

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: **A 1106/2006**

(22) Anmeldetag: **30.06.2006**

(43) Veröffentlicht am: **15.01.2008**

(51) Int. Cl.<sup>8</sup>: **B61L 29/22 (2006.01),**

**B61L 29/28 (2006.01)**

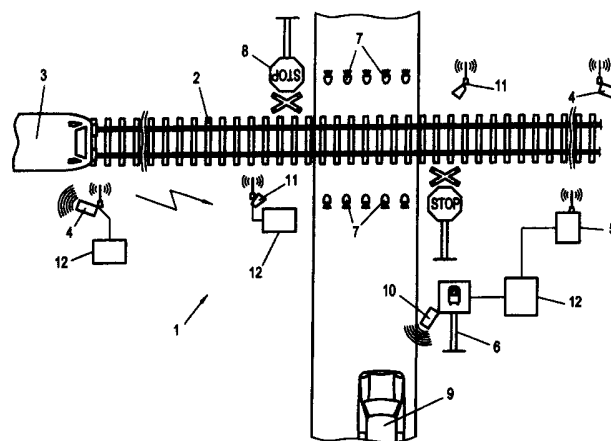
(73) Patentanmelder:

ÖBB-INFRASTRUKTUR BAU  
AKTIENGESELLSCHAFT  
A-1120 WIEN (AT)  
EBE ELEKTROTECHNIK GMBH  
A-1230 WIEN (AT)

(54) **EISENBAHNKREUZUNGSANLAGE**

(57) Die Erfindung bezieht sich auf eine Eisenbahnkreuzungsanlage (1) mit einer schiene-seitigen Detektorvorrichtung (4) zur Erkennung eines herannahenden Schienenfahrzeuges (3), einer Signalanlage (6, 7) für die Teilnehmer (9) des Eisenbahnkreuzung (1) querenden Straßenverkehrs und einem Steuerrechner (5) für die Verarbeitung der von der Detektorvorrichtung (4) kommenden Daten und Weiterleitung von Befehlen an die Signalanlage (6).

Zur Erhöhung der Sicherheit und Verringerung der Instandhaltungskosten ist die Detektorvorrichtung (4) vom Gleiskörper (2) beabstandet, umfasst mindestens einen berührungslosen Sensor (21, 22) und ist mit einer Sonnenenergieversorgungs-einheit (12) verbunden und die Detektorvorrichtung (4) weist einen Funksender und die Signalanlage (6, 7) einen Funkempfänger auf, wobei der Steuerrechner (5) in der Funkstrecke zwischen Detektorvorrichtung (4) und Signalanlage (6) liegt.



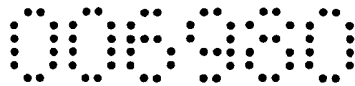
### Zusammenfassung

- Die Erfindung bezieht sich auf eine Eisenbahnkreuzungsanlage (1) mit einer schienenseitigen Detektorvorrichtung (4) zur Erkennung eines herannahenden Schienenfahrzeuges (3), einer
- 5 Signalanlage (6, 7) für die Teilnehmer (9) des die Eisenbahnkreuzung (1) querenden Straßenverkehrs und einem Steuerrechner (5) für die Verarbeitung der von der Detektorvorrichtung (4) kommenden Daten und Weiterleitung von Befehlen an die Signalanlage (6).
- 10 Zur Erhöhung der Sicherheit und Verringerung der Instandhaltungskosten ist die Detektorvorrichtung (4) vom Gleiskörper (2) beabstandet, umfasst mindestens einen berührungslosen Sensor (21, 22) und ist mit einer Sonnenenergieversorgungseinheit (12) verbunden und die Detektorvorrichtung (4) weist einen Funksender und die Signalanlage (6, 7) einen Funkempfänger auf, wobei der Steuerrechner (5) in der Funkstrecke zwischen
- 15 Detektorvorrichtung (4) und Signalanlage (6) liegt.

(Fig. 1)

20

25



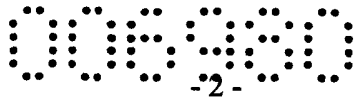
Die Erfindung bezieht sich auf eine Eisenbahnkreuzungsanlage mit einer schienenseitigen Detektorvorrichtung zur Erkennung eines herannahenden Schienenfahrzeuges, einer Signalanlage für die Teilnehmer des die Eisenbahnkreuzung querenden Straßenverkehrs und einem Steuerrechner für die Verarbeitung der von der Detektorvorrichtung kommenden Daten und Weiterleitung von Befehlen an die Signalanlage.

