ist der Ablauf der Erprobung mit den Erprobungsphasen einer ersten Erprobungsphase EP1 und einer zweiten Erprobungsphase EP2 dargestellt. Nach dem Start des Verfahrens wird zunächst in einem Abfrageschritt nach dem Ablauf des ersten Proof-testintervalls T1>PTI1? gefragt, und zwar, ob eine erste Zeit T1 bereits größer ist, als vom ersten Proof-testintervall

vorgegeben. Ist dies der Fall wird die erste Erprobungsphase EP1 eingeleitet. Ist dies nicht der Fall, erfolgt in einem Abfrageschritt nach einer Anforderung für die Erprobung ANF? eine Abfrage, ob die erste Erprobungsphase EP1 angefordert wurde. Ist dies der Fall, wird die erste Erprobungsphase EP1 eingeleitet. Ansonsten erfolgen die letztgenannten Abfragen erneut.

**[0060]** Die erste Erprobungsphase EP1 besteht aus einem Zurücksetzungsschritt für das erste Proofestintervall, bei dem die erste Zeit T1 wieder auf Null gesetzt wird. Damit fängt das Proofestintervall von neuem an zu laufen. Außerdem erfolgt ein Erprobungsschritt für die Sensoreinrichtung TST\_SE, bei der die für die Hinderniserkennung verantwortliche Sensoreinrichtung auf ihre technische Funktion hin überprüft wird.

**[0061]** Ist die erste Erprobungsphase EP1 damit abgeschlossen, erfolgt in einem Abfrageschritt nach Ablauf des zweiten Proofestintervalls T2>PTI2? eine Abfrage, ob eine zweite Zeit T2 bereits größer ist als das zweite Proofestintervall zulässt. Ist dies der Fall, wird die zweite Erprobungsphase EP2 eingeleitet. Ist dies nicht der Fall, erfolgt in einem Abfrageschritt nach einer Anforderung für die Erprobung ANF?, ob eine solche Anforderung vorliegt. Ist dies der Fall, wird die zweite Erprobungsphase EP2 eingeleitet. Ist dies nicht der Fall, startet das Verfahren von neuem.

**[0062]** Die zweite Erprobungsphase EP2 besteht aus einem Erprobungsschritt für eine Funktion der Hinderniserkennung TST\_FKT, insbesondere ob bestimmte Hindernisse erkannt werden oder nicht. Außerdem wird in einem Zurücksetzungsschritt für das zweite Proofestintervall T2=0 die zweite Zeit T2 auf Null zurückgesetzt.

**[0063]** Nach Beendigung der zweiten Erprobungsphase EP2 wird in einem Abfrageschritt für das Verfahrensende STP? abgefragt, ob das Verfahren gestoppt werden soll. Ist dies der Fall, wird das Verfahren abgebrochen. Ist dies nicht der Fall, wird das Verfahren vom Anfang an wiederholt.

Bezugszeichenliste

**[0064]**

LZ Leitzentrale  
 GFR Gefahrenraum  
 FRE Freimeldeeinrichtung  
 FZ Fahrzeug  
 FR Fahrtrichtung  
 GL Gleis  
 B Berg  
 T Tal  
 BR Brücke  
 TL Tunnel  
 RP (Remote) Operator  
 DP Depot  
 HD Hindernis

CP1 ... CP2 Computer

SE1 ... SE2 Speichereinrichtung  
 SN1 ... SN2 Sensoreinrichtung (kurz auch Sensor genannt)  
 S1 ... S10 Schnittstelle  
 5 CLD Cloud  
 PT Proofest  
 PTI1 ... PTI2 wirklich deutlich bessere Proofestintervall  
 EP1 ... EP2 Erprobungsphase  
 10 T1>PTI1? Abfrageschritt nach Ablauf des ersten Proofestintervalls  
 ANF? Abfrageschritt nach einer Anforderung für Erprobung  
 15 TST\_SE Erprobungsschritt für Sensoreinrichtung  
 T1=0 Zurücksetzungsschritt für das erste Proofestintervall  
 T2>PTI2? Abfrageschritt nach Ablauf des zweiten Proofestintervalls  
 20 TST\_FKT Erprobungsschritt für eine Funktion der Hinderniserkennung  
 T2=0 Zurücksetzungsschritt für das zweite Proofestintervall  
 25 STP? Abfrageschritt für Verfahrensende

