



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
28.11.2012 Patentblatt 2012/48

(51) Int Cl.:
B61L 29/30 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **12169529.0**

(22) Anmeldetag: **25.05.2012**

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

(30) Priorität: **26.05.2011 DE 102011103285**

(71) Anmelder: **Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.**
51147 Köln (DE)

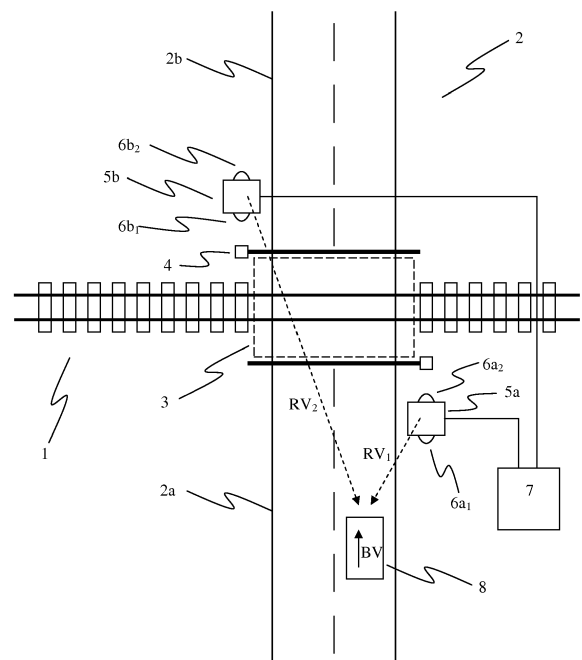
(72) Erfinder:
• **Meyer zu Hörste, Michael**
38116 Braunschweig (DE)
• **Pelz, Markus**
01219 Dresden (DE)

(74) Vertreter: **Aisch, Sebastian**
Gramm, Lins & Partner GbR
Patent- und Rechtsanwaltssozietät
Freundallee 13a
30173 Hannover (DE)

(54) **Gefahrenraumüberwachung**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Überwachen eines innerhalb einer Straße (2) befindlichen Gefahrenbereiches (3), wobei die Straße (2) von dem Gefahrenbereich (3) in einen ersten Straßenabschnitt (2a) und in einen zweiten Straßenabschnitt (2b) geteilt ist, die

- einen ersten akustischen Sensor (6a₁) und mindestens einen zweiten akustischen Sensor (6a₂, 6b₁, 6b₂), die zum Aufnehmen von akustischen Signalen ausgebildet sind, und
- eine Auswerteeinheit (7), die mit dem ersten und dem mindestens zweiten akustischen Sensor signaltechnisch in Verbindung steht und die zum Ermitteln eines ersten akustischen Signals eines Straßenobjektes (8) mit dem ersten akustischen Sensor (6a₁) und zum Ermitteln mindestens eines zweiten akustischen Signals des Straßenobjektes (8) mit dem mindestens zweiten akustischen Sensor (6a₂, 6b₁, 6b₂) eingerichtet ist, umfasst, wobei die Auswerteeinheit (7) zum Überwachen des Gefahrenbereiches (3) in Abhängigkeit von einer Korrelation der ermittelten akustischen Signale des Straßenobjektes (8) eingerichtet ist.



Figur 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Überwachen eines innerhalb einer Straße befindlichen Gefahrenbereiches, wobei die Straße von dem Gefahrenbereich in einen ersten Straßenabschnitt und in einen zweiten Straßenabschnitt geteilt ist.

[0002] Ein in einer Straße befindlicher Gefahrenbereich bzw. Gefahrenraum kann beispielsweise ein höhengleicher Bahnübergang sein, der die Straße in einen ersten Straßenabschnitt und in einen zweiten Straßenabschnitt teilt. Straßenobjekte, wie beispielsweise Fahrzeuge oder Fußgänger, müssen den Gefahrenbereich durchqueren, wenn sie sich von dem ersten Straßenabschnitt in Richtung des zweiten Straßenabschnitt oder umgekehrt bewegen. Insbesondere bei höhengleichen Bahnübergängen, unabhängig davon, ob dieser nun technisch gesichert ist oder nicht, besteht während des Durchquerens des Gefahrenbereiches das Risiko einer Kollision mit einem Schienenfahrzeug, was zu schweren Unfällen führen kann.

[0003] Um einen solchen Gefahrenbereich insbesondere auch automatisch überwachen zu können, ist es notwendig zu ermitteln, ob sich innerhalb des Gefahrenbereiches Objekte befinden, wenn beispielsweise ein Schienenfahrzeug sich dem Gefahrenbereich nähert. Da ein Schienenfahrzeug nicht wie ein Straßenfahrzeug vor einem Bahnübergang abgebremst werden kann, hat das Schienenfahrzeug an derartigen Kreuzungspunkten immer Vorrang. Der Straßenverkehr muss dabei rechtzeitig vor dem Eintreffen des Schienenfahrzeuges gewarnt werden, wobei an dieser Stelle sicherzustellen ist, dass sich insbesondere bei einem technisch gesicherten Bahnübergang mit Schranken keine Objekte im Gefahrenbereich verbleiben, wenn die Schranken geschlossen sind.

[0004] Aus der DE 196 23 524 A1 ist eine Einrichtung zur Gefahrenraumüberwachung an einem Bahnübergang bekannt. Dort werden Kamerabilder anhand einer Grauwertbetrachtung ausgewertet, um festzustellen, ob sich Objekte in dem Gefahrenbereich befinden. Nachteilig hieran ist, dass eine derartige Grauwertauswertung häufig zu einem falschen positiven Ergebnis führt, d.h., dass Objekte im Gefahrenbereich angenommen werden, obwohl dort keine entsprechenden Objekte vorhanden sind.

[0005] Aus der DE 196 21 612 A1 ist des Weiteren eine Vorrichtung zur optischen Freiraumüberwachung bekannt, bei der anhand eines dreidimensionalen Normalzustandes, der in einem Rechner gespeichert ist, Abweichungen von diesem Normalzustand erfasst werden und daraus auf Objekte geschlossen wird, die sich im von der Kamera erfassten Gebiet aufhalten bzw. befinden. Nachteilig ist auch hier die hohe Zahl an falschen positiven Meldungen.

[0006] Aus der DE 10 2007 032 091 B3 ist des Weiteren ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Überwachen eines höhengleichen Bahnüberganges bekannt, bei der

vier Kameras an den beiden Seiten des Bahnüberganges so angeordnet sind, dass ein den Bahnübergang durchquerendes Fahrzeug durch die Aufnahme von unterschiedlichen Vorder- und Rückseitenbilder erkannt und die Räumung des Gefahrenbereiches somit sicher erkannt werden kann. Nachteilig hierbei ist der große technische Aufwand sowie die Tatsache, dass der Lichtraum am Bahnübergang frei sein muss.

[0007] Neben den technisch gesicherten Bahnübergängen, bei denen eine Sicherungsanlage vor einem herannahenden Schienenfahrzeug warnt oder den

[0008] Bahnübergang sichert und nach Durchqueren des Schienenfahrzeuges den Bahnübergang wieder freigibt, sind auch sogenannte "Anrufschranken" weit verbreitet, die eine abhängige Sicherungsart dieser technisch gesicherten Bahnübergänge darstellen. Bei den Anrufschranken wird dabei das Prinzip verfolgt, dass der Bahnübergang grundsätzlich geschlossen ist, d.h. er ist grundsätzlich technisch gesichert. Bei einem Überquerungsbedarf seitens eines Straßenfahrzeuges oder beispielsweise auch Fußgängers muss ein Bediener entsprechend über eine Wechselsprechanlage kontaktiert werden, der dann den Bahnübergang öffnet. Nach Durchqueren des Bahnübergangs und somit des Gefahrenbereiches muss der Bediener jedoch auf der gegenüberliegenden Seite wieder kontaktiert werden, damit er den Bahnübergang wieder sichern bzw. schließen kann. Erfolgt keine Rückmeldung an den Bediener, so kann er den Bahnübergang technisch nicht sichern, da die Gefahr bestünde, dass das Fahrwegsobjekt, welches den Bahnübergang durchqueren wollte, in dem Gefahrenbereich verbleibt und darin eingeschlossen wird.

[0009] Der Bediener ist in einem solchen Fall dann gezwungen, die Strecke aus Sicherheitsgründen zu sperren und eine in Augenscheinnahme des Gefahrenbereiches durch entsprechendes Personal durchführen zu lassen. Es besteht daher ein recht hoher Bedarf seitens der Bahnbetreiber, derartige manuelle Bahnübergangssicherungsanlagen abzulösen, da zum einen der personelle Aufwand hierfür recht hoch ist und zum anderen das Risiko der Streckensperrung zu erheblichen finanziellen Ausfällen führt. Es besteht daher zumindest ein Bedürfnis darin, den Gefahrenbereich eines Bahnüberganges sicher und kosteneffektiv zu überwachen, um so beispielsweise feststellen zu können, ob sich Objekte innerhalb des Gefahrenbereiches befinden. Derartige Überwachungssysteme müssen jedoch neben dem Aspekt der Zuverlässigkeit auch kosteneffektiv sein, da die Installation einer komplexen und kostenintensiven Überwachungseinrichtung insbesondere im Nebenstreckengebiet nicht verhältnismäßig wäre.

Aufgabe

[0010] Im Hinblick darauf ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung eine verbesserte Vorrichtung zum Überwachen von Gefahrenbereichen anzugeben, die zuverlässig arbeitet und wenig Kosten bei der Installation und

Wartung verursacht.

Lösung

[0011] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß mit der Vorrichtung der eingangs genannten Art erfindungsgemäß gelöst, wobei die Vorrichtung

- einen ersten akustischen Sensor und mindestens einem zweiten akustischen Sensor, die zum Aufnehmen von akustischen Signalen ausgebildet sind und
- eine Auswerteeinheit, die mit dem ersten und dem mindestens zweiten akustischen Sensorsignal technisch in Verbindung steht und die zum Ermitteln eines ersten akustischen Signals eines Straßenobjektes mit dem ersten akustischen Sensor und zum Ermitteln mindestens eines zweiten akustischen Signals des Straßenobjektes mit dem mindestens zweiten akustischen Sensor eingerichtet ist, umfasst,

wobei die Auswerteeinheit zum Überwachen des Gefahrenbereiches in Abhängigkeit von einer Korrelation der ermittelten akustischen Signale des Straßenobjektes eingerichtet ist.

[0012] Erfindungsgemäß wird somit vorgeschlagen, dass zumindest ein erster akustischer Sensor und zumindest ein zweiter akustischer Sensor an dem Gefahrenbereich so angeordnet wird, dass diese akustische Signale aufnehmen können. Die mindestens beiden akustischen Sensoren sind dabei mit einer Auswerteeinheit verbunden - drahtgebunden oder drahtlos -, die zum Ermitteln eines ersten akustischen Signals eines Straßenobjektes mit dem ersten akustischen Sensor und zum Ermitteln mindestens eines zweiten akustischen Signals des Straßenobjektes mit dem zweiten akustischen Sensor ausgebildet ist. Anhand einer Korrelation der beiden akustischen Signale oder, sofern mehrere akustische Sensoren vorhanden sind, auch mehrere akustische Signale kann dann beispielsweise festgestellt werden, ob der Gefahrenbereich, den es zu überwachen gilt, von dem Straßenobjektes geräumt wurde oder ob sich das Straßenobjektes noch innerhalb des Gefahrenbereiches befindet. Die Auswerteeinheit ist somit zum Überwachen des Gefahrenbereiches derart eingerichtet, dass ein Beräumungszustand des Gefahrenbereiches detektierbar ist.

[0013] Die Korrelation der akustischen Signale kann dabei beispielsweise unter Berücksichtigung der Signalpegel der ermittelten akustischen Signale des Straßenobjektes erfolgen. Sind die akustischen Sensoren beispielsweise voneinander beabstandet an dem Gefahrenbereich angeordnet, so kann durch ein Anschwellen bzw. Abschwellen der Signalpegel der einzelnen akustischen Signale festgestellt werden, auf welcher Höhe sich das Straßenobjektes befindet, wodurch dann mit Hilfe der Auswerteeinheit sicher festgestellt werden kann, dass das Straßenobjekt den Gefahrenbereich sicher verlas-

sen hat oder eben auch nicht.

[0014] Denkbar ist aber auch, dass der erste akustische Sensor in unmittelbarer Nähe zu dem zweiten akustischen Sensor angeordnet ist. In einem solch gelagerten Fall können dann die beiden Sensoren (erster und zweiter akustischer Sensor) eine binaurale Mikrofoneinheit bilden. Eine solche binaurale Mikrofoneinheit, die auch bei dem sogenannten Kunstkopf-Verfahren angewendet wird, lässt sich aus der Korrelation der beiden akustischen Signale ein sogenannter Richtungsvektor ermitteln, der in Richtung der akustischen Signalquelle, also dem Straßenobjekt, zeigt. In Abhängigkeit des Richtungsvektors kann nun die Auswerteeinheit ermitteln, ob sich das Straßenobjekt vor dem Gefahrenbereich befindet, sich unmittelbar im Gefahrenbereich befindet oder den Gefahrenbereich vollständig verlassen hat. In Abhängigkeit des so ermittelten Richtungsvektors lässt sich die Überwachung des Gefahrenbereiches zuverlässig derart durchführen, dass ein Beräumungszustand des Gefahrenbereiches sicher detektierbar wird.

[0015] Darüber hinaus ist es ganz besonders vorteilhaft, wenn die Vorrichtung des Weiteren einen dritten akustischen Sensor und einen vierten akustischen Sensor umfasst, die jeweils zum Aufnehmen von akustischen Signalen eingerichtet sind und mit der Auswerteeinheit signaltechnisch in Verbindung stehen. Die Auswerteeinheit ist dann zum Ermitteln eines dritten akustischen Signals des Straßenobjektes mit dem dritten akustischen Sensor und zum Ermitteln eines vierten akustischen Signals des Straßenobjektes mit dem vierten akustischen Sensor ausgebildet, wobei die Überwachung des Gefahrenbereiches nunmehr in Abhängigkeit von einer Korrelation aller akustischen Signale erfolgt.

[0016] So ist es beispielsweise denkbar, dass der erste und der zweite akustische eine erste binaurale Mikrofoneinheit bilden, während der dritte und der vierte akustische Sensor eine zweite binaurale Mikrofoneinheit bilden. Die erste binaurale Mikrofoneinheit wird dabei beabstandet von der zweiten binauralen Mikrofoneinheit an dem Gefahrenbereich angeordnet, so dass sich für jede binaurale Mikrofoneinheit ein Richtungsvektor berechnen lässt. Dadurch kann signifikant die Erkennungsrate der Straßenobjekte und deren Standort ermittelt werden, so dass sicher auf den Beräumungszustand des Gefahrenbereiches durch das Straßenobjekt geschlossen werden kann.

[0017] So lässt sich mit Hilfe der akustischen Signale der Eintritt in den Gefahrenbereich von dem ersten Straßenabschnitt und das Verlassen des Gefahrenbereiches in Richtung des zweiten Straßenabschnitts sicher bestimmen, beispielsweise anhand der Richtungsvektoren. So lässt sich beispielsweise bei zwei oder mehreren binauralen Mikrofoneinheiten anhand der beiden Richtungsvektoren ein Bewegungsvektor des Straßenobjektes ermitteln, so dass der Gefahrenbereich auch anhand eines derartigen Bewegungsvektors überwacht werden kann.

[0018] Des Weiteren ist es ganz besonders vorteilhaft,

wenn die Auswerteeinheit zum Ermitteln einer akustischen Signatur des Straßenobjektes aus den ermittelten akustischen Signalen eingerichtet ist. Mit Hilfe einer solchen akustischen Signatur lässt sich das Straßenobjekt aus den akustischen Signalen eindeutig identifizieren, so dass dadurch auch der Eintritt und der Austritt des Straßenobjektes aus dem Gefahrenbereich anhand der akustischen Signatur feststellbar ist. Dies ist insbesondere dann vorteilhaft, wenn sich mehrere Straßenobjekte in dem Überwachungsbereich befinden. Die Überwachung des Gefahrenbereiches erfolgt somit weiterhin in Abhängigkeit von der akustischen Signatur durch die Auswerteeinheit.

[0019] Ganz besonders vorteilhaft ist es nun, wenn bei einem höhengleichen Bahnübergang als Gefahrenbereich die Auswerteeinheit mit der technischen Sicherungsanlage des Bahnüberganges signaltechnisch in Verbindung steht und derart eingerichtet ist, dass in Abhängigkeit der Überwachung der Bahnübergang technisch gesichert werden kann. So ist es beispielsweise denkbar, dass nach Durchqueren eines Straßenobjektes durch den Gefahrenbereich und somit der Beräumung des Gefahrenbereiches die Auswerteeinheit die Sicherungsanlage derart ansteuert, dass diese den Bahnübergang wieder technisch sichert. Die Sicherung des Gefahrenbereiches bzw. des Bahnüberganges kann dann automatisch deshalb erfolgen, da vorher sicher festgestellt wurde, dass das Straßenobjekt sich nicht mehr im Gefahrenbereich befindet.

[0020] Die Erfindung wird anhand der beigefügten Zeichnungen beispielhaft näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 - schematische Darstellung der Vorrichtung an einem höhengleichen Bahnübergang;

Figur 2 - Winkelverlauf der Richtungsvektoren beim Durchqueren des Gefahrenbereiches; und

Figur 3 - Pegelverläufe der akustischen Signale der einzelnen akustischen Sensoren.

[0021] Der Begriff Straße ist in der vorliegenden Erfindung nicht einschränkend zu verstehen und meint jedwede, von einem entsprechenden Fahrzeug befahrbare Fahrweg.

[0022] Figur 1 zeigt schematisch die erfindungsgemäße Vorrichtung an einem höhengleichen Bahnübergang. Eine Schienentrasse 1 überquert dabei eine Straße 2. Im Kreuzungspunkt der Schienentrasse 1 und der Straße 2 entsteht dabei der Gefahrenbereich 3, der mit Hilfe einer technischen Sicherungsanlage 4 beim Herannahen eines Schienenfahrzeuges gegen Überqueren des Gefahrenbereiches 3 gesichert wird. Der Gefahrenbereich 3 teilt dabei die Straße 2 in einen ersten Straßenabschnitt 2a und einen zweiten Straßenabschnitt 2b.

[0023] An der einen Seite des Gefahrenbereiches ist eine erste binaurale Mikrofoneinheit 5a und an der gegenüberliegenden zweiten Seite des Gefahrenbereiches

3 ist eine zweite binaurale Mikrofoneinheit 5b angeordnet. Die erste binaurale Mikrofoneinheit 5a umfasst dabei einen ersten akustischen Sensor 6a₁ und einen zweiten akustischen Sensor 6a₂, die parallel zu der Straße 2, aber jeweils in entgegengesetzter Richtung, ausgerichtet sind. Die zweite binaurale Mikrofoneinheit 5b umfasst dann entsprechend einen dritten akustischen Sensor 6b₁ und einen vierten akustischen Sensor 6b₂, wobei die zweite binaurale Mikrofoneinheit 5b in gleicher Art und Weise wie die erste binaurale Mikrofoneinheit 5a ausgerichtet ist. Die beiden binauralen Mikrofoneinheiten 5a und 5b sind dabei mit einer entsprechenden Auswerteeinheit 7 verbunden, die zum Empfang der aufgenommenen akustischen Signale durch die akustischen Sensoren ausgebildet ist. Die Auswerteeinheit 7 kann dabei selbstverständlich auch in den einzelnen binauralen Mikrofoneinheiten 5a und 5b angeordnet sein und somit autark arbeiten.

[0024] Nähert sich nun ein Straßenobjekt 8, beispielsweise ein Straßenfahrzeug, dem Gefahrenbereich 3, so kann das akustische Geräusch, das von dem Fahrzeug 8 ausgestrahlt wird, von den akustischen Sensoren 6a₁, 6a₂, 6b₁ und 6b₂ entsprechend erfasst werden. Durch die unterschiedliche Ausrichtung der akustischen Sensoren an den binauralen Mikrofoneinheiten 5a und 5b lässt sich somit aus der Korrelation der akustischen Signale der einzelnen akustischen Sensoren ermitteln, ob sich das Fahrzeug 8 im Gefahrenbereich oder in den davor liegenden ersten oder zweiten Straßenabschnitten befindet.

[0025] So kann die binaurale Mikrofoneinheit 5a aufgrund der unterschiedlichen akustischen Signale, die von den akustischen Sensoren 6a₁ und 6a₂ aufgenommen wurden, einen Richtungsvektor RV₁ ermitteln, der ausgehend von der binauralen Mikrofoneinheit 5a in Richtung des Fahrzeuges 8 zeigt. Gleiches gilt für die binaurale Mikrofoneinheit 5b, bei der die Korrelation der akustischen Signale aus den akustischen Sensoren 6b₁ und 6b₂ den Richtungsvektor RV₂ ergeben. Aus den beiden Richtungsvektoren RV₁ und RV₂ lässt sich bei einer Bewegung des Fahrzeuges 8 ein entsprechender Bewegungsvektor BV ermitteln, der in die Bewegungsrichtung des Fahrzeuges 8 zeigt.

[0026] Aus den so ermittelten Vektoren lässt sich dann durch die Auswerteeinheit 7 feststellen, ob sich das Fahrzeug 8 im ersten Straßenabschnitt 2a, im Gefahrenbereich 3 oder im zweiten Straßenabschnitt 2b befindet. Erst wenn das Fahrzeug 8 sich nicht im Gefahrenbereich 3 mehr befindet, und der Bewegungsvektor nicht in Richtung des Gefahrenbereiches 3 zeigt, kann auf die vollständige Beräumung des Gefahrenbereiches 3 geschlossen werden, woraufhin beispielsweise der Bahnübergang wieder technisch gesichert werden kann. Über eine akustische Signatur des Fahrzeuges 8 bleibt dieses immer identifizierbar.

[0027] Denkbar ist aber auch, dass ohne Erkenntnis der einzelnen Vektoren eine Feststellung darüber getroffen werden kann, ob der Gefahrenbereich geräumt ist

oder nicht, beispielsweise anhand der Signal-Pegel.

[0028] Figur 2 zeigt beispielhaft die Winkelverläufe W1 und W2 der beiden Richtungsvektoren RV_1 und RV_2 , wenn das Fahrzeug 8 von dem ersten Straßenabschnitt 2a über den Gefahrenbereich 3 in den zweiten Straßenabschnitt 2b fährt. Wie zu erkennen ist, steigt der ermittelte Winkel des Winkelverlaufes W1, der zu dem Richtungsvektor RV_1 gehört, kontinuierlich mit der Bewegung des Fahrzeuges 8 an. Hat der Winkel ca. 90° erreicht, so befindet sich das Fahrzeug 8 in Höhe der binauralen Mikrofoneinheit 5a und steht somit kurz vor dem Eintritt in den Gefahrenbereich 3. Während das Fahrzeug 8 den Gefahrenbereich 3 überquert, steigt der Winkelverlauf W1 weiter an.

[0029] Gleichzeitig steigt auch der Winkelverlauf W2 des Richtungsvektors RV_2 der binauralen Mikrofoneinheit 5b an, wobei der Winkelverlauf W2 bei einem Winkel von 90° den Gefahrenbereich verlässt. Dies bedeutet, dass das Fahrzeug 8 dann sich auf Höhe der zweiten binauralen Mikrofoneinheit 5b befindet, so dass es nunmehr den Gefahrenbereich 3 verlassen hat.

[0030] Anhand dieser Winkelverläufe W1 und W2, die sich aus den Richtungsvektoren RV_1 und RV_2 ergeben, lässt sich somit unmissverständlich feststellen, ob sich das Fahrzeug 8 noch im Gefahrenbereich befindet oder diesen bereits verlassen hat.

[0031] Figur 3 zeigt die einzelnen Pegelverläufe P1 bis P4 der einzelnen akustischen Sensoren $6a_1$, $6a_2$, $6b_1$ und $6b_2$. Der Pegelverlauf P1 bezieht sich dabei auf ein akustisches Signal, welches von dem akustischen Sensor $6a_1$ aufgenommen wurde, während der Pegelverlauf P2 sich auf den gegenüberliegenden akustischen Sensor $6a_2$ bezieht. Pegelverlauf P3 bezieht sich dementsprechend auf den akustischen Sensor $6b_1$ und Pegelverlauf P4 auf den akustischen Sensor $6b_2$.

[0032] Wie zu erkennen ist, steigt der Pegelverlauf P1 des akustischen Sensors $6a_1$ kontinuierlich an, bis das Fahrzeug in etwa auf Höhe der binauralen Mikrofoneinheit 5a und somit kurz vor Eintritt in den Gefahrenbereich 3 steht. An dieser Stelle springt der Pegelverlauf P2 des akustischen Sensors $6a_2$ fast sprunghaft ebenfalls auf denselben Pegel an, woraufhin der Pegel P2 dann etwas flacher abfällt. Dies deutet daraufhin, dass das Fahrzeug 8 nunmehr weiter in den Gefahrenbereich 3 eingefahren ist.

[0033] Beim Verlassen des Gefahrenbereiches 3 ist dabei ein ähnlicher Pegelverlauf zu erkennen, wobei der Pegelverlauf P3 langsam anstieg und dann sprunghaft abgefallen ist, während Pegelverlauf P4 nach Verlassen des Gefahrenbereiches 3 sprunghaft angestiegen ist und dann allmählich ausläuft. Dies deutet daraufhin, dass das Fahrzeug den Gefahrenbereich 3 verlassen hat.

[0034] Anhand einer Korrelation dieser akustischen Signale, beispielsweise unter Berücksichtigung der Pegelverläufe lässt sich somit eindeutig feststellen, wo sich das Fahrzeug befindet und ob es den Gefahrenbereich bereits verlassen hat. In Abhängigkeit dieser Überwachung kann dann der Gefahrenbereich entsprechend

wieder gesichert werden.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Überwachen eines innerhalb einer Straße (2) befindlichen Gefahrenbereiches (3), wobei die Straße (2) von dem Gefahrenbereich (3) in einen ersten Straßenabschnitt (2a) und in einen zweiten Straßenabschnitt (2b) geteilt ist, die

- einen ersten akustischen Sensor ($6a_1$) und mindestens einen zweiten akustischen Sensor ($6a_2$, $6b_1$, $6b_2$), die zum Aufnehmen von akustischen Signalen ausgebildet sind, und
- eine Auswerteeinheit (7), die mit dem ersten und dem mindestens zweiten akustischen Sensor signaltechnisch in Verbindung steht und die zum Ermitteln eines ersten akustischen Signals eines Straßenobjektes (8) mit dem ersten akustischen Sensor ($6a_1$) und zum Ermitteln mindestens eines zweiten akustischen Signals des Straßenobjektes (8) mit dem mindestens zweiten akustischen Sensor ($6a_2$, $6b_1$, $6b_2$) eingerichtet ist, umfasst,

wobei die Auswerteeinheit (7) zum Überwachen des Gefahrenbereiches (3) in Abhängigkeit von einer Korrelation der ermittelten akustischen Signale des Straßenobjektes (8) eingerichtet ist.

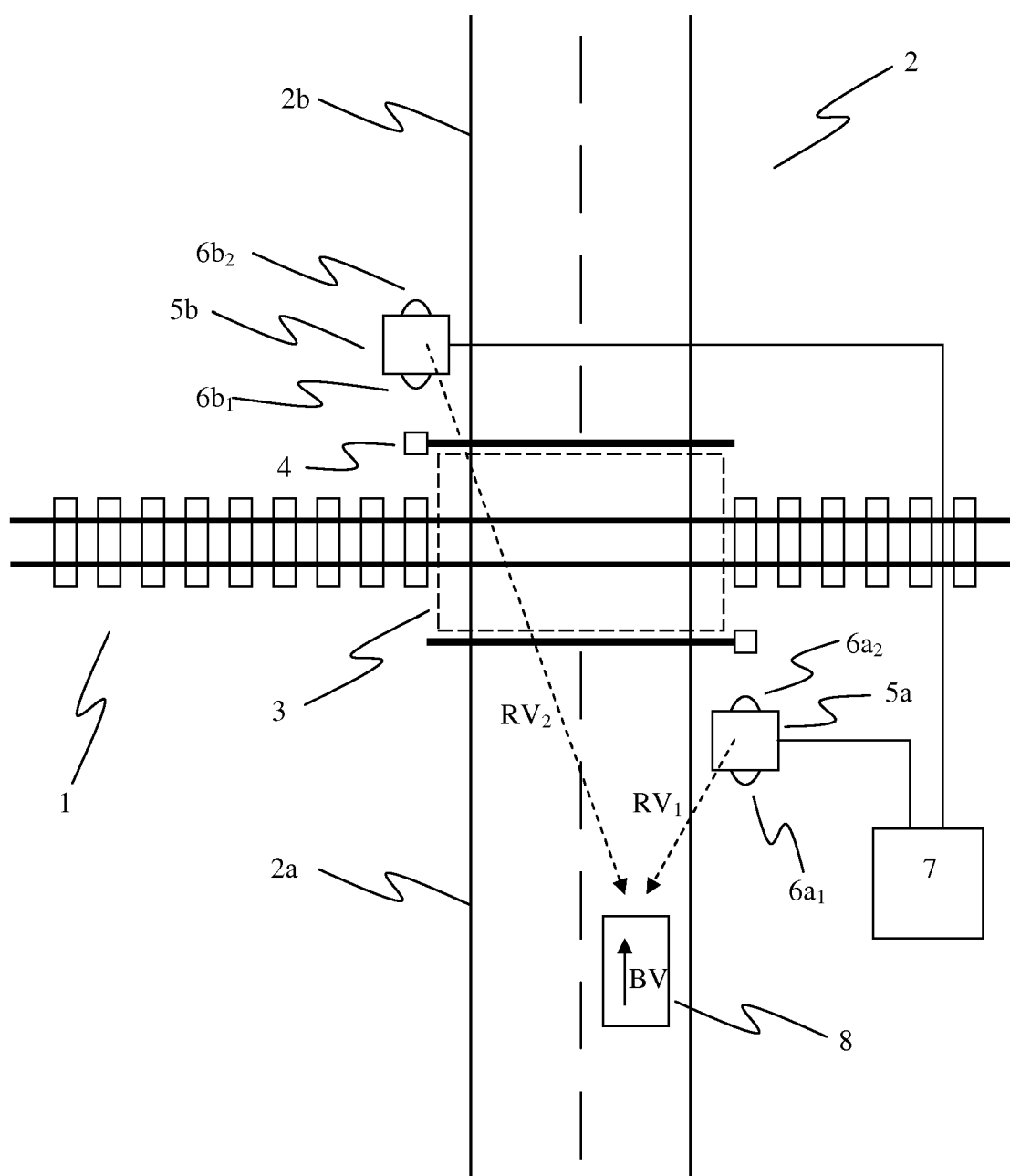
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung

- einen dritten akustischen Sensor ($6b_1$) und einen vierten akustischen Sensor ($6b_2$), die zum Aufnehmen von akustischen Signalen ausgebildet sind, umfasst und
- die Auswerteeinheit (7) mit dem dritten ($6b_1$) und dem vierten akustischen Sensor ($6b_2$) signaltechnisch in Verbindung steht und zum Ermitteln eines dritten akustischen Signals des Straßenobjektes (8) mit dem dritten akustischen Sensor ($6b_1$) und zum Ermitteln eines vierten akustischen Signals des Straßenobjektes (8) mit dem vierten akustischen Sensor ($6b_2$) eingerichtet ist,

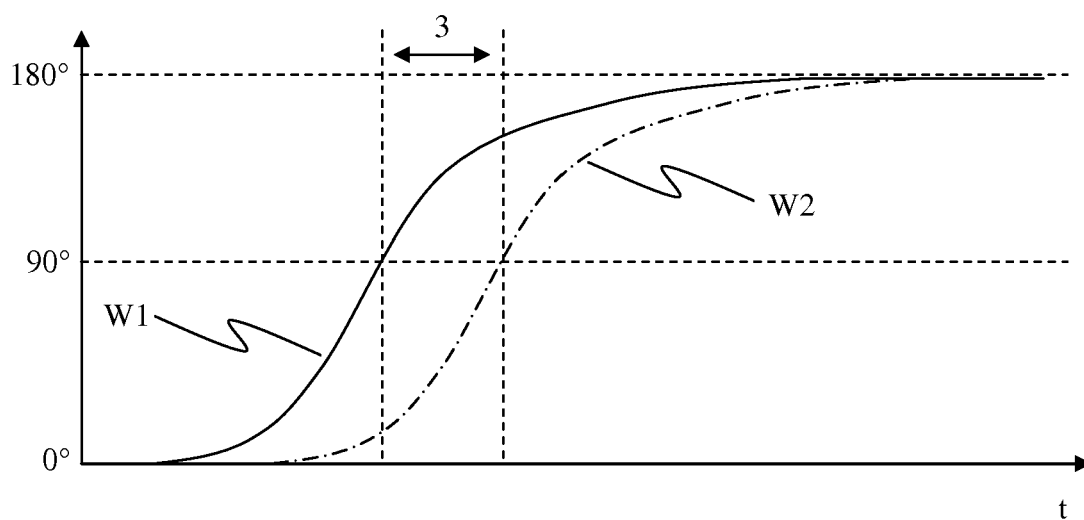
wobei die Auswerteeinheit (7) zum Überwachen des Gefahrenbereiches (3) in Abhängigkeit von einer Korrelation der ermittelten akustischen Signale des Straßenobjektes (8) eingerichtet ist.

3. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste akustische Sensor ($6a_1$) in unmittelbarer Nähe zu dem zweiten akustischen Sensor ($6a_2$) angeordnet ist und/oder der dritte akustische Sensor ($6b_1$) in unmittelbarer Nähe zu dem vierten akustischen Sensor ($6b_2$) angeordnet ist.

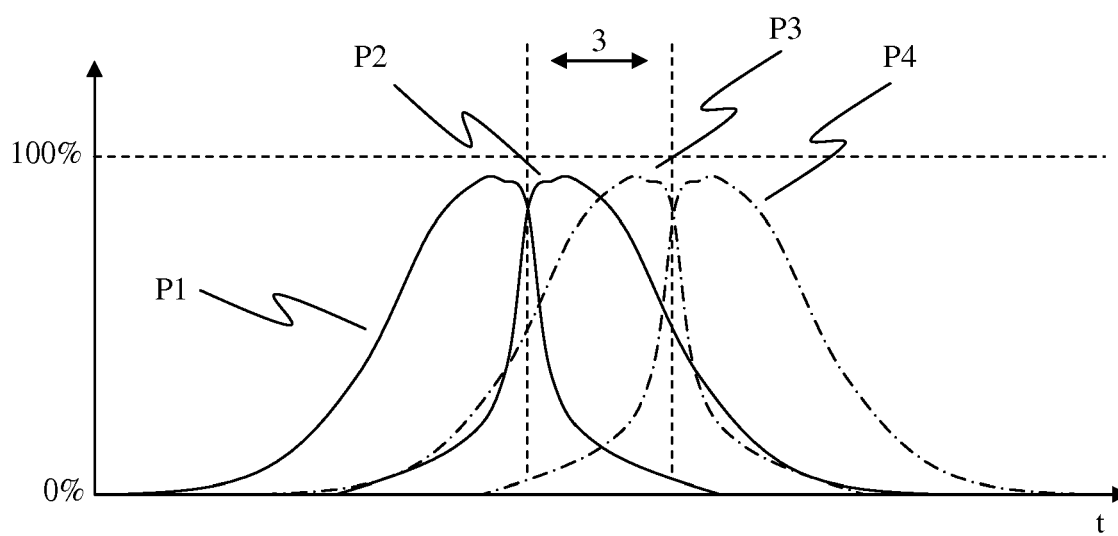
4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste und der zweite akustische Sensor eine erste binaurale Mikrofoneinheit (5a) bilden und/oder der dritte und der vierte akustische Sensor mindestens eine zweite binaurale Mikrofoneinheit (5b) bilden. 5
5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Auswerteeinheit (7) zum Korrelieren der akustischen Signale unter Berücksichtigung von Signalpegeln (P1 bis P4) der ermittelten akustischen Signale des Straßenobjektes (8) eingerichtet ist. 10
6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Auswerteeinheit (7) zum Ermitteln eines ersten Richtungsvektors (RV1) in Abhängigkeit von einer Korrelation des ersten akustischen Signals und des zweiten akustischen Signals und/oder zum Ermitteln eines zweiten Richtungsvektors (RV2) in Abhängigkeit von einer Korrelation des dritten akustischen Signals und des vierten akustischen Signals ausgebildet ist, wobei die Auswerteeinheit (7) zum Überwachen des Gefahrenbereiches (3) in Abhängigkeit von dem ersten Richtungsvektor (RV1) und/oder dem zweiten Richtungsvektor (RV2) eingerichtet ist. 15
20
25
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Auswerteeinheit (7) zum Ermitteln eines Bewegungsvektors (BV) des Straßenobjektes (8) in Abhängigkeit von dem ersten Richtungsvektor (RV1) und/oder dem zweiten Richtungsvektor (RV2) und zum Überwachen des Gefahrenbereiches (3) in Abhängigkeit von dem Bewegungsvektor (BV) des Straßenobjektes (8) eingerichtet ist. 30
35
8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Auswerteeinheit (7) zum Ermitteln einer akustischen Signatur des Straßenobjektes (8) aus den ermittelten akustischen Signalen und zum Überwachen des Gefahrenbereiches (3) weiter in Abhängigkeit von der akustischen Signatur eingerichtet ist. 40
45
9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Auswerteeinheit (7) zum Erkennen des Eintritts des Straßenobjektes aus Richtung des ersten Straßenabschnittes (2a) in den Gefahrenbereich (3) und/oder des Verlassens des Straßenobjektes (8) aus dem Gefahrenbereich (3) in Richtung des zweiten Straßenabschnittes (2b) oder umgekehrt in Abhängigkeit von der Korrelation der akustischen Signale ausgebildet ist und zum Überwachen des Gefahrenbereiches (3) in Abhängigkeit des erkannten Eintritts und/oder Verlassens eingerichtet ist. 50
55
10. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Gefahrenbereich (3) ein höhengleicher Bahnübergang mit einer Sicherungsanlage (4) ist und die Auswerteeinheit (7) mit der Sicherungsanlage (4) signaltechnisch derart in Verbindung steht, dass die Auswerteeinheit (7) in Abhängigkeit von der Überwachung den Bahnübergang sichert oder freigibt.



Figur 1



Figur 2



Figur 3

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

- DE 19623524 A1 [0004]
- DE 19621612 A1 [0005]
- DE 102007032091 B3 [0006]