Grundsätzlich unterscheidet man im Eisenbahnverkehr zwischen schienengleichen und niveaufreien Eisenbahnkreuzungen. Bei letzteren handelt es sich um Über- bzw. Unterführungen, die entlang von Eisenbahnstrecken mit zulässigen Zuggeschwindigkeiten von mehr als 160 km/h vorgeschrieben sind.

Die sogenannten schienengleichen Eisenbahnkreuzungen lassen sich weiters unterteilen in technisch gesicherte und nicht-technisch gesicherte Eisenbahnkreuzungen. Zu den technisch gesicherten Eisenbahnkreuzungen zählen mechanisch oder elektrisch angetriebene Schrankenanlagen und Lichtzeichenanlagen, die dem Verkehrsteilnehmer das Herannahen eines Zuges anzeigen bzw. HALT gebieten.

Bei nicht-technisch gesicherten Eisenbahnkreuzungen wird der Verkehrsteilnehmer lediglich durch ein Verkehrszeichen, das Andreaskreuz, gegebenenfalls im Zusammenspiel mit einer Geschwindigkeitsbeschränkung oder Stopptafel aufmerksam gemacht. Zusätzlich dazu wird ein entsprechender Sichtraum gefordert, der dem Verkehrsteilnehmer genügend Einsicht in die Bahnstrecke gewährt, oder es muss eine akustische Signalfolge des Schienenfahrzeuges sein Herannahen ankündigen. Auch die Bewachung einer Eisenbahnkreuzung durch einen Posten gegebenenfalls mit Lichtzeichen zählt zu derartigen nicht-technisch gesicherten Eisenbahnkreuzungen.

Aufgrund der notwendigen Geschwindigkeitseinschränkungen der Schienenfahrzeuge sind nicht-technisch gesicherte Eisenbahnkreuzungen hauptsächlich auf Strecken von Nebenbahnen anzutreffen. Aus diversen Unfallstatistiken geht hervor, dass rund 2/3 der Unfälle auf Eisenbahnkreuzungen an jenen mit nicht-technischer Sicherung geschehen. Zudem ist der Anteil an tödlich verunglückten Verkehrsteilnehmern bei Eisenbahnkreuzungsunfällen etwa 12 mal so hoch wie im Straßenverkehr. Dieser Umstand hängt mit der hohen Masse von Personen- und Güterzügen so wie der dabei entwickelten Aufprallenergie



zusammen, wodurch die Wahrscheinlichkeit als Straßenverkehrsteilnehmer keine oder nur leichte Verletzungen davon zu tragen, vergleichsweise gering ist.

5 Die Gefahr, die von Eisenbahnkreuzungen ausgeht, wird von den Verkehrsteilnehmern häufig unterschätzt. Zur häufigsten Unfallursache zählt neben dem Übersehen bzw. dem Nicht-Wahrnehmen der Eisenbahnkreuzung, die vermeintlich gute Einsehbarkeit des Annäherungsbereiches des Zuges, so wie die scheinbare Vertrautheit des Straßenverkehrsteilnehmers mit dem Fahrplan auf der Strecke. Ein eingeschobener oder verspäteter Zug kann dann aufgrund der fälschlich angenommenen Kenntnisse fatale Folgen haben.

10

Neben den oftmals sehr kostenintensiven technischen Sicherungsanlagen (Lichtzeichen-, Voll- oder Halbschrankenanlagen) sowie niveaufreien Querungen, wie Über- und Unterführungen, stehen auf der anderen Seite nur die nicht-technisch gesicherten Eisenbahnkreuzungen zur Verfügung.

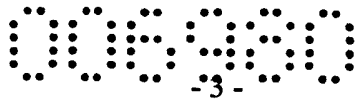
15

Die hohen Kosten von technisch gesicherten Eisenbahnkreuzungen werden einerseits durch den Aufbau, andererseits durch deren Funktionsweise verursacht. Einem Großteil der technisch gesicherten Eisenbahnkreuzungen ist gemein, dass in entsprechendem Abstand von der Eisenbahnkreuzung ein unmittelbar am Gleiskörper befestigter Sensor vorgesehen ist, der beim Drüberrollen eines Schienenfahrzeuges anspricht. Üblicherweise erfolgt die Auslösung derart, dass der Spurkranz das von einer Sendespule generierte Magnetfeld verändert, wodurch das Signal in der dazugehörigen Empfangspule ebenfalls variiert. An den unmittelbar am Gleiskörper befestigten Sensor werden hohe Anforderungen im Hinblick auf seine Zuverlässigkeit gestellt. Gleichzeitig ist er enormen mechanischen Belastungen und starken Vibrationen sowie einer ständigen Verschmutzungstendenz ausgesetzt. Besonders nachteilig wirkt sich die Tatsache aus, dass der Sensor bei maschinellen Oberbaustopfarbeiten bzw. jeder Erneuerung des Gleiskörpers, insbesondere auch des Schotterunterbaus vollständig abmontiert und im Nachhinein erneut justiert werden muss.

20

25

30 Vom Sensor selbst führt eine elektrische Leitung zur Eisenbahnkreuzung, bei der entweder eine Schrankenanlage oder ein Lichtsignal für den Straßenteilnehmer aktiviert wird. Um für den Zugführer ersichtlich zu machen, ob der Sensor tatsächlich angesprochen hat, ist schienenseitig zwischen Sensor und Eisenbahnkreuzung ein üblicherweise gelb blinkendes Eisenbahnüberwachungssignal (EKÜS) vorgesehen.



Hohe Kosten verursacht auch die elektrische Energieversorgung eines derartigen technisch gesicherten Bahnübergangs, die entlang des Gleiskörpers verlaufend erhebliche Längen überbrücken muss. An entlegenen Eisenbahnkreuzungen stellt dies einen enormen Aufwand zur Erstellung der Infrastruktur (z.B. Kabelgrabarbeiten, Kabeltröge, Kabelverlegearbeiten) dar. Weiters muss während dieser Arbeiten das Gleis für den Einsatz des Kabelverlegegerätes gesperrt bzw. besonders abgesichert werden.

Die Erfindung setzt sich zum Ziel; diese Probleme zu lösen und einen gesicherten Eisenbahnübergang zu schaffen, der sich durch seine Sicherheit und Zuverlässigkeit auszeichnet und dabei äußerst kostengünstig sowohl im Hinblick auf seine Bestandteile als auch seine Installation ist.

Erfindungsgemäß werden diese Ziele bei einer eingangs erwähnten Eisenbahnkreuzung dadurch erreicht, dass die Detektorvorrichtung Abstand vom Gleiskörper aufweist, mindestens einen berührungslosen Sensor umfasst, mit einer Sonnenenergieversorgungseinheit verbunden ist und dass die Detektorvorrichtung einen Funksender und die Signalanlage einen Funkempfänger aufweist, wobei der Steuerrechner in der Funkstrecke zwischen Detektorvorrichtung und Signalanlage liegt.

Durch diese Maßnahme kann die Sicherheit an nicht-technisch gesicherten Bahnübergängen in kostengünstiger Weise erhöht werden. In Form eines technisch gesicherten Bahnübergangs liefert die Erfindung eine zuverlässige Alternative, deren Inbetriebnahme- und Instandhaltungskosten um Größenordnungen kleiner sind als bei herkömmlichen Sicherungsanlagen. Es sind weder Leitungen für die Energieversorgung, noch Datenkabel erforderlich, da alle Komponenten über Solarenergie versorgt werden und über Funk miteinander kommunizieren

In bevorzugter Ausführungsform umfasst die Detektorvorrichtung mindestens zwei berührungslose Sensoren mit jeweils unterschiedlichem räumlichen Erfassungsbereich. Die Datenübertragung zwischen der Detektorvorrichtung zur Zugerfassung und einem Steuerrechner bzw. zwischen Steuerrechner und Signalanlage erfolgt über Funk, vorzugsweise mittels WLAN (Wireless Local Area Network), Bluetooth (IEEE 802.15) oder ähnlichen bidirektionalen Datenverbindungen.

Der Steuerrechner besteht aus einem Mikrokontrollersystem, welches den aktuellen Status der schienenseitigen Detektorvorrichtung in periodischen Zyklen erfasst, speichert, auswertet und entsprechend der vordefinierten Konfiguration die Signalanlage, die Leuchtanzeigen, Wechselverkehrszeichen, Lane Lights und/oder eine Schrankenanlage umfassen kann, aktiviert.

Im Folgenden wird die Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigt Fig. 1 in schematischer Darstellung eine erfindungsgemäße, nicht-technisch gesicherte Eisenbahnkreuzung,

10 Fig. 2 in schematischer Darstellung eine erfindungsgemäße, technisch gesicherte Eisenbahnkreuzung, und

Fig. 3 verschiedene Ausrichtungen der schienenseitigen Sensoren einer erfindungsgemäßen Eisenbahnkreuzung.

15 Im Folgenden wird die Erfindung sowohl anhand eines nicht-technisch gesicherten Bahnübergangs, als auch anhand eines technisch gesicherten Bahnübergangs beschrieben.

Fig. 1 zeigt einen nicht-technisch gesicherten Bahnübergang. In entsprechender Entfernung von der Eisenbahnkreuzung 1 befindet sich eine neben dem Gleiskörper 2 angeordnete Detektorvorrichtung 4, mit deren Hilfe ein herannahendes Schienenfahrzeug 3 festgestellt wird. Die Detektorvorrichtung 4 kommuniziert über eine Funkübertragungsstrecke mit einem Steuerrechner 5, der eine Auswertung der von der Detektorvorrichtung 4 übermittelten Daten vornimmt. Ergibt die Auswertung, dass sich ein Schienenfahrzeug 3 nähert, erfolgt eine Aktivierung von straßenseitigen Anzeigesystemen, die den Straßenverkehrsteilnehmer zusätzlich zu den ohnedies bei jedem nicht-technisch gesicherten Eisenbahnkreuzungen vorgeschriebenen Verkehrszeichen 8 auf den Bahnübergang aufmerksam machen. Die straßenseitige Signalanlage umfasst im vorliegenden Ausführungsbeispiel ein Wechselverkehrszeichen 6 mit einer den Bahnübergang ankündigenden Information und unmittelbar vor den Gleisen in der Fahrbahndecke eingelassene Markierungsleuchtknöpfe 7, sogenannte Lane Lights.

Erfindungsgemäß erfolgt nun die Aktivierung der Signalanlage 6, 7 über Funk. Zu diesem Zwecke sind die beiden Anzeigesysteme mit einem gemeinsamen oder jeweils gesonderten

Funkempfänger und einer Steuerung ausgestattet, die entsprechend den Befehlen des Steuerrechners 5 das Wechselverkehrszeichen 6 und die Lane Lights 7 einschaltet.

5 Zusätzlich zu der von der Schienenseite bewirkten Aktivierung erfolgt auch eine straßenseitige Aktivierung der Anzeigesysteme 6, 7 und zwar durch jedes sich dem Bahnübergang nähernde Fahrzeug 9. Zu diesem Zweck ist auch ein straßenseitiger Detektor 10 vorgesehen, der herannahende Straßenfahrzeuge registriert und über eine Funkverbindung mit dem zentralen Steuerrechner 5 kommuniziert. Der straßenseitige Detektor 10 zur Erfassung sich der Eisenbahnkreuzung nähernden Verkehrsteilnehmer ist vorzugsweise ein  
10 Radarsensor.

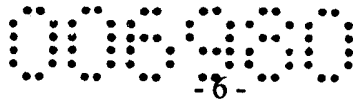
Die Aktivierung der Signalanlage 6, 7 wird somit durch jedes sich der Eisenbahnkreuzung 1 nähernde Straßenfahrzeug 9 ausgelöst, unabhängig davon, ob sich ein Schienenfahrzeug 3 der Eisenbahnkreuzung nähert oder nicht.

15

Auch wird die Aktivierung der Signalanlage 6, 7 durch jedes sich der Eisenbahnkreuzung 1 nähernde Schienenfahrzeug 3 ausgelöst, unabhängig davon, ob sich ein Straßenfahrzeug 9 der Eisenbahnkreuzung nähert oder nicht.

20 Die Deaktivierung der Signalanlage wird, je nach erfolgter vorheriger Aktivierung seitens eines Schienenfahrzeuges bzw. eines Straßenverkehrsteilnehmers, auf unterschiedliche Weise vorgenommen.

25 Wurde die Aktivierung der Warnanlage durch ein Schienenfahrzeug ausgelöst, erfolgt mit Hilfe einer weiteren schienenseitigen Detektorvorrichtung 11, die sich in Fahrtrichtung jeweils auf der gegenüberliegenden Seite der Straße im unmittelbaren Nahebereich des Bahnübergangs befindet, eine neuerliche Detektion des passierenden Schienenfahrzeuges. Ist die Zuglänge, die von der ersten Detektorvorrichtung 4 bestimmt wurde, identisch oder innerhalb vorbestimmter Grenzen mit der Längenerfassung der zweiten Detektorvorrichtung  
30 11, so hat der Zug den Bahnübergang vollständig passiert und die Signalanlage kann deaktiviert und die Eisenbahnkreuzung freigegeben werden. Zu diesem Zweck ist auch die zweite schienenseitige Detektorvorrichtung 11 mit einem Funksender ausgestattet und die Information wird per Funkübertragung an den Steuerrechner 5 übermittelt, der aus den Informationen der ersten Detektorvorrichtung 4 und der zweiten Detektorvorrichtung 11 jenen



Zeitpunkt ermittelt, zu dem der Zug den Bahnübergang passiert hat, und einen entsprechenden Freigabebefehl an die Signalanlage 6, 7 übermittelt, die in Folge abschaltet.

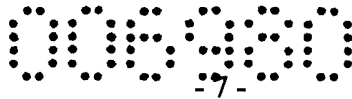
5 Im Falle der Aktivierung der Signalanlage durch einen Straßenverkehrsteilnehmer erfolgt eine zeitliche Deaktivierung des Wechselerkehrszeichens und der LaneLights.

10 Dem Fahrzeuglenker, der sich der Eisenbahnkreuzung nähert, wird vermittelt, dass er sich erstens einer Eisenbahnkreuzung nähert und zweitens dass sich ein Zug im Zulaufbereich zur Eisenbahnkreuzung befindet und ein angepasstes Verhalten unbedingt notwendig ist.

15 Das Grundprinzip der Warn- bzw. Signalanlage ist es, den Straßenverkehrsteilnehmer vor einer Gefahrenstelle zu warnen. Das System ist als unterstützendes System konzipiert. Die bestehenden Vorschriften und die Gültigkeit der Gefahrenzeichen 8 an der Eisenbahnkreuzung bleiben unverändert.

20 Bei den straßenseitigen Anzeigesystemen werden vorzugsweise LED-(light emitting diode) Lichtquellen eingesetzt. Aufgrund des minimalen Energieverbrauchs derartiger Lichtquellen kann die Energieversorgung autark erfolgen, vorzugsweise über eine Sonnenenergieversorgungseinheit 12, die üblicherweise aus Solarzellen, die auf Paneelen neben der Straße angeordnet sind, und Bufferakkus aufladen bestehen, sodass die erfindungsgemäße Warnanlage auch bei fehlendem Sonnenlicht zuverlässig funktioniert.

25 Auch die anderen Komponenten der Eisenbahnkreuzungsanlage, insbesondere die vom unmittelbaren Bahnübergang am weitesten entfernte schienenseitige Detektorvorrichtung 4, beziehen die erforderliche elektrische Energie über eine Sonnenenergieversorgungseinheit 12. Aber auch die weiteren Detektorvorrichtungen 11 zur Erfassung eines sich vom Bahnübergang entfernenden Zuges, der straßenseitige Detektor 10 sowie der zentrale Steuerrechner 5, in dem die Informationen aller Detektoren 4, 10, 11 zusammenlaufen und die Signalanlage 6, 7 selbst können mit Sonnenenergie versorgt werden. So kann jede einzelne dieser  
30 Komponenten ein eigenes Solarpaneel mit Energiespeicher (z.B. Pufferakku) aufweisen, es können jedoch auch zumindest die im unmittelbaren Bereich des Bahnübergangs angeordneten Komponenten von einem gemeinsamen Solarpaneel versorgt werden.



1 In Fig. 1 und Fig. 2 sind der besseren Übersichtlichkeit halber nicht alle Komponenten  
zusammen mit einer Sonnenenergieversorgungseinheit 12 dargestellt, jedoch ist es in  
bevorzugter Ausführung so, dass die gesamte Eisenbahnkreuzungsanlage mit Sonnenenergie  
gespeist wird, entweder mit mehreren einzelnen peripheren Solarpaneelen oder einem  
5 zentralen Solarpaneel, das alle Komponenten versorgt.

Das erfindungsgemäße Prinzip, dass auf einer autarken Energieversorgung, dem  
berührungslosem Detektieren der Verkehrsteilnehmer und einer Datenübertragung zwischen  
den einzelnen Komponenten per Funk beruht, lässt sich selbstverständlich auch auf technisch  
10 gesicherte Eisenbahnkreuzungen anwenden.

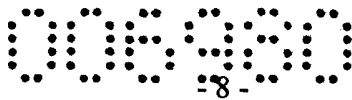
In Fig. 2 ist eine derartige Eisenbahnkreuzung dargestellt. Folgende Komponenten sind dazu  
erforderlich: Eine schienenseitige Detektorvorrichtung 4 zur Erfassung eines herannahenden  
Schienenfahrzeuges, der über Funk mit einem zentralen Steuerrechner 5 in Verbindung steht,  
15 einer Signalanlage 6, 7 (Wechselverkehrszeichen, Schrankenanlage usw.) und einem  
schienenseitigen Signal, dem sog. Eisenbahnkreuzungsüberwachungssignal 8 (EKÜS),  
zwischen Detektorvorrichtung 4 und Bahnübergang, welches dem Zugführer das zuverlässