

## **Gefahrenerfassungsvorrichtung und Verfahren zum Warnen von in einem Bahngleis beschäftigten Personen sowie Warnsystem**

### Beschreibung:

Die Erfindung betrifft eine Gefahrenerfassungsvorrichtung und ein Verfahren zum Warnen von in einem Bahngleis beschäftigten Personen vor dem Herannahen eines Schienenfahrzeuges sowie eine Warnvorrichtung, die eine derartige Gefahrenerfassungsvorrichtung umfasst.

Derartige Warnvorrichtungen mit jeweils mindestens einer Detektionsvorrichtung zur Erfassung des herannahenden Schienenfahrzeuges sind auch als Rottenwarnanlagen bekannt. Als Automatische Warn-Systeme (AWS) haben sie gegenüber einer Überwachung von Gleisbaustellen durch Sicherungsposten (SiPo) den Vorteil, dass die Überwachung eine um mehrere Größenordnungen geringere Ausfall- und Fehlerwahrscheinlichkeit hat. Typischerweise werden SiPos mit Typhonen ausgerüstet, die mit Druckgas (CO<sub>2</sub>)/ Strom betrieben werden. Wesentliche Gesichtspunkte zum Einsatz von AWS sind in der mehrteiligen Richtlinie 479.0001 der Deutschen Bahn AG festgehalten. Sämtliche derzeit eingesetzten Warnverfahren und -systeme tragen als rein verhaltensbezogene Maßnahmen das Problem in sich, dass sie nach Abgabe des Warnsignals nicht in der Lage sind, das Räumen des Gefahrenbereichs zu überwachen, bzw. das Wiederbetreten des Gefahrenbereichs zu erkennen und darauf im Sinne der Gefahrenabwehr zu reagieren.

Herkömmliche AWS bestehen aus Schienenkontakten am Beginn einer Annäherungsstrecke an die Arbeitsstelle, draht- oder funkgebundenen Verbindungen zu einer Zentraleinheit des AWS sowie akustisch und optisch ausgelegten Warnsignalgebern entlang der Arbeitsstelle. Die Annäherungsstrecke stellt den Abstand zwischen der Einbaustelle des Schienenkontaktes, d.h. zwischen dem Ort der Erfassung eines herannahenden Schienenfahrzeuges und der eigentlichen Arbeitsstelle dar. Die Länge der Annäherungsstrecke ist geschwindigkeitsabhängig und beträgt typischerweise ca. 300 m bis 1700 m. Am Ende der Arbeitsstelle angeordnete weitere Schienenkontakte dienen der automatischen Abschaltung der Warnung. Die akustische Warnung wird durch Befahren der Schienenkontakte an der Einschaltstelle durch ein Schienenfahrzeug rechtzeitig und einmalig ausgelöst. Während der gesamten Zugfahrt im Bereich der Ar-

beitsstelle wird der Warnzustand optisch, akustisch oder durch individuelle Funkinformation signalisiert.

Gemäß der von der Deutschen Bahn AG gelisteten Forderungen ist hierbei der Warnung durch das AWS mit einer Failsafe-Anordnung grundsätzlich der Vorzug vor der konventionellen Warnung mit Sicherungspersonal zu geben, sofern nicht technische oder sonstige Bedingungen den Einsatz des AWS unmöglich machen.

Ein wesentlicher Faktor, welcher den Einsatz von AWS behindert, ist dessen starrer Aufbau, der den Einsatz bei wandernden Arbeitsstellen, Prüfbegehungen, Vegetations-Rückschnitt und Ähnlichem verhindert. Dieser starre Aufbau beruht in erster Linie auf der ortsfesten Montage der für die Detektion der Schienenfahrzeuge eingesetzten Schienenkontakte. Es kommt hinzu, dass ein handelsüblicher Schienenkontakt einschließlich der für die Detektion benötigten Einheiten und dem Kabel zur Übertragung des Erfassungssignals zur Zentrale des automatischen Warnsystems ein Transportgewicht von etwa 130 kg hat.

Aus der Zeitschrift „ETR-Eisenbahntechnische Rundschau“, Heft 7-8/1992, Seiten 509-516 ist eine automatische Rottenwarnanlage bekannt, bei der innerhalb einer Ankündigungsstrecke eine Zugerfassung durch Geber, beispielsweise Gleichschaltmittel, oder mittels manueller Eingabe erfolgt, das Zugerfassungssignal drahtgebunden an eine Warnzentrale weitergeleitet wird und von dort – wiederum drahtgebunden – Warnsignale mittels elektrisch betriebener Hörner und gelber Drehleuchten erzeugt werden. Die Warnsignale können sowohl bei Regelalarm als auch bei Störalarm geschaltet werden. Erwähnt ist noch, dass die Warnzentrale mit einer Schnittstelle zur automatischen Ansteuerung einer Individualanlage ausgestattet ist und dass die Warnzentrale sowohl von Hand als auch automatisch geschaltet werden kann. Für große Baustellenabschnitte können viele derartige Warnzentralen hintereinander gestaffelt sein, um jeden Bauabschnitt einzeln bedienen zu können. Die Warnanzeiger werden bei zweigleisigen Strecken mittig zwischen den Gleisen positioniert. Als Zugerfassungsmittel wird ein mechanischer Kontaktschalter verwendet. Die Stromversorgung kann über Netzsteckdosen oder autarke Stromaggregate sichergestellt werden. Entsprechend den Regularien bei den Bahnbetrieben kann die Zentraleinheit eine Warnung für das Arbeitsgleis (Ro 2) oder für das Nachbargleis (Ro 1) geben, wobei im Regelfall jeder Warnsignalart eine Warnmittelkette aus Hörnern und Drehleuchten zugeordnet ist.

Aus DE 92 01 202 U ist eine mobile Sicherungs- und Warnanlage mit induktiven Sensoren für die Zugerfassung bekannt, die nach dem Prinzip der Achszählung funktionieren und ihre Signale über Funk oder Kabel an eine Anlage zur Beaufschlagung von Drehleuchten und akustischen Signalgebern – gegebenenfalls über Kapselgehörschützer – den tatsächlichen Alarm (Zugfahrt) oder eine Störung melden. Die Sicherungs- und Warnanlage weist jeweils am Anfang und am Ende der Arbeitsstrecke einen Sensor an der Schiene auf, so dass die Fahrzeugsachsen eingezählt und ausgezählt werden können. Die Anlage wertet die Signale mit Hilfe einer elektrischen Schaltung aus. Die Sensoren sind ortsfest zu montieren.

Des Weiteren ist aus DE 93 04 748 U eine vollautomatisierbare, tragbare, optische Rottwarnanlage für die Warnung von in einem Gleis beschäftigten Personen vor dem Herannahen eines Schienenfahrzeuges bekannt, die umfasst: mindestens einen in Schienennähe positionierten Geber zur Erfassung des Schienenfahrzeuges, eine vom Stromnetz und mit Akku beaufschlagbare Zentraleinheit mit einer Anlagensteuerungslogik für das Erfassen eines Gebersignals zur Ansteuerung von Warnanzeigern für Regel- und Störbetrieb und zur Überwachung der Stromversorgung sowie Warnanzeiger, wobei die Zentraleinheit selbst mit weithin wahrnehmbaren Warnanzeigern für Störbetrieb, umfassend redundant ausgelegte Schallgeber und mindestens eine Blitzleuchte, versehen ist, die Regel-Warnanzeiger als Blitzleuchten ausgebildet sind und wobei die Bauteile Geber, Zentraleinheit und Warnanzeiger sowie gegebenenfalls ein externes, manuell bedienbares, mit der Zentraleinheit gekoppeltes Steuerpult durch Kabel miteinander verbunden sind, die wasserdichte Verbinder aufweisen.

Wenn die Schienenkontakte für die Zugannäherungen für die beiden möglichen Fahrtrichtungen bei schnellem Arbeitsfortschritt (beispielsweise Arbeitsstelle „Vegetationsrückschnitt neben dem Gleis“) häufig demontiert und versetzt werden müssen, ist ein AWS im sicherheitstechnischen Sinne nicht mehr gerechtfertigt, da die Montage und Demontage der Schienenkontakte ebenfalls einen Aufenthalt im Gleisbereich erfordern. Außerdem werden die Montage und Demontage des AWS unwirtschaftlich. Bei kleinen Arbeitsstellen werden unter diesen Bedingungen daher SiPos (Sicherungspersonale) eingesetzt. Die Gefahr durch menschliches Versagen der Posten bleibt also bestehen.

Aus DE 10 2007 041 718 A1 ist eine Anordnung zur Absicherung von Arbeitsstellen in einem Gleisbereich bekannt, die eine Sensorenanordnung mit wenigstens einem Sensor und einer Auswerteeinrichtung mit Auswerteelementen zum Auswerten der Messungen der Sensoren und zur Feststellung gegebenenfalls vorhandener potenziell gefährlicher Situationen sowie mit einer Warneinrichtung, die von der Auswerteeinrichtung aufgrund der Feststellung einer potenziell gefährlichen Situation aktivierbar ist, umfasst. Einer der Sensoren der Sensorenanordnung ist so angeordnet und aufgebaut, dass er eine im Bereich der Gleise an der Arbeitsstelle tätige Gleisbaurotte mit einem Bild gebenden Verfahren aufnimmt. Die Auswerteeinrichtungen weisen eine oder mehrere Bildverarbeitungseinrichtungen auf, die so aufgebaut sind, dass sie die mit dem Bild gebenden Verfahren aufgenommenen Aufnahmen mit vorgegebenen und/oder errechneten Daten eines freizuhaltenden lichten Raumes vergleichen und unter Nutzung dieses Vergleiches eine gegebenenfalls vorhandene potenziell gefährliche Situation erkennen und die Warneinrichtung aktivieren können. Die Sensoren der Sensorenanordnung sind vor und hinter der Arbeitsstelle auf fahrbaren Wagen, die auf dem Gleis laufen, montiert. Dadurch ist das Gleis belegt und kann nicht befahren werden. Mittels der Bildverarbeitung kann die Rotte mit ihren Baumaschinen und dem eingesetzten Personal beobachtet werden, sodass beispielsweise festgestellt werden kann, ob sich Personen außerhalb des vorgesehenen Bildbereiches und Raumes befinden, insbesondere ob sie in den lichten Raum des Nachbargleises eingedrungen sind. Mit den gleichen Verfahren kann auch festgestellt werden, ob beispielsweise ein Ausleger eines Baggers oder ein anderes Werkzeug den zulässigen Bereich verlassen hat. Mit der Anordnung kann eine automatisierte Absicherung sowohl für statische als auch für dynamische, sogenannte wandernde Baustelleneinrichtungen erreicht werden.

Zwar ist mit der Absicherungsanordnung von DE 10 2007 041 718 A1 eine Überwachung auch von Wanderbaustellen möglich. Allerdings besteht das Problem, dass die Überwachung insbesondere in unübersichtlichem Gebiet mit kurvigem Streckenverlauf der Gleise nicht mehr sicher möglich ist. Die zusätzliche Anwendung von Schienenkontakten zur Detektion einer Zugannäherung in ausreichendem Abstand zur Arbeitsstelle im Gleis ist – wie angegeben – aber nicht praktikabel, wenn eine wandernde Baustellenvorrichtung zu überwachen ist.

Somit besteht eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, der Forderung der Unfallversicherungsträger, Berufsgenossenschaften, Bahnbetreiber und Bauunternehmen nach einer weitgehenden Ausschaltung menschlicher Fehlerpotenziale im Bereich der Sicherung vor den Gefah-

ren aus dem Bahnbetrieb nachzukommen und die Überwachung des Gefahrenbereichs, auch weiter weg von dem eigentlichen Gefahrenbereich, per Joystick und Monitor mit großer Präzision und zu einem Bruchteil der Kosten und mit verringerten (ungesicherten / zu sichernden) Aufbauzeiten, sicherzustellen. Hierzu sind die Anforderungen gemäß SIL 3 (SIL: Sicherheits-Integritätslevel gemäß IEC 61508) zu erfüllen. Im Interesse aller Beteiligten liegt es dabei auch, die Kosten der Sicherung durch Rationalisierung (Personaleinsparung) zu senken und den Mensch als potenzielle Fehlerquelle zu ersetzen.

Die Aufgabe wird durch die Gefahrenerfassungsvorrichtung für die Warnung von in einem Bahngleis beschäftigten Personen vor dem Herannahen eines Schienenfahrzeuges gemäß Patentanspruch 1, durch das Warnsystem für die in dem Bahngleis beschäftigten Personen gemäß Patentanspruch 11 sowie durch das Verfahren zum Warnen der in dem Bahngleis beschäftigten Personen gemäß Patentanspruch 16 gelöst. Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Die erfindungsgemäße Gefahrenerfassungsvorrichtung umfasst mindestens eine Detektionsvorrichtung zur Erfassung des herannahenden Schienenfahrzeuges. In erfindungsgemäßer Art und Weise umfasst die Gefahrenerfassungsvorrichtung ein fliegendes Trägersystem für die mindestens eine Detektionsvorrichtung. Dieses Trägersystem ist in der Lage, die Detektionsvorrichtung fliegend über oder in dem Bahngleis zu positionieren und schnell von einem Ort zum anderen zu transportieren.

Das erfindungsgemäße Warnsystem umfasst mindestens eine erfindungsgemäße Gefahrenerfassungsvorrichtung, mindestens eine Signalgebervorrichtung und eine Zentraleinheit, die zur Erfassung von Erfassungssignalen von der mindestens einen Gefahrenerfassungsvorrichtung dient und die ferner zur Steuerung der mindestens einen Signalgebervorrichtung und der mindestens einen Gefahrenerfassungsvorrichtung dient.

Das erfindungsgemäße Verfahren zum Warnen der in dem Bahngleis beschäftigten Personen umfasst folgende Verfahrensschritte:

- a. Positionieren mindestens einer erfindungsgemäßen Gefahrenerfassungsvorrichtung, die das fliegende Trägersystem für die mindestens eine Detektionsvorrichtung

- umfasst, im Bereich der Arbeitsstelle und/oder im Bereich des Einfahrtsortes der Annäherungsstrecke und/oder im Bereich des Ausfahrtsortes der Arbeitsstelle,
- b. Erfassen eines herannahenden Schienenfahrzeuges mit der mindestens einen Gefahrenerfassungsvorrichtung mittels der mindestens einen Detektionsvorrichtung,
  - c. Übermitteln eines Erfassungssignals von der mindestens einen Gefahrenerfassungsvorrichtung an die Zentraleinheit,
  - d. Übermitteln eines Gebersignals von der Zentraleinheit an mindestens eine Signalgebervorrichtung und
  - e. Abgeben eines Warnsignals von der mindestens einen Signalgebervorrichtung.

Die erfindungsgemäße Gefahrenerfassungsvorrichtung und das erfindungsgemäße Warnsystem mit der mindestens einen Gefahrenerfassungsvorrichtung ermöglichen es, die mindestens eine Detektionsvorrichtung in Form mindestens eines beispielsweise thermischen Sensors (beispielsweise zur Erzeugung von Wärmebildern) und/oder eines optischen und/oder Luftdruck-Sensors mit Hilfe eines vorzugsweise stabilisiert und autonom fliegenden Trägersystems (fliegenden Drohne o.ä.) einer wandernden Arbeitsstelle in dem Abstand einer vorgeschriebenen Annäherungsstrecke von ca. 300 m bis 1700 m vor der Arbeitsstelle sowie über der Arbeitsstelle nachzuführen. Die von dem Trägersystem getragene mindestens eine Detektionsvorrichtung dient als Ersatz des klassischen mechanischen Schienenkontakts. Das fliegende Trägersystem dient als Transportmittel für die mindestens eine Detektionsvorrichtung, welche durch optische und/oder durch thermische und/oder durch durch eine Luftdruckänderung erzeugte und/oder durch elektrische/elektronische Impulse die Annäherung einer Zugfahrt oder das unerlaubte Betreten des Gefahrenbereichs detektieren.

Mit der Ausrüstung der mindestens einen Gefahrenerfassungsvorrichtung mit jeweils einem fliegenden Trägersystem ist es möglich, auch längere Bahngleisabschnitte in einem unübersichtlichen Terrain problemlos überwachen zu können, sodass eine Erfassung eines sich annähernden schnellen Schienenfahrzeuges frühzeitig auch ohne zusätzliche fest installierte Schienenkontakte, die bei Wanderbaustellen nicht einsetzbar sind, möglich ist. Das fliegende Trägersystem ermöglicht eine ausreichende Überwachung eines Gleisverlaufes und damit auch einer Annäherungsstrecke. Indem die Gefahrenerfassungsvorrichtung in einer ausreichend großen Höhe über dem Gleis schwebt, kann gegebenenfalls die gesamte Annäherungsstrecke optisch überwacht werden. Wenn am Beginn (am Einfahrtsort) der Annäherungsstrecke von der Gefah-

renerfassungsvorrichtung ein Schienenfahrzeug bemerkt wird, kann ein entsprechendes Erfassungssignal erzeugt und an mindestens eine Zentraleinheit abgegeben werden, die ein Gebersignal an die Signalgebervorrichtungen weiterleitet. Aufgrund des Gebersignals wird dann ein Warnsignal von der mindestens einen Signalgebervorrichtung abgegeben (Regelsignal). Das Verlassen der Arbeitsstelle kann von der erfindungsgemäßen Gefahrenerfassungsvorrichtung ebenfalls erfasst werden, sodass das Regelsignal wieder ausgeschaltet wird. Es ist darüber hinaus möglich, steuerungsmobile Bahnübergänge vollautomatisch zu überwachen.

Ferner ist es auch möglich, dass die Personen und Maschinen in der Arbeitsstelle selbst überwacht werden, um stets sicherzustellen, dass die im Gleis beschäftigten Personen und Maschinen nicht in den Gefahrenbereich gelangen bzw. sich aus diesem fernhalten. Insbesondere wenn die Gefahrenerfassungsvorrichtung in ausreichender Höhe über dem Gelände fliegt, kann sowohl die Annäherungsstrecke als auch die Arbeitsstelle ständig im Blick behalten werden. Gegebenenfalls werden mehrere Gefahrenerfassungsvorrichtungen gleichzeitig verwendet, etwa wenn der Beginn der Annäherungsstrecke weit vor der Arbeitsstelle liegt und/oder wenn Arbeitsstellen an zweigleisig befahrenen Streckenabschnitten überwacht werden, wo sich, von der Arbeitsstelle ausgehend, in beiden Richtungen Annäherungsstrecken erstrecken, und/oder wenn sehr lange Arbeitsstellen zu überwachen sind. Die erfindungsgemäße Gefahrenerfassungsvorrichtung ist vorzugsweise dazu ausgebildet, ein erneutes Warnsignal (Notsignal) dann auszulösen, wenn Personen und/oder Arbeitsgeräte unerlaubt im Gefahrenbereich verbleiben, und/oder eine erneute Warnung auszulösen, wenn Personen und/oder Arbeitsgeräte unerlaubt wieder in den Gefahrenbereich geraten. Durch diese Überwachungsmöglichkeit eignet sich das System auch, um im Rahmen einer direkten Kopplung z.B. mit einer Schwenkeinrichtung bzw. Schwenkbegrenzung von in und am Gleis arbeitenden Baggern und sonstigen Maschinen, deren Profilmfreiheit zu überwachen.

Die Gefahrenerfassungsvorrichtungen können sowohl in einem fliegenden Modus als auch stationär am Boden eingesetzt werden und dabei die Überwachungsfunktion erfüllen, wobei sie bei wandernden Baustellen in letzterem Falle nach dem Arbeitsfortschritt versetzt werden und zwar beispielsweise zusammen mit der wandernden Arbeitsstelle oder zusammen mit dem Beginn der wandernden Annäherungsstrecke. Außerdem kann sich eine Gefahrenerfassungsvorrichtung beispielsweise nach Maßgabe der Restenergie, die ihr für den Flugbetrieb zur Verfügung steht, zeitweilig im Flugmodus und zeitweilig am Boden befinden. In letzterem Falle können sich

jeweils zwei oder noch mehr Gefahrenerfassungsvorrichtungen abwechselnd im Flugmodus befinden und damit zur Überwachung bereit sein, sodass sie am Boden Energie für den Flugbetrieb aufnehmen können (beispielsweise durch das Laden von Batterien). Alternativ oder zusätzlich können die Gefahrenerfassungsvorrichtungen die Überwachung auch ausschließlich vom Boden aus ausführen und sich lediglich zum Versetzen von Ort zu Ort zusammen mit der wandernden Arbeitsstelle fliegend in die Luft erheben oder alternativ mechanisch und/oder händisch (manuell) versetzt werden.

Ein wesentlicher Vorteil der erfindungsgemäßen Gefahrenüberwachungsvorrichtung besteht gegenüber der Absicherungsanordnung von DE 10 2007 041 718 A1 darin, dass Arbeiten auch auf einem befahrenen Bahngleis stattfinden können, da die Gefahrenerfassungsvorrichtung bei der Annäherung eines Schienenfahrzeuges im Gleis verbleiben und von dem Schienenfahrzeug überfahren werden kann oder alternativ leicht aus dem Gleis genommen werden kann. Dagegen sind die Sensoren der Anordnung von DE 10 2007 041 718 A1 auf im Bahngleis laufenden Wagen fest installiert, sodass sie für einen Betrieb auf befahrenen Bahngleisen nicht geeignet sind, denn sie können nicht schnell genug aus dem Gleis genommen werden, um dieses für eine Zugdurchfahrt frei zu machen. Somit ist die Absicherungsanordnung von DE 10 2007 041 718 A1 lediglich auf dem Bahngleis einsetzbar, das zu dem befahrenen Bahngleis benachbart ist, auf dem befahrenen Gleis dagegen nicht. Außerdem ist es mit der Absicherungsanordnung von DE 10 2007 041 718 A1 nicht möglich, längere Streckenabschnitte einzusehen, insbesondere wenn die Gleisführung kurvig ist, sodass eine Vielzahl von Sensoren verwendet werden muss, um eine Zugannäherung zu erfassen und zu erkennen, ob sich Personen und/oder Arbeitsgeräte während des Gefahrenfalles im befahrenen Bahngleis befinden.

Das Trägersystem der erfindungsgemäßen Gefahrenerfassungsvorrichtung ist vorzugsweise ein unbemanntes fliegendes Trägersystem (Drohne). In einer bevorzugten Ausführungsform ist das fliegende Trägersystem als autonom und stabilisiert fliegendes Trägersystem ausgebildet. In einer dazu alternativen bevorzugten Ausführungsform ist das fliegende Trägersystem als funkferngesteuertes Trägersystem ausgebildet. Besonders bevorzugt ist das Trägersystem ein autonom fliegendes Trägersystem, da dieses selbsttätig die Position über einem Überwachungsbereich einnehmen und halten kann. Bei einem funkferngesteuerten Trägersystem wird das Trägersystem dagegen durch eine Person, die sich vorzugsweise am Boden befindet, in diese Position dirigiert und dort gehalten. Weiterhin ist es auch möglich, dass das autonom flie-



gende Trägersystem in einem weiteren Betriebsmodus alternativ funkferngesteuert manövriert werden kann.

Bevorzugt ist das Trägersystem unbemannt. Es gibt unterschiedliche Typen von derartigen Trägersystemen: MAV (Micro Aerial Vehicles), die lediglich ca. 15 cm groß sind und von einer Person getragen werden können; UAV (Unmanned Aerial Vehicles), TUAV (Tactical Unmanned Aerial Vehicles), die ein Gewicht von bis zu 300 kg haben, VUAV (Vertical Take-Off and Landing Vehicles), die senkrecht starten und landen können, sowie VTUAV (VTOL Tactical Take-Off and Landing Vehicles), die senkrecht startende und landende UAV sind. Vorzugsweise ist das Trägersystem ein insbesondere verkleinertes VTOL-Fluggerät (VTOL = Vertical Take-Off and Landing).

Beispielsweise kann das Trägersystem als VTOL-Fluggerät ausgebildet sein. Dieses Fluggerät ist mit mehreren Rotoren, üblicherweise mit vier Rotoren (beim Quadrocopter) bis zu sechs Rotoren (beim Hexacopter), oder beispielsweise mit einer anderen Anzahl von Propellern, beispielsweise mit fünf Propellern, ausgerüstet. Die Bewegung des Trägersystems in allen Raumrichtungen kann durch unterschiedliche Drehzahlen der Rotoren realisiert werden. Die Massen des Trägersystems können vorzugsweise in der Mitte des Flugzeuges konzentriert werden, so dass eine Eigenstabilisierung, anders als bei einem Hubschrauber, nicht erforderlich ist. Zur Lagestabilisierung werden daher meistens elektronische Beschleunigungsmesser mit Piezo-Technik oder auch Gyroskope eingesetzt. Durch schnell reagierende, von einem Mikrocontroller gesteuerte Elektromotoren kann, anders als bei Hubschraubern oder großen Quadrocoptern, auf empfindliche Rotorköpfe mit Blattverstellung verzichtet werden. Dies begünstigt einen einfachen Aufbau, ein geringes Gewicht und eine hohe Sturzfestigkeit. Ein derartiges Flugsystem ist als fliegender Träger der mindestens einen Detektionsvorrichtung nicht den klassischen Gefahren bodengestützter Systeme, wie einer Sog- und Druckwirkung eines Schienenfahrzeuges und/oder einer mechanischen Berührung durch diese ausgesetzt. Der Motor kann elektrisch, als Verbrennungsmotor, als Kombination eines elektrischen Motors mit einem Verbrennungsmotor (Hybridantrieb) oder durch sonstige Energielösungen betrieben werden. Hierzu weist das Trägersystem ferner eine Energieversorgung auf, die im Falle eines Verbrennungsmotors durch mindestens einen Kraftstofftank und im Falle eines Elektromotors durch mindestens eine elektrische Batterie gebildet ist. Der wesentliche Vorteil eines VTOL-Fluggerätes als Trägersystem der Gefahrenerfassungsvorrichtung besteht darin, dass auf eine komplizierte Mechanik verzich-

tet wird, sodass die Konstruktion des Fluggerätes auch bei unsanften Landungen und zum Beispiel zwischen den Schienen oder Gleisen robust ist.

Das Trägersystem, insbesondere ein VTOL-Fluggerät oder ein Copter, umfasst vorzugsweise an der Unterseite ein Landegestänge, das bevorzugt ausziehbar ist. Weiterhin umfasst das Trägersystem vorzugsweise Stäbe, bevorzugt Kohlefaserstäbe, auf, die nach beiden Seiten des Trägersystems ausfahrbar sind.

Das Trägersystem kann sich im Rahmen vordefinierter Überwachungsräume frei bewegen und wieder absetzen und bei Bedarf zwischen den Schienen eines Gleises oder zwischen zwei Gleisen stabil positionieren. Hierzu wird das Landegestänge an der Unterseite des Trägersystems für die Landung beispielsweise zwischen den beiden Schienen eines Gleises auf z.B. 1,20 m ausgezogen. Die maßgeblichen Orientierungspunkte für das Trägersystem sind die beiden Schienenstränge. Durch das Landegestänge positioniert sich das Trägersystem zwangsläufig ideal zum Gleis, sodass ein Landevorgang in schiefer Position zwischen zwei Schwellen somit ausgeschlossen ist. Nach vollzogener Landung fährt das Trägersystem mehrere, beispielsweise zwei, Stäbe, insbesondere Kohlefaserstäbe, nach links und nach rechts in Richtung der Schienen aus und klemmt sich hierdurch unter dem jeweiligen Schienenkopf fest. In dieser Position kann das Trägersystem von einem Schienenfahrzeug überfahren werden. Bei langsamer Überfahrtgeschwindigkeit und niedriger Zugfolge kann das Trägersystem sein Gewicht zur Erhöhung seiner Standfestigkeit beim Überfahrvorgang zusätzlich erhöhen, indem eine Schubumkehr durch die dem Flugvorgang dienenden Auftriebsvorrichtungen erzeugt wird. Beispielsweise ist das Trägersystem ein VTOL-Fluggerät oder Copter mit mehreren Rotoren, beispielsweise sechs Rotoren. Die Schubumkehr wird in diesem Falle durch eine Umkehr der Rotationsrichtung der Rotoren erzeugt. Auf diese Art und Weise kann das Eigengewicht des Trägersystems um weitere beispielsweise 7,2 kg (um jeweils 1,2 kg durch jeden Rotor) erhöht werden.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung umfasst die Gefahrenerfassungsvorrichtung eine Ortungsvorrichtung zur Bestimmung ihrer Position mittels eines globalen Positionierungssystems (beispielsweise GPS, GALLILEO). Damit wird die selbsttätige Manövrierbarkeit der Vorrichtung ermöglicht. Durch eine selbsttätige Ermittlung der eigenen Position kann sich die Gefahrenerfassungsvorrichtung zu vorgegebenen Positionen manövrieren und dort die Überwachung durchführen.

Hierzu können beispielsweise hoch aufgelöste Luftbilder, die mit der fliegenden Gefahrenerfassungsvorrichtung (automatisiert) erzeugt werden, georeferenziert und in web-GIS Applikationen integriert werden. Dem Anwender werden die Luftbilder beispielsweise über das Internet übermittelt und dann georeferenziert zur Verfügung gestellt. Während des Fluges erzeugt das Warnsystem permanent Flugdaten beispielsweise über eine serielle Schnittstelle. Diese Bilder können sichtbar gemacht werden.

Die Automatisierung kann beispielsweise durch ein lokalisierendes Arbeitsstellenmodul (Modul zur Positionsbestimmung, das an der Arbeitsstelle positioniert ist, mittels GPS, GALLILEO) und eine oder mehrere erfindungsgemäße Gefahrenerfassungsvorrichtung mit der Fähigkeit der exakten Bestimmung des eigenen Standortes der jeweiligen Gefahrenerfassungsvorrichtung relativ zu den Arbeitsstellenmodulen realisiert werden. Hierzu umfasst die Gefahrenerfassungsvorrichtung eine Ortungsvorrichtung zur Bestimmung von dessen Position über ein globales Positionierungssystem (GPS, GALILEO) sowie eine Steuerungsvorrichtung zum automatischen Vortrieb der Gefahrenerfassungsvorrichtung in Abhängigkeit von der Position der in dem Gleis beschäftigten Personen. Um dies zu verwirklichen, ist die Erfassungsvorrichtung in der Lage, die über das globale Positionierungssystem ermittelten Daten zu verarbeiten, die Entfernung zwischen der Gefahrenerfassungsvorrichtung und den hierzu vorgesehenen Arbeitsstellenmodulen zu ermitteln und bei Veränderung der Position der Arbeitsstelle entsprechend auf einen Sollwert anzupassen (Folge- und Nachlaufsteuerung). Somit kann der Abstand der Gefahrenerfassungsvorrichtung zur Arbeitsstelle stets automatisch konstant gehalten werden. Das Warnsystem kann alternativ über die Möglichkeit verfügen, die Gefahrenerfassungsvorrichtung im „halbautomatischen“ Betrieb durch einen Bediener steuern zu lassen. Dies ist dann notwendig, wenn beispielsweise örtliche Bedingungen oder Hindernisse den vollrobotischen Einsatz verhindern. Somit ist die Gefahrenerfassungsvorrichtung in einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung zur autonomen Bewegung entlang eines Gleises ausgebildet, d.h. die Vorrichtung ist in der Lage, selbsttätig entlang des zu überwachenden Bahngleises bzw. Gleisabschnittes zu fliegen und dort die Überwachung vorzunehmen.

Weiter bevorzugt ist jeweils eine Gefahrenerfassungsvorrichtung damit auch zur autonomen Positionierung im Bereich einer Arbeitsstelle und im Bereich eines Einfahrtsortes einer Annäherungsstrecke sowie im Bereich eines Ausfahrtsortes der Arbeitsstelle ausgebildet. Die Gefah-

nerfassungsvorrichtung ist damit in noch einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung überdies zu einer automatischen Flugbewegung in Abhängigkeit von der Position der in dem Gleis beschäftigten Personen ausgebildet. Damit kann die Gefahrenerfassungsvorrichtung einer wandernden Arbeitsstelle automatisch nachgeführt werden, ohne dass aufwändige manuelle Operationen für die Überwachung oder sogar Umbauten am AWS erforderlich sind. Um das Trägersystem lenken zu können, ist es mit einer Steuerungsvorrichtung ausgerüstet, die über Flugsensoren ansteuerbar ist. Dadurch kann das Trägersystem den ihm zugewiesenen Überwachungsraum im Rahmen eines definierten Bewegungsradius selbsttätig überwachen. Somit kann die Gefahrenerfassungsvorrichtung beispielsweise auch in einem konstanten Abstand zur zu sichernden Baustelle gehalten werden.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die Gefahrenerfassungsvorrichtung zur Erfassung von Personen, einschließlich der der in der Baustelle tätigen Arbeitskräfte und des Außenpostens, und/oder von Arbeitsgeräten im Bereich des Bahngleises ausgebildet. Weiterhin bevorzugt ist die Gefahrenerfassungsvorrichtung zur Erfassung von herannahenden Schienenfahrzeugen ausgebildet. Hierzu ist die Gefahrenerfassungsvorrichtung vorzugsweise mit einer Mehrzahl von redundant arbeitenden Detektionssystemen ausgestattet. Beispielsweise arbeiten im fliegenden Modus eine optische Erkennung der in den Annäherungsbereich eintretenden Schienenfahrzeuge mit einer wärmebildtechnischen Auswertung zur Verbesserung der Detektionseigenschaften bei Nacht oder schlechter Sicht zusammen. Im gelandeten Modus kann die optische Erkennung von sich nähernden Schienenfahrzeugen durch die im Schienenverkehr bereits bekannte induktive Erfassung in der Drei-Frequenz-Resonanzbauart und eine druck- sowie wärmesensible Erfassung ergänzt werden. Wie bereits weiter oben beschrieben ist, liegt auch hier ein wesentlicher Vorteil in der geschwindigkeitsgenauen Detektion von Schienenfahrzeugen.

Weiterhin bevorzugt ist die Gefahrenerfassungsvorrichtung zur positionsgenauen Erfassung und Wiedergabe von Bahninfrastrukturen ausgebildet, um den Gefahrenbereich mit einer Bildauswertung zu lokalisieren. Die genannte Erfassung von Bahn- und sonstigen Infrastruktureinrichtungen und Flächen versetzt die Gefahrenerfassungsvorrichtung auch in die Lage, als Medium für entsprechende Prüfungs- und Dokumentationsaufgaben eingesetzt zu werden. Hierbei handelt es sich insbesondere u.a. um optisch-sensorische Brückenprüfungen, Bewuchsprüfungen beispielsweise in Vorbereitung von Rückschnittmaßnahmen, Baustellenerkundungen im

Rahmen der Bauvorbereitung sowie Prüfungen und Dokumentationen des Baufortschrittes sowie der An- und Abwesenheit von Personalen als Basis der Kostenkontrolle und Abrechnung etc.

Die Detektionsvorrichtung der Gefahrenerfassungsvorrichtung ist dazu ausgebildet, die Personen und/oder Arbeitsgeräte und/oder Schienenfahrzeuge und/oder Bahn- und sonstigen linfrastruktureinrichtungen und Flächen zu erfassen. Hierzu werden bevorzugt Sensoren eingesetzt, mit denen die Personen und/oder Arbeitsgeräte und/oder Bahn- und sonstigen linfrastruktureinrichtungen und Flächen und/oder Schienenfahrzeuge mittels bildgebender Verfahren mit elektromagnetischer Strahlung erfasst werden. Die elektromagnetische Strahlung kann u.a. im sichtbaren, Ultraviolett-, Infrarot-, Mikrowellen- und/oder Radar-Spektralbereich liegen. Besonders bevorzugt sind eine optische Erfassung, die mittels elektromagnetischer Strahlung im sichtbaren und/oder UV-Spektralbereich durchgeführt wird, und eine thermische Erfassung mittels elektromagnetischer Strahlung, die im Infrarot-Spektralbereich durchgeführt wird. Eine Erfassung mittels elektromagnetischer Strahlung im Infrarot-Bereich ist insbesondere bei schlechten Sichtverhältnissen wie Nebel oder bei Dämmerung und Dunkelheit vorteilhaft. Die Detektion kann auch mit einer Kombination verschiedener bildgebender Verfahren und/oder in unterschiedlichen Spektralbereichen durchgeführt werden.

Für die bildgebenden Verfahren können mehrere Bilderfassungssysteme, beispielsweise Kamerasysteme, zur Auswahl stehen, beispielsweise hoch auflösende Digitalkameras, Tageslicht-Videokameras, Restlicht-Videokameras, S/W-Kameras und Wärmebildkameras sowie Koronakameras zur Inspektion von Oberleitungen.

Die Bilderfassungssysteme dienen zum einen zur Logistikunterstützung, d.h. zur Unterstützung der Flugbewegungen des fliegenden Trägersystems durch Erkennen und Analysieren der Eigenposition der Gefahrenerfassungsvorrichtung und zum anderen zur Datensammlung über die zu überwachende(n) Arbeitsstelle(n) sowie Bahngleis(abschnitte) hinsichtlich dort vorhandener Personen und Maschinen und für die Erfassung herannahender Schienenfahrzeuge, sodass Daten für eine Bildverarbeitung erzeugt und diese Daten dann in ein Bildverarbeitungssystem eingespeist werden. Die Daten können für eine spätere Auswertung auch in einem Datenspeicher gespeichert und/oder kontinuierlich oder taktweise an einen Empfänger übertragen werden.

Die Bild gebenden Komponenten (Bilderfassungssysteme) sowie Datenerfassungs- und -verarbeitungssysteme (für die Bildverarbeitung) sind vorzugsweise redundant auszulegen, um eine Failsafe-Auslegung zu gewährleisten. Auf eine redundante Auslegung kann verzichtet werden, sofern die genannten Bilderfassungssysteme nur im Rahmen der Erfassung von Bahninfrastrukturen eingesetzt werden. Hier könnten die Bilderfassungssysteme alternativ oder auch ergänzend mit einer Echtzeitbildübertragung und/oder einer Datenspeichereinheit zur Aufzeichnung der erfassten Bilder ausgestattet werden.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die Gefahrenerfassungsvorrichtung zur Signalisierung, dass sie in Grenzbereiche ihrer Manövrierbarkeit während einer Flugbewegung geraten ist, ausgebildet, damit sichergestellt ist, dass die Vorrichtung nicht durch Manövrierunfähigkeit ausfällt, ohne dass dies bemerkt wird. In diesem Falle wird ein Störsignal erzeugt. Damit wird eine zusätzliche Sicherheit der Funktionsfähigkeit des Gesamtsystems (AWD) erreicht.

Außerdem kann die erfindungsgemäße Gefahrenerfassungsvorrichtung eine Sicherungsvorrichtung zur Sicherung der Vorrichtung gegen Beschädigung umfassen, die beispielsweise durch Witterungseinflüsse, durch einen Unfall, durch mutwillige Zerstörung oder durch einen technischen Defekt verursacht sein können. Damit kann gewährleistet werden, dass die Rottenwarnanlage in derartigen Fällen automatisch in einen Störmodus wechselt und anzeigt, dass die Anlage nicht ordnungsgemäß arbeitet. Auch im gelandeten Zustand ist in der Detektionskomponente ein Bewegungsmelder aktiviert, sodass für den Fall einer Bewegung der Detektionseinheit ein sofortiges Signal an die Zentraleinheit ausgelöst wird.

Die Gefahrenerfassungsvorrichtung umfasst vorzugsweise zusätzlich zu dem fliegenden Trägersystem und der mindestens einen Detektionsvorrichtung mindestens eine Vorrichtung zur Flugsteuerung des Trägersystems, ein Positionsortungssystem, beispielsweise auf der Basis von GPS oder GALLILEO und mindestens eine Sende- und Empfangseinrichtung für die Kommunikation mit anderen Komponenten des AWD, beispielsweise für die Weitergabe von Erfassungssignalen an die externe Zentraleinheit des erfindungsgemäßen Warnsystems und für die Funkfernsteuerung des Trägersystems. die Vorrichtung zur Flugsteuerung ist in üblicher Art und Weise aufgebaut. Zur Positionsortung können zusätzlich oder alternativ zu einem Satelliten-

gestützten System auch die Oberleitungen des Fahrweges verwendet werden, die durch ihr elektromagnetisches Feld eine Richtschnur für das Trägersystem darstellen.

Schließlich kann die erfindungsgemäße Gefahrenerfassungsvorrichtung auch mit einem RFID-Lesesystem oder anderen Sendern, die erfasst werden können, ausgerüstet sein, sodass beim Überfliegen der Arbeitsstelle zeitgleich die Anwesenheit bzw. Abwesenheit von Mobilien / Personen auf der Arbeitsstelle zeiterfasst werden kann. Hierzu werden die Mobilien und/oder Personen zu deren Erfassung mit RFID-Chips oder anderen Sendern ausgestattet.

Auf der Plattform des Trägersystems können zusätzlich zu der mindestens einen Detektionsvorrichtung, der Steuerungsvorrichtung, der Sende- und Empfangseinrichtung und der mindestens einen Ortungsvorrichtung ferner die Antriebsaggregate, beispielsweise Motoren, etwa ein Benzinmotor, und Energiespeicher, wie Akkus, Kraftstofftanks und/oder Solarpanels, untergebracht sein.

Um die Arbeitsstelle umfassend zu sichern, ist vorzugsweise jeweils eine erfindungsgemäße Gefahrenerfassungsvorrichtung in Fahrtrichtung vor und hinter der Arbeitsstelle platziert. Dadurch kann eine Warnung sowohl bei Annäherung eines Schienenfahrzeuges eingeschaltet als auch bei Verlassen der Arbeitsstelle durch das Schienenfahrzeug wieder ausgeschaltet werden. Sofern die Überwachung des Gefahrenbereichs nicht bereits über die vorhandenen Detektionsvorrichtungen, die im Bereich des Einfahrtsortes in die Annäherungsstrecke positioniert sind, möglich ist, sollte mindestens eine weitere direkt über der Baustelle platziert werden und diese das Verhalten der Arbeitskräfte überwachen. Falls zumindest zusätzlich auf Achszählung beruhende Detektionsvorrichtungen verwendet werden, werden die Achsen des einfahrenden Schienenfahrzeugs eingezählt und beim Verlassen der Arbeitsstelle wieder ausgezählt.

Bei größeren Baustellen kann darüber hinaus ein zweites oder drittes usw. gleiches Warnsystem der erfindungsgemäßen Art die Gefahrenbereichsüberwachung aus der Luft (sowohl unterhalb von Fahrleitungen als auch oberhalb von Fahrleitungen) sicherstellen und bei Gefahr ein weiteres Warnsignal abgeben.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die Zentraleinheit des Warnsystems zur Auslösung einer Warnung bei jeder Art von Beschädigung und/oder Funktionsstö-

rung des Warnsystems ausgebildet. Falls irgendeine Komponente des Warnsystems beschädigt oder auf andere Art und Weise funktionsuntüchtig ist oder wird, erfasst die Zentraleinheit diesen Zustand und gibt daraufhin ein Gebersignal an die Signalgebervorrichtungen ab, sodass diese in die Lage versetzt werden, ein Warnsignal zu erzeugen (Störsignal). Dieses Gebersignal und daraufhin das entsprechende Störsignal können sich von den Gebersignalen und Warnsignalen aufgrund anderer Ursachen, insbesondere einer Schienenfahrzeugannäherung (Regelsignal), unterscheiden, beispielsweise durch ein akustisches Signal in anderer Tonhöhe oder mit anderer Wiederholfrequenz oder mit anderem Wiederholtakt.

Zu diesem Zweck umfasst das Warnsystem mindestens eine Sicherungsvorrichtung zu dessen Sicherung gegen Beschädigung und gegen jede Art unbefugten Zugriffs, beispielsweise einen oder mehrere Bewegungsmelder und/oder Beschleunigungssensoren. Dies schließt insbesondere eine Sicherung der Zentraleinheit, der Verbindungsleitungen zu den Signalgebervorrichtungen und die Signalgebervorrichtungen ein. Auch damit wird eine noch höhere Sicherheit des AWD erreicht.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist mindestens eine Signalgebervorrichtung ein akustischer Signalgeber, beispielsweise ein Signalhorn und/oder ein in Kapselgehörschützern integrierter akustischer Signalgeber, und/oder ein optischer Signalgeber, beispielsweise eine Blitzleuchte oder eine Drehleuchte. Die Signalgebervorrichtungen können in Form separater Vorrichtungen, die beispielsweise selbstständig aufstellbar sind, ausgeführt sein, und/oder in die Zentraleinheit integriert sein.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die Zentraleinheit des Warnsystems vom Stromnetz und/oder über mobile Stromerzeuger und/oder mit Akku versorgbar. Ferner kann die Zentraleinheit eine Anlagensteuerungslogik für das Erfassen des Erfassungssignals aufweisen. Die Ansteuerungslogik ist vorzugsweise zur Ansteuerung der Warnanzeiger für Regel- (Regelsignale) und Störbetrieb (Störsignale, Notsignale) sowie zur Überwachung der Stromversorgung der Zentraleinheit ausgebildet.

Ein einziges Drohnen-System besteht beispielsweise aus mindestens zwei fliegenden Trägersystemen, einer Bodenstation, einem Satellitenlink und einer Wartungs-/Servicecrew, um die Drohnen betriebsbereit zu halten.



Die Zentraleinheit dient zur Erfassung der von der Gefahrenerfassungsvorrichtung abgegebenen Erfassungssignale, die beispielsweise einen Regel-, einen Not- oder einen Störalarm melden. Ferner können von der Zentraleinheit auch Signale von der Gefahrenerfassungsvorrichtung aufgenommen werden, die Informationen über den Betriebszustand der Gefahrenerfassungsvorrichtung, ihren Flugzustand, ihre Position, Videosignale von den Bilderfassungssystemen und andere Daten codieren. Weiterhin kann die Zentraleinheit auch Informationen an die Gefahrenerfassungsvorrichtung senden, etwa Befehle für eine Funkfernsteuerung für den Flugbetrieb der Erfassungsvorrichtung und Programmierbefehle für Einstellungen der Detektionsvorrichtungen (beispielsweise Richtung der Bilderfassung, Umschaltung zwischen Bilderfassung mittels optischer und thermischer Sensoren und anderen Sensoren). Hierzu weist die Zentraleinheit mindestens eine Sende- und Empfangseinrichtung auf. Ferner umfasst die Zentraleinheit mindestens einen zentralen Prozessor zur Verarbeitung der eingehenden und ausgehenden Signale, Speichermittel zur Speicherung von Daten sowie Anzeigemittel für Betriebszustände und gegebenenfalls der mit den Bilderfassungssystemen gewonnenen Bilder. Weiterhin kann die Zentraleinheit mindestens ein Steuerpult umfassen. Die Zentraleinheit kann ferner über mindestens einen Anschluss an ein externes Stromnetz und/oder an einen mobilen Stromerzeuger und/oder an einen Akku sowie über Kabelverbindungen zu den Signalgebervorrichtungen verfügen. Alternativ oder zusätzlich kann die Zentraleinheit auch drahtlos mit den Signalgebervorrichtungen kommunizieren. Die Gebersignale werden über diese Kommunikationswege an die Signalgebervorrichtungen geleitet.

Das erfindungsgemäße Warnsystem kann in unterschiedlichen Betriebsarten betrieben werden:

1. Das Trägersystem kann sowohl vollautomatisch ohne Bediener als auch mit Hilfe eines (ortsentfernten) Bedieners über eine funk- oder kabelgebundene Fernsteuerung und eventuell ergänzende Monitore der wandernden Arbeitsstelle folgen. Die bevorzugte Standardausführung ist ein vollautomatischer Betrieb ohne Bediener. Das Mitwandern kann entweder durch permanentes Fliegen oberhalb des zu überwachenden Bereichs geschehen, oder aber dadurch, dass sich die Gefahrenerfassungsvorrichtung kurzzeitig fliegend erhebt, zur nächsten Position fliegt und sich dort wieder absetzt. Hierzu sind beim Absetzen (Standort im oder am Gleis) mindestens zwei Gefahrenerfassungsvorrichtungen, nämlich mindestens eine am Einfahrtort der Annäherungsstrecke und eine im Be-

reich der Baustelle, und beim Permanentflug oberhalb der Baustellen mindestens eine Gefahrenerfassungsvorrichtung nötig. Im letzterem Falle kann unter geeigneten Bedingungen gleichzeitig sowohl der Einfahrtort in die Annäherungsstrecke als auch die A-Baustelle überwacht werden. Die erfasste Gleislänge bzw. die erfasste Geländefläche ist von der Flughöhe der Gefahrenerfassungsvorrichtung oberhalb des Gleisabschnittes abhängig, sodass gegebenenfalls auch mehr als die genannten Erfassungsvorrichtungen erforderlich sein können. Beispielsweise kann die Baustellenstrecke aus mehreren Abschnitten bestehen, die von jeweils einer Gefahrenerfassungsvorrichtung überwacht wird, indem diese Vorrichtung über dem jeweiligen Abschnitt schwebt.

2. In einer weiteren möglichen Ausführungsform der Erfindung kann ein Schienenfahrzeug am Beginn der Annäherungsstrecke u.a. auch durch das Überfahren durch den Zug, beispielsweise mit Schienenkontakten oder mittels Achszählung auf induktivem Wege, erfasst werden. Alternativ und bevorzugt wird das Schienenfahrzeug mittels der erfindungsgemäßen Gefahrenerfassungsvorrichtung beispielsweise durch optische und/oder thermische Erkennung definierter Objekte ermöglicht. Aufgrund der Erkennung des Schienenfahrzeuges wird dann ein Alarm ausgelöst.
3. Nach der Erfassung des Schienenfahrzeuges am Beginn der Annäherungsstrecke kann die Gefahrenerfassungsvorrichtung durch Abgleich von Positionsdaten die Geschwindigkeit des zu detektierenden Fahrzeuges errechnen, sodass hieraus die notwendige Sicherheitsfrist errechnet, rechtzeitig ein Warnsignal abgegeben werden kann und die im Gleis arbeitenden Personen den Gefahrenbereich ohne Gefahr für Leib und Leben verlassen können. Vorstellbar ist auch, eine Ankoppelung an Fahrgeschwindigkeitsüberwachungen (sowohl PZB als auch LZB) in einem Schienenfahrzeug zur Beeinflussung vorher festgesetzter Maximalgeschwindigkeiten bis hin zum Nothalt vorzunehmen. Mit der Fähigkeit zur geschwindigkeitsabhängigen Warnungsauslösung wird ebenfalls ein wesentliches Problem heutiger AWS gelöst. Das Problem liegt in der teilweise erheblich verlängerten Zeitspanne zwischen der Warnungsauslösung (Erfassung des Schienenfahrzeuges) und dem Eintreffen des Schienenfahrzeuges an der Baustelle bei solchen Zugfahrten, die deutlich langsamer als mit der für die Berechnung der Annäherungsstrecke zu Grunde gelegten Geschwindigkeit verkehren.

4. Indem der Gefahrenbereich durch die Gefahrenerfassungsvorrichtung während der Gefahrensituation ferner fortwährend beispielsweise durch optische und/oder thermische Sensoren überwacht wird, wird auch ein Wiedereintreten der Personen oder Wiedereinfahren der Arbeitsgeräte in den Gefahrenbereich von dem Warnsystem erkannt, sodass in einem derartigen Fall ein Notsignal ausgelöst wird.
5. Weiterhin kann ergänzend auch eine Kommunikation zwischen dem Baustellenpersonal und/oder den Baustellenmaschinen einerseits und der Gefahrenerfassungsvorrichtung und/oder der Zentraleinheit andererseits über entsprechende Schnittstellen und/oder Übertragungsmedien (Funkweg, Kabel o.ä.) vorgesehen sein, um somit eine zeitliche und örtliche Erfassung von Personen und/oder Maschinen und/oder (Bau)zuständen (beispielsweise den Baufortschritt) zu ermöglichen bzw. unerlaubte Bewegungen in dem Abschnitt zu detektieren.

Die Erfindung wird nachfolgend an Hand von Figuren erläutert. Es zeigen im Einzelnen:

Fig. 1: eine Schemadarstellung eines zweigleisigen Streckenabschnittes mit mehreren Arbeitsstellenabschnitten;

Fig. 2: eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Gefahrenerfassungsvorrichtung;

Fig. 3: eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Warnsystems;

Fig. 4: eine schematische Darstellung eines Trägersystems der Gefahrenerfassungsvorrichtung in der Draufsicht mit vier Rotoren;

Fig. 5: eine Darstellung eines Trägersystems der Gefahrenerfassungsvorrichtung in der Draufsicht mit sechs Rotoren;

Fig. 6: eine schematische Darstellung einer in einem Gleis gelandeten Gefahrenerfassungsvorrichtung, a) in der Draufsicht (nur Landegestänge, b) in einer Frontansicht.

Gleiche Bezugsziffern in den Figuren bezeichnen Elemente mit derselben Funktion.

Fig. 1 zeigt einen zweigleisigen Streckenabschnitt mit einem ersten Bahngleis GL1 und einem zweiten Bahngleis GL2. In dem ersten Bahngleis GL1 ist eine Arbeitsstelle AS eingerichtet, die in mehrere Abschnitte ASa, ASb, ASc, ASd, ASe unterteilt ist.

In der ersten Fahrtrichtung FR1 vor der Arbeitsstelle AS ist an dem ersten Bahngleis GL1 eine erste Annäherungsstrecke mit einem ersten Einfahrtsort EO1e in die erste Annäherungsstrecke eingerichtet. Am zweiten Bahngleis GL2 in der zweiten Fahrtrichtung FR2 vor der Arbeitsstelle AS ist eine zweite Annäherungsstrecke mit einem zweiten Einfahrtsort EO2a in die zweite Annäherungsstrecke eingerichtet. Diese beiden Orte EO1e, EO2e liegen, abhängig von der vorgeschriebenen Geschwindigkeit eines Schienenfahrzeuges, etwa 300 m bis 1700 m vor dem Beginn des ersten Abschnittes ASa bzw. ASe der Arbeitsstelle AS.

Oberhalb der Arbeitsstellenabschnitte ASa, ASb, ASc, ASd, ASe fliegt jeweils eine erfindungsgemäße Gefahrenerfassungsvorrichtung GFa2, GFb, GFc, GFd, GFe2. Auch über dem ersten Einfahrtsort EO1e und über dem zweiten Einfahrtsort EO2a am jeweiligen Beginn der Annäherungsstrecken fliegt jeweils eine erfindungsgemäße Gefahrenerfassungsvorrichtung GFe1, GFa1.

Auf dem ersten Bahngleis GL1 fährt ein erstes Schienenfahrzeug SF1 in der ersten Fahrtrichtung FR1. Es befindet sich bereits, in der ersten Fahrtrichtung FR1 gesehen, hinter dem ersten Einfahrtsort EO1e in die erste Annäherungsstrecke. Daher hat die Gefahrenerfassungsvorrichtung GFe1 bereits ein Erfassungssignal an eine Zentraleinheit des Warnsystems abgegeben, sodass ein Regelsignal von einem Signalgeber, beispielsweise von einem Signalhorn und/oder einer Blitzleuchte, abgegeben werden kann. Daraufhin haben die sich in den Arbeitsstellenabschnitten ASa, ASb, ASc, ASd, ASe befindenden Personen und/oder Arbeitsgeräte das Bahngleis GL1 zu verlassen.

Sobald das erste Fahrzeug SF1 die Arbeitsstelle AS verlassen hat, wird durch die Gefahrenerfassungsvorrichtung GFa2 am ersten Ausfahrtsort AO1e aus der Arbeitsstelle AS mittels einer Detektionsvorrichtung erfasst, dass das erste Fahrzeug SF1 den Gefahrenbereich passiert hat. Dadurch wird ein Erfassungssignal an ein Zentralsystem abgegeben, das die Signalgebervorrichtungen wieder deaktiviert.

Auf dem zweiten Bahngleis GL2 fährt ein zweites Schienenfahrzeug SF2 in der zweiten Fahrtrichtung FR2. Es befindet sich bereits, in der zweiten Fahrtrichtung FR2 gesehen, hinter dem zweiten Einfahrtsort EO2a in die zweite Annäherungsstrecke. Daher hat die Gefahrenerfas-

sungsvorrichtung GFa1 bereits ein Erfassungssignal an die Zentraleinheit des Warnsystems abgegeben, sodass ein Regelsignal von den Signalgebern abgegeben wird. Daraufhin haben die sich in den Arbeitsstellenabschnitten ASa, ASb, ASc, ASd, ASe befindenden Personen und/oder Arbeitsgeräte dafür zu sorgen, dass sie nicht in den Gefahrenbereich des zweiten Bahngleises GL2 geraten. Analog zu dem obigen Vorgang erfasst die Gefahrenerfassungsvorrichtung GFe2 nach dem Passieren des Gefahrenbereiches durch das zweite Fahrzeug SF2, wenn dieses den zweiten Ausfahrtsort AO2a aus der Arbeitsstelle AS erreicht hat, sodass die Signalgebervorrichtungen auch hier deaktiviert werden.

Alternativ kann auch vorgesehen werden, dass die Signalgebervorrichtungen in den einzelnen Arbeitsstellenabschnitten ASa, ASb, ASc, ASd, ASe in der jeweiligen Fahrtrichtung FR1, FR2 nacheinander aktiviert werden. In diesem Falle werden die Signalgebervorrichtungen nach dem Passieren des Schienenfahrzeuges SF1, SF2 eines jeweiligen Einfahrtsortes in die jeweilige Annäherungsstrecke, die sich entgegen der jeweiligen Fahrtrichtung FR1, FR2 auf dem jeweiligen Gleis GL1, GL2 vor dem jeweiligen Arbeitsstellenabschnitt ASa, ASb, ASc, ASd, ASe erstreckt, aktiviert werden. Jedem der Arbeitsstellenabschnitte ASa, ASb, ASc, ASd, ASe sind demnach jeweils zwei Annäherungsstrecken, auf jedem Gleis GL1, GL2 eine, mit jeweiligen Einfahrtsorten zugeordnet (nicht im Detail dargestellt). Beispielsweise können im gezeigten Beispiel durch das Passieren des ersten Eintrittsortes EO1e durch das erste Schienenfahrzeug SF1 zunächst lediglich die Signalgebervorrichtungen in dem fünften Arbeitsstellenabschnitt ASe aktiviert werden, an einem in Fahrtrichtung FR1 gesehen hinter EO1e liegenden zweiten Einfahrtsort einer zweiten Annäherungsstrecke danach die Signalgebervorrichtungen in dem vierten Arbeitsstellenabschnitt ASd (nicht dargestellt) usw. Die Signalgebervorrichtungen können dann beim jeweiligen Verlassen der einzelnen Arbeitsstellenabschnitte ASe, ASd, ASc, ASb, ASa nacheinander wieder deaktiviert werden. Dadurch kann die Unterbrechung der Arbeiten im jeweiligen Arbeitsstellenabschnitt auf ein Minimum reduziert werden.

Falls die Arbeitsstelle AS ferner beispielsweise in der ersten Fahrtrichtung FR1 wandert, werden die Gefahrenerfassungsvorrichtungen GFa1, GFa2, GFb, GFc, GFd, GFe1, GFe2 zusammen mit der Arbeitsstelle AS mitbewegt, sodass die Gefahrenerfassungsvorrichtung GFe1 stets über dem ersten Einfahrtsort EO1e in die erste Annäherungsstrecke des ersten Bahngleises GL1, die Gefahrenerfassungsvorrichtungen GFa2, GFb, GFc, GFd, GFe2 stets jeweils über den Arbeitsstellenabschnitten ASa, ASb, ASc, ASd, ASe und die Gefahrenerfassungsvorrichtung

GFa1 stets über dem zweiten Eintrittsort EO2a in die zweite Annäherungsstrecke des zweiten Bahngleises GL2 schweben.

Die gezeigte Verwendung von mehreren Gefahrenerfassungsvorrichtungen GF ist lediglich schematisch. Die Anzahl der Gefahrenerfassungsvorrichtungen GF<sub>xy</sub>, die für die Einschaltung und Überwachung eines Arbeitsstellenabschnittes erforderlich sind, variiert je nach Länge des Arbeitsstellenabschnittes und in Abhängigkeit von den örtlichen Gegebenheiten. Aus Fig. 1 geht bereits hervor, dass im gezeigten Beispiel nicht eine einzige Gefahrenerfassungsvorrichtung GF<sub>xy</sub> ausreicht, um sowohl einen Arbeitsstellenabschnitt AS<sub>xy</sub> als auch den Einfahrtsort EO<sub>xy</sub> in eine Annäherungsstrecke zu überwachen. Daher sind zusätzlich zu den zur Überwachung der Arbeitsstellenabschnitte AS<sub>xy</sub> erforderlichen Gefahrenerfassungsvorrichtungen GFa2, GFb, GFc, GFd, GFe2 zusätzlich die beiden äußeren Gefahrenerfassungsvorrichtungen GFa1, GFe1 für die Schienenfahrzeugfassung an den Einfahrtsorten EO1e, EO2a in die Annäherungsstrecken notwendig.

Die Einfahrtsorte EO1a, EO2a und die Ausfahrtsorte AO1e, AO2a sowie gegebenenfalls sämtliche anderen EO<sub>xy</sub> und AO<sub>xy</sub> für die jeweiligen Arbeitsstellenabschnitte AS<sub>xy</sub> können auch in einem Gleis GL1 liegen, sofern ein Gleis GF2 gesperrt ist und die Schienenfahrzeuge im Gleiswechselbetrieb fahren (d.h. wenn in einem Gleis Fahrten sowohl in die eine als auch in die andere Richtung stattfinden).

Weiterhin kann vorgesehen sein, dass die Gefahrenerfassungsvorrichtungen (hier gezeigt am Beispiel von GFe2) nur zeitweilig einen Flugzustand einnehmen und sich während des Zeitraumes, in dem sie sich am Boden befinden, eine Ersatz-Erfassungsvorrichtung (hier gezeigt am Beispiel von GFe2' anstelle von GFe2) in der Luft befindet.

Fig. 2 zeigt die erfindungsgemäße Gefahrenerfassungsvorrichtung GF in einer schematischen Darstellung. Die Vorrichtung GF umfasst ein fliegendes Trägersystem TR, das im vorliegenden Falle durch eine Drohne gebildet ist. Diese Drohne ist durch einen Korpus KO und einen Rotor RO ausgerüstet, der für den Auftrieb sorgt. Der Rotor RO wird mit einem Motor AB angetrieben. Außerdem ist eine Energieversorgung für den Motor AB vorhanden (nicht dargestellt), beispielsweise eine Batterie für einen Elektromotor oder ein Kraftstofftank für einen Verbrennungsmotor. Für den Stand des Trägersystems TR im Gelände dienen Standstützen SS.

Das Trägersystem TR ist mit drei Detektionsvorrichtungen in Form von Bilderfassungssystemen DV1, DV2, DV3 ausgerüstet, die beispielsweise Kameras sein können, die im sichtbaren und/oder infraroten Spektralbereich Bilder aufnehmen. Eine erste Kamera DV1 erfasst in einem ersten Winkelbereich WB1 links von dem Trägersystem TR einen ersten Bildausschnitt, eine zweite Kamera DV2 in einem zweiten Winkelbereich WB2 unter dem Trägersystem TR einen zweiten Bildausschnitt und eine dritte Kamera DV3 in einem dritten Winkelbereich WB3 rechts vom Trägersystem TR einen dritten Bildausschnitt.

Die Gefahrenerfassungsvorrichtung GF umfasst ferner einen Mikrocontroller mit Datenspeicher MS. Die von den Bilderfassungssystemen DV1, DV2, DV3 erfassten Bilder werden digital in Form von Signalen an den Mikrocontroller mit Datenspeicher MS übermittelt. Letzterer steuert zudem die Bilderfassungssysteme DV1, DV2, DV3. Beispielsweise können die Kameras DV1, DV2, DV3 geschwenkt werden und/oder die Brennweite der jeweiligen Optik kann verändert werden. Außerdem können die erfassten digitalen Daten gesteuert ausgelesen werden. Die mittels des Mikrocontrollers mit Datenspeicher MS erfassten Bilddaten werden an eine Sende-/Empfangseinrichtung SE übermittelt und von dort drahtlos an eine Zentraleinheit des AWS übermittelt.

Die Sende-/Empfangseinrichtung SE empfängt von einer Zentraleinheit ferner Steuerdaten, die beispielsweise über den Mikrocontroller mit Datenspeicher MS an eine Bewegungssteuerung BW für das Trägersystem TR weiter geleitet werden. Die Bewegungssteuerung BW ist ferner mit einem Positionierungssystem PS, das beispielsweise mittels GPS die exakte Position des Gefahrenerfassungssystems GF im Gelände ermittelt, verbunden, sodass es ein Antriebsaggregat, beispielsweise einen Elektromotor AB, mit Energiespeicher (nicht dargestellt), beispielsweise einer Batterie, AB ansteuern kann, um die Vorrichtung GF autonom an einer vorgegebenen Position im Gelände über dem Bahngleis zu halten.

In Fig. 3 ist ein Warnsystem WS mit einem Gefahrenerfassungssystem GF, Signalgebervorrichtungen SH, BL und einer Zentraleinheit ZE an einem Bahngleis GL schematisch dargestellt.

Die Signalgebervorrichtungen sind Signalhörner SH und Blitzleuchten BL. Die Zentraleinheit ZE ist über Kabelverbindungen KV mit den Signalhörnern SH und Blitzleuchten BL verbunden und

aktiviert oder deaktiviert diese. Hierzu gibt die Zentraleinheit ZE Gebersignale an die Signalgebervorrichtungen SH, BL ab, woraufhin diese Warnsignale abgeben. Die Zentraleinheit ZE wiederum erhält auf drahtlosem Wege Erfassungssignale von der Gefahrenerfassungsvorrichtung GF, indem diese ein in die Annäherungsstrecke einfahrendes Schienenfahrzeug erfasst. Sobald dieses Fahrzeug die Arbeitsstelle wieder verlassen hat, übermittelt die Gefahrenerfassungsvorrichtung GF entsprechende Signale an die Zentraleinheit ZE, sodass diese die Signalgebervorrichtungen SH, BL wieder deaktiviert.

Außerdem überwacht die Gefahrenerfassungsvorrichtung GF auch die Arbeitsstelle während des Regelalarms und detektiert, ob sich Personen und/oder Arbeitsgeräte im Gefahrenbereich befinden. Falls derartiges detektiert wird, wird ein Notalarm ausgelöst, der durch Übermittlung von Erfassungssignalen von der Gefahrenerfassungsvorrichtung GF an die Zentraleinheit ZE und von Gebersignalen von der Zentraleinheit ZE an die Signalgebervorrichtungen SH, BL erzeugt wird. Der Notalarm unterscheidet sich hinsichtlich der Tonhöhe und/oder Frequenz der Licht- und/oder akustischen Signale und/oder durch den Takt der Signale vom Regelalarm.

Die Zentraleinheit ZE umfasst ferner eine Sicherungsvorrichtung SI, die erfasst, ob die Zentraleinheit ZE, die Kabelverbindungen KV, die Signalgebervorrichtungen SH, BL und die Gefahrenerfassungsvorrichtung GF vollständig funktionsbereit oder beschädigt sind. Ferner ist die Zentraleinheit ZE zum einen an ein Stromnetz SN angeschlossen und zudem gegen einen Ausfall des Stromnetzes SN durch einen separaten Akku AK gesichert.

In Fig. 4 ist ein Trägersystem TR der erfindungsgemäßen Gefahrenerfassungsvorrichtung in einer Draufsicht dargestellt. Das Trägersystem TR ist in diesem Falle ein Quadrocopter mit vier unabhängig voneinander rotierenden Rotoren RO. Die Rotoren RO sind an einem Gerüst RG gehalten. Dieses wird wiederum von dem Korpus KO des Trägersystems TR gehalten.

In Fig. 5 ist die erfindungsgemäße Gefahrenerfassungsvorrichtung GF in einer zweiten Ausführungsform, die im vorliegenden Falle durch eine Drohne gebildet ist, in der Draufsicht dargestellt, wobei lediglich der Korpus KO dargestellt ist, nicht aber Mittel zum Stützen der Drohne GF, wenn sie auf dem Boden abgesetzt ist. Die Drohne GF umfasst einen Korpus KO mit sechs Rotoren RO1, RO2, RO3, RO4, RO5, RO6, die für den erforderlichen Auftrieb sorgen. Daher handelt es sich im vorliegenden Falle um einen Hexacopter. In der Mitte des Hexacopters be-



findet sich ein Gehäuse GH mit den für die Gefahrenerfassung erforderlichen Komponenten: Detektionsvorrichtungen DV, einen Mikrocontroller mit Datenspeicher MS, eine Sende-/Empfangseinrichtung SE, ein Ortungssystem PS und eine Bewegungssteuerung BW. Unterhalb des Korpus und das her nicht sichtbar sind Standstützen und die Motoren für die Rotoren RO1, RO2, RO3, RO4, RO5, RO6 untergebracht.

In Fig. 6 ist weiterhin eine in einem Gleis GL erfindungsgemäße Drohne GF gezeigt, wobei im Falle der Draufsicht von Fig. 6a) lediglich das Landegestänge LG dargestellt ist. In Fig. 6b) ist die Drohne GF in einer Frontansicht gezeigt.

Wie sich aus Fig. 6b) ergibt, umfasst die Drohne GF einen Korpus KO und ein Landegestänge LG mit Standstützen SS, die zwischen Gleisschwellen BS auf einem Schotterbett SB oder einem anderen Untergrund, beispielsweise einer Betonsohle, aufsetzen. Das Landegestänge LG umfasst ferner zwei Längsstreben LS, die so lang bemessen sind, dass die Drohne GF auf mindestens zwei Schwellen BS aufliegen können. Die Längsstreben LS sind über Querstreben QS miteinander verbunden. Die Drohne GF ist so flach gebaut, dass sie von einem Schienenfahrzeug überfahren werden kann. Hierzu stehen zum einen die lichte Höhe oberhalb der Gleisschwellen BS und zwischen den Schienen SC und zusätzlich die lichte Höhe oberhalb der Schienen SC zwischen den Rädern des Schienenfahrzeuges zur Verfügung. Die lichte Höhe zwischen den Schienen SC beträgt je nach Schientyp zwischen 10 und 20 cm oberhalb der Gleisschwellen BS (beim Profil S 54 beträgt sie 15,4 cm und beim Profil UIC 60 17,2 cm).

Um einen sicheren Halt beim Überfahren durch ein Schienenfahrzeug zu haben, sind ferner seitlich ausfahrbare Haltestreben HS vorgesehen, beispielsweise aus Kohlefaser, die sich unterhalb der Schienenköpfe an den Stege der Schienen SC verkeilen, wenn sie ausgefahren werden. Die Anbringungshöhe der Haltestreben HS richtet sich nach dem Schienenprofil und ist vorzugsweise so eingestellt, dass diese die Drohne GF im ausgefahrenen Zustand unterhalb der Schienenköpfe an diesen anliegend zwischen den Schienenstegen festhalten. Dadurch wird eine Zugüberfahrt ermöglicht. Darüber hinaus kann auch vorgesehen sein, dass die Rotoren im abgesetzten Zustand durch Umkehr der Drehrichtung eine Schubumkehr erzeugen, so dass das Gewicht der Drohne GF weiter erhöht wird. Beispielsweise kann durch jeden Rotor ein zusätzliches Gewicht von 1,2 kg erzeugt werden, sodass ein Hexacopter insgesamt ein Zusatzgewicht von 7,2 kg erhält. Dieses zusätzliche Gewicht erhöht die Standfestigkeit bei einer Zug-

Hyperion Verwaltung GmbH  
P12.971DE

überfährt. Die Haltestreben HS zentrieren darüber hinaus die Drohne GF im Gleis, wenn sie ausgefahren werden.

Bezugszeichen:

GL, GL1, GL2	Bahngleis
AS, ASa, ASb, ASc, ASd, ASe	Arbeitsstelle
FR1, FR2	Fahrtrichtung
EO1e, EO2a	Einfahrtsort
GF, GFa1, GFa2 ,	Gefahrenerfassungsvorrichtung
GFb, GFc, GFd, GFe1, GFe2	
AO1e, AO2a	Ausfahrtsort
TR	Trägersystem
KO	Korpus
RO, RO1, RO2	Rotor
RO2, RO4, RO5, RO6	
SS	Standstützen
DV1, DV2, DV3	Bilderfassungssysteme
WB1, WB2, WB3	Winkelbereich
MS	Mikrocontroller mit Datenspeicher
SE	Sende-/Empfangseinrichtung
BW	Bewegungssteuerung
AB	Antriebsaggregat
WS	Warnsystem
ZE	Zentraleinheit
SH	Signalhorn
BL	Blitzleuchte
KV	Kabelverbindung
RG	Rotorgerüst
SI	Sicherungsvorrichtung
SN	Stromnetz
AK	Akku
GL	Gleis
SC	Schienen
BS	Gleisschwellen

Hyperion Verwaltung GmbH  
P12.971DE

LG	Landegestänge
LS	Längsstreben
QS	Querstreben
HS	Haltestreben.

Patentansprüche:

1. Gefahrenerfassungsvorrichtung (GF) für die Warnung von in einem Bahngleis (GL) beschäftigten Personen vor dem Herannahen eines Schienenfahrzeuges (SF1, SF2), umfassend mindestens eine Detektionsvorrichtung (DV) zur Erfassung des herannahenden Schienenfahrzeuges (SF1, SF2),  
dadurch gekennzeichnet, dass die Gefahrenerfassungsvorrichtung (GF) ein fliegendes Trägersystem (TR) für die mindestens eine Detektionsvorrichtung (DV) umfasst.
2. Gefahrenerfassungsvorrichtung (GF) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das fliegende Trägersystem als autonom fliegendes oder funkferngesteuertes Trägersystem (TR) ausgebildet ist.
3. Gefahrenerfassungsvorrichtung (GF) nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sie zur autonomen Bewegung entlang eines Gleises (GL) ausgebildet ist.
4. Gefahrenerfassungsvorrichtung (GF) nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sie zur autonomen Positionierung im Bereich einer Arbeitsstelle (AS) oder im Bereich eines Einfahrtsortes (EO1e, EO2a) einer Annäherungsstrecke oder im Bereich eines Ausfahrtsortes (AO1a, AO2e) aus der Arbeitsstelle (AS) ausgebildet ist.
5. Gefahrenerfassungsvorrichtung (GF) nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sie zur Erfassung von Personen und/oder Arbeitsgeräten im Bereich des Bahngleises (GL) ausgebildet ist.
6. Gefahrenerfassungsvorrichtung (GF) nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sie zur Erfassung von herannahenden Schienenfahrzeugen (SF1, SF2) ausgebildet ist.

7. Gefahrenerfassungsvorrichtung (GF) nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sie zur Signalisierung, dass sie in Grenzbereiche ihrer Manövrierbarkeit während einer Flugbewegung geraten ist, ausgebildet ist.
8. Gefahrenerfassungsvorrichtung (GF) nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sie eine Ortungsvorrichtung (PS) zur Bestimmung ihrer Position mittels eines globalen Positionierungssystems umfasst.
9. Gefahrenerfassungsvorrichtung (GF) nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sie zu einer automatischen Flugbewegung in Abhängigkeit von der Position der in dem Gleis (GL) beschäftigten Personen ausgebildet ist.
10. Gefahrenerfassungsvorrichtung (GF) nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Trägersystem (TR) als VTOL-Fluggerät ausgebildet ist.
11. Warnsystem (WS) für in einem Bahngleis (GL) beschäftigte Personen vor dem Herannahen eines Schienenfahrzeuges (SF1, SF2), umfassend mindestens eine Gefahrenerfassungsvorrichtung (GF) nach einem der Ansprüche 1 – 10, mindestens eine Signalgebervorrichtung (SH, BL) und eine Zentraleinheit (ZE) zur Erfassung von Erfassungssignalen von der mindestens einen Gefahrenerfassungsvorrichtung (GF) und zur Steuerung der mindestens einen Signalgebervorrichtung (SH, BL) und der mindestens einen Gefahrenerfassungsvorrichtung (GF).
12. Warnsystem (WS) nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Zentraleinheit (ZE) zur Auslösung einer Warnung bei jeder Art von Beschädigung und/oder Funktionsstörung des Warnsystems (WS) ausgebildet ist.
13. Warnsystem (WS) nach einem der Ansprüche 11 und 12, dadurch gekennzeichnet, dass es mindestens eine Sicherungsvorrichtung (SI) zu dessen Sicherung gegen Beschädigung und jede Art unbefugten Zugriffs umfasst.

14. Warnsystem (WS) nach einem der Ansprüche 11 – 13, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine Signalgebervorrichtung eine akustische Signalgebervorrichtung (SH) und/oder eine optische Signalgebervorrichtung (BL) ist.
15. Warnsystem (WS) nach einem der Ansprüche 11 – 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Zentraleinheit (ZE) vom Stromnetz (SN) und mit Akku (AK) versorgbar ist.
16. Verfahren zum Warnen von in einem Bahngleis (GL) beschäftigten Personen vor dem Herannahen eines Schienenfahrzeuges (SF1, SF2), umfassend:
  - a. Positionieren mindestens einer erfindungsgemäßen Gefahrenerfassungsvorrichtung (GF) im Bereich einer Arbeitsstelle (AS) und/oder im Bereich des Einfahrtsortes (EO1e, EO2a) einer Annäherungsstrecke und/oder im Bereich des Ausfahrtsortes (AO1a, AO2e) der Arbeitsstelle (AS),
  - b. Erfassen eines herannahenden Schienenfahrzeuges (SF1, SF2) mit der mindestens einen Gefahrenerfassungsvorrichtung (GF) mittels mindestens einer Detektionsvorrichtung (DV),
  - c. Übermitteln eines Erfassungssignals von der mindestens einen Gefahrenerfassungsvorrichtung (GF) an eine Zentraleinheit (ZE),
  - d. Übermitteln eines Gebersignals von der Zentraleinheit (ZE) an mindestens eine Signalgebervorrichtung (SH, BL) und
  - e. Abgeben eines Warnsignals von der mindestens einen Signalgebervorrichtung (SH, BL),dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine Gefahrenerfassungsvorrichtung (GF) ein fliegendes Trägersystem (TR) für die mindestens eine Detektionsvorrichtung (DV) umfasst.
17. Verfahren zum Warnen nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine Gefahrenerfassungsvorrichtung (GF) ein herannahendes Schienenfahrzeug (SF1, SF2) während eines Flugzustandes erfasst.
18. Verfahren zum Warnen nach einem der Ansprüche 16 und 17, dadurch gekennzeichnet, dass sich eine erste Gefahrenerfassungsvorrichtung (GF<sub>e1</sub>) und eine zweite Gefahrener-

Hyperion Verwaltung GmbH  
P12.971DE

fassungsvorrichtung (GFe2') alternierend in einem Flugzustand befinden, um ein heran-  
nahendes Schienenfahrzeug (SF1, SF2) zu erfassen.



## **Gefahrenerfassungsvorrichtung und Verfahren zum Warnen von in einem Bahngleis beschäftigten Personen sowie Warnsystem**

Zusammenfassung:

Zur sicheren Überwachung einer Arbeitsstelle AS in einem Bahngleis GL wird eine Gefahrenerfassungsvorrichtung GF für die Warnung von in dem Bahngleis GL beschäftigten Personen vor dem Herannahen eines Schienenfahrzeuges SF1, SF2 geschaffen. Die Gefahrenerfassungsvorrichtung GF umfasst mindestens eine Detektionsvorrichtung DV zur Erfassung des herannahenden Schienenfahrzeuges SF1, SF2 sowie ein fliegendes Trägersystem TR für die mindestens eine Detektionsvorrichtung DV.

(Fig. 1)