**Patentansprüche**

1. Verfahren zum Erproben einer Hinderniserkennung für einen Gefahrenraum (GFR), der in Fahrtrichtung (FR) vor einem spurgeführten Fahrzeug (FZ) liegt, bei dem eine Sensoreinrichtung (SN1) in oder an dem Gefahrenraum (GFR) liegende Objekte (OB) erfasst, die erfassten Objekte (OB) rechnergestützt erkannt werden und zur Erkennung von Hindernissen (HD) rechnergestützt bewertet werden, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Erprobung
  - in einer ersten Erprobungsphase (EP1) außerhalb des laufenden Regelbetriebs eine die Sensoreinrichtung (SN1) aufweisende Hardware auf ihre Funktion überprüft wird, und
  - in einer zweiten Erprobungsphase während des laufenden Regelbetriebs des Fahrzeugs (FZ) die Erkennung von Hindernissen (HD) erprobt wird, wobei die durch das Erproben der Hinderniserkennung erkannten Hindernisse (HD) bei dem Regelbetrieb des Fahrzeugs (FZ) unberücksichtigt bleiben.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** für die erste Erprobungsphase (EP1) und für die zweite Erprobungsphase (EP2) ein gemeinsames Proofestintervall festgelegt ist und dieses Proofestintervall sowohl für die Durchführung der ersten Erprobungsphase (EP1) als auch für die Durchführung der zweiten Erprobungsphase (EP2) berücksichtigt

- wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** 5  
dass für die erste Erprobungsphase (EP1) ein erstes  
Prooftestintervall und für die zweite Erprobungsphase (EP2) ein zweites Prooftestintervall festgelegt ist  
und das erste Prooftestintervall für die Durchführung der ersten Erprobungsphase (EP1) und das zweite  
Prooftestintervall für die Durchführung der zweiten Erprobungsphase (EP2) berücksichtigt wird. 10
4. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,** 15  
**dass** die die Sensoreinrichtung (SN1) in der zweiten  
Erprobungsphase (EP2) parallel zu einer zugelassenen Freimeldeeinrichtung (FRE) für den Gefahrenraum (GFR) betrieben wird, wobei die Hinderniserkennung durch die zugelassene Freimeldeeinrichtung durchgeführt wird. 20
5. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,** 25  
**dass** in der ersten Erprobungsphase (EP1) Testbedingungen erzeugt werden, wobei die Testbedingungen mit ein Hindernis (HD) anzeigenden realen Bedingungen übereinstimmen, und das in der ersten Testphase geprüft wird, ob unter den Testbedingungen ein Hindernis (HD) erkannt wird. 30
6. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,** 35  
**dass** in der zweiten Erprobungsphase (EP2) eine reale Betriebsumgebung genutzt wird, wobei Testdaten, die mit unter realen Bedingungen ein Hindernis (HD) beschreibenden Sensordaten übereinstimmen, mit Sensordaten der realen Betriebsumgebung kombiniert werden, und das in der zweiten Erprobungsphase (EP2) geprüft wird, ob unter den realen Bedingungen ein Hindernis (HD) erkannt wird. 40
7. Anordnung zur Erkennung von Hindernissen (HD) 45  
mit einer Sensoreinrichtung (SN1) zum Erfassen von Objekten (OB) in einem Gefahrenraum (GFR) und mit einem Computer zum Erkennen der erfassten Objekte (OB) **dadurch gekennzeichnet, dass** die Anordnung eingerichtet ist, ein Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche auszuführen. 50
8. Computerprogrammprodukt mit Programmbefehlen zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 - 6. 55
9. Bereitstellungsvorrichtung für das Computerprogrammprodukt nach dem letzten voranstehenden

Anspruch, wobei die Bereitstellungsvorrichtung das Computerprogrammprodukt speichert und/oder bereitstellt.

FIG 1

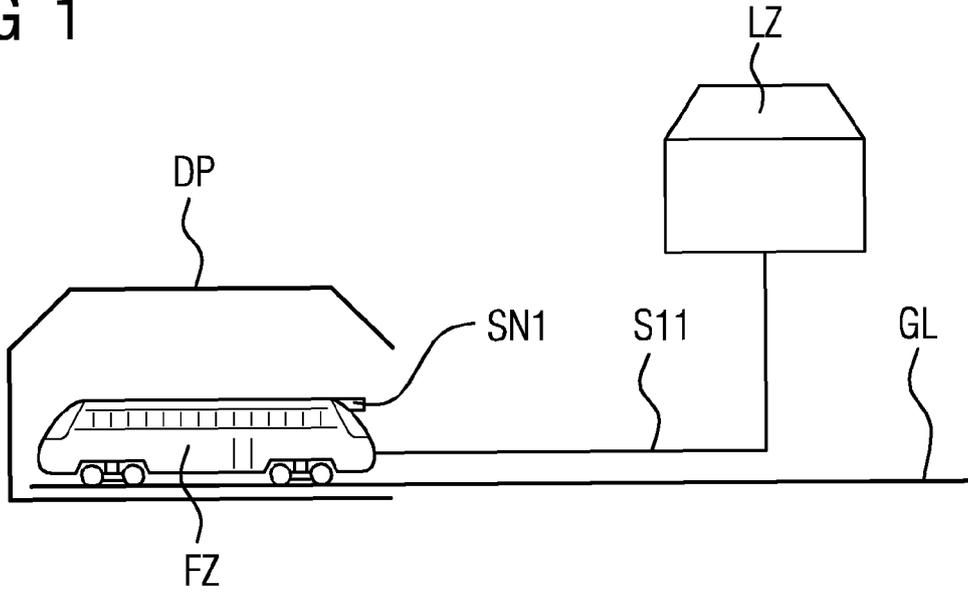


FIG 2

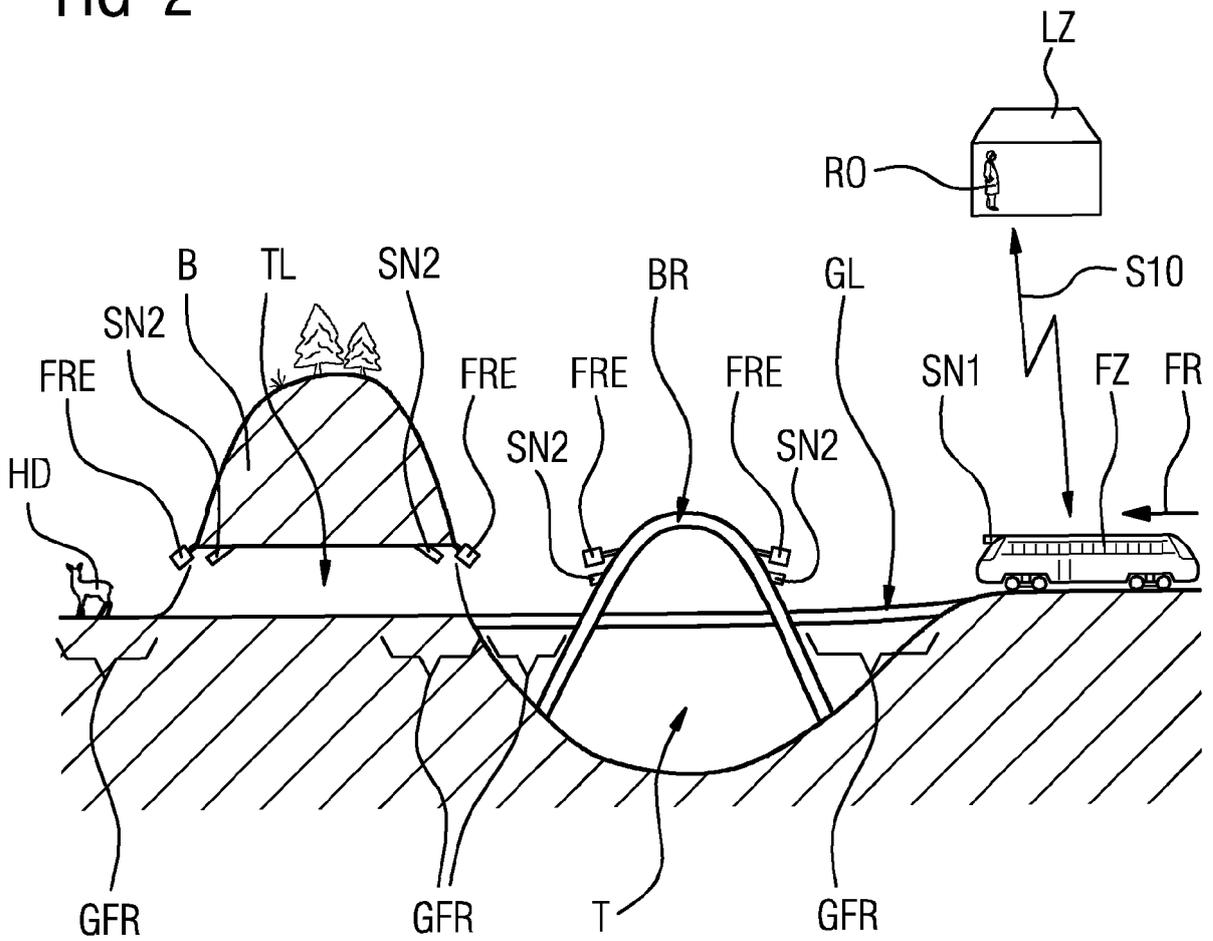


FIG 3

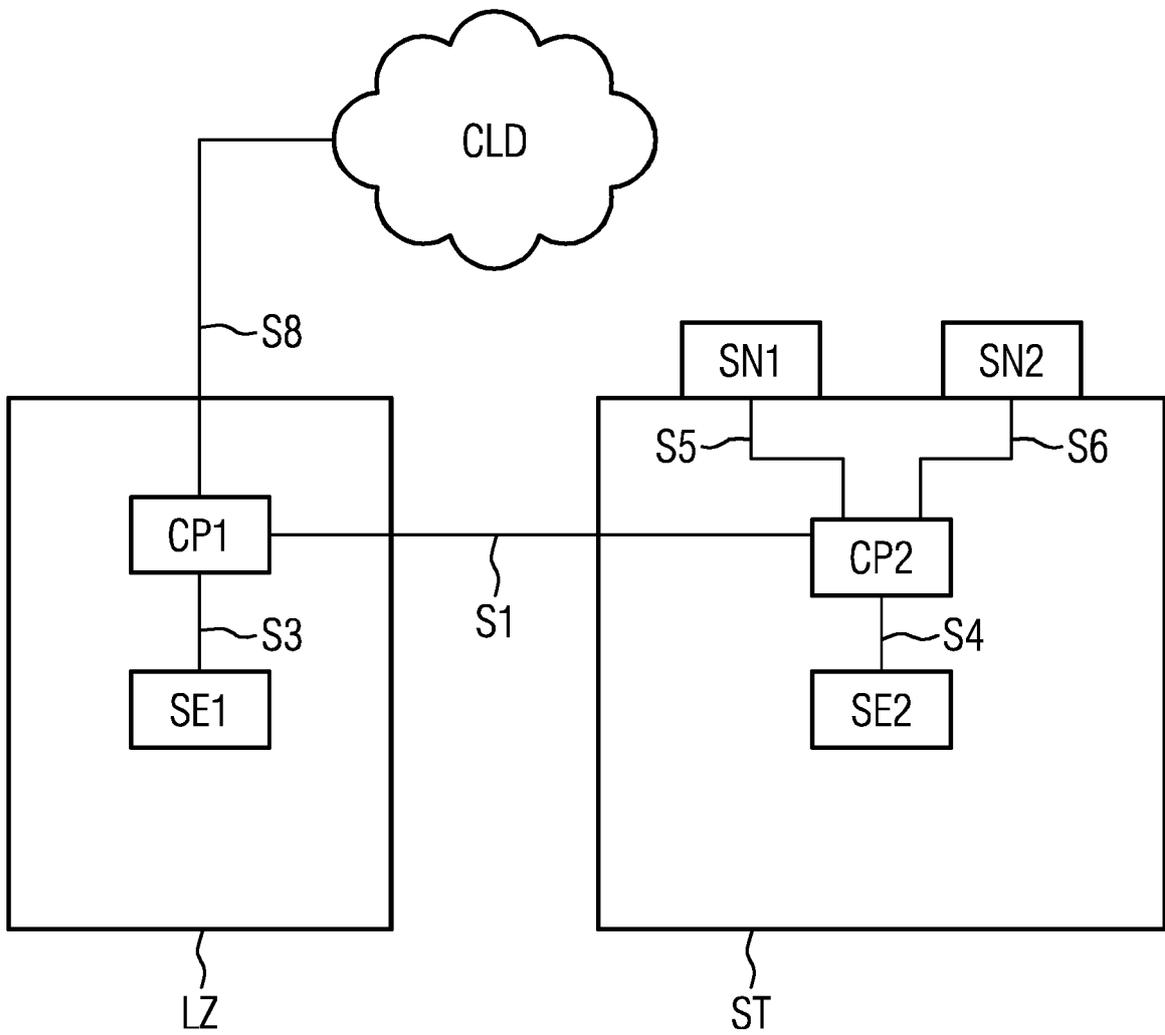
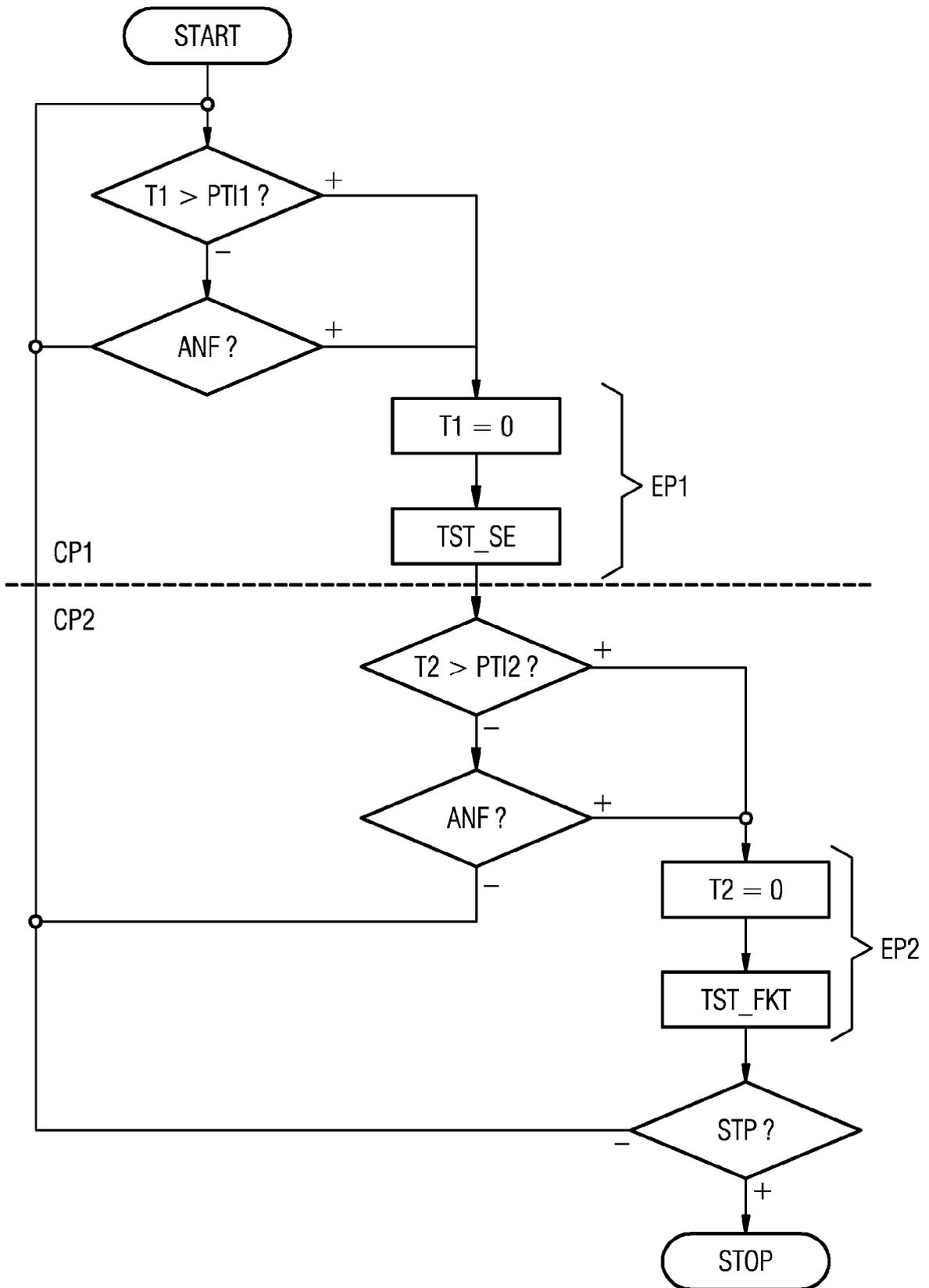


FIG 4





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 22 21 6388

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	<p><b>RUDER M ET AL: "An obstacle detection system for automated trains",</b>  <b>PROC. IEEE INTELLIGENT VEHICLE SYMPOSIUM,</b>  <b>2003,,</b>  <b>9. Juni 2003 (2003-06-09), Seiten 180-185,</b>  <b>XP010645871,</b>  <b>DOI: 10.1109/IVS.2003.1212905</b>  <b>ISBN: 978-0-7803-7848-3</b></p>	1-5, 7-9	<p>INV.                      B61L15/00                      B61L23/04                      B61L27/60</p>
A	<p>* 1 Introduction *                      * 2 Hardware;  <b>Abbildungen 2, 3 *</b>                      * 5 Results;  <b>Abbildung 9 *</b>                      * 6 Conclusion *</p>	6	
A	<p>-----  <b>WO 2021/074894 A1 (THALES CANADA INC [CA])</b>  <b>22. April 2021 (2021-04-22)</b>                      * Absatz [0036] - Absatz [0048] *                      * Absatz [0059] *</p>	1-9	
A	<p>-----  <b>EP 1 106 470 A1 (CIT ALCATEL [FR])</b>  <b>13. Juni 2001 (2001-06-13)</b>                      * Absatz [0001] - Absatz [0008]; <b>Abbildung 1 *</b></p>	4	<p>RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)                      B61L</p>
<p>-----</p>			
<p>Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt</p>			
<p>Recherchenort  <b>München</b></p>		<p>Abschlußdatum der Recherche  <b>12. Juni 2023</b></p>	<p>Prüfer  <b>Pita Priegue, Miguel</b></p>
<p>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</p> <p>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet                      Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie                      A : technologischer Hintergrund                      O : nichtschriftliche Offenbarung                      P : Zwischenliteratur</p> <p>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                      .....                      &amp; : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p>			

1  
 EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 22 21 6388

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.

12-06-2023

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
<b>WO 2021074894 A1</b>	<b>22-04-2021</b>	<b>CA 3151398 A1</b>	<b>22-04-2021</b>
		<b>EP 4045380 A1</b>	<b>24-08-2022</b>
		<b>US 2021114640 A1</b>	<b>22-04-2021</b>
		<b>WO 2021074894 A1</b>	<b>22-04-2021</b>
-----			
<b>EP 1106470 A1</b>	<b>13-06-2001</b>	<b>AT 315513 T</b>	<b>15-02-2006</b>
		<b>CA 2327090 A1</b>	<b>04-06-2001</b>
		<b>DE 19958634 A1</b>	<b>21-06-2001</b>
		<b>EP 1106470 A1</b>	<b>13-06-2001</b>
		<b>US 2001002688 A1</b>	<b>07-06-2001</b>
-----			

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**

- EP 21209512 [0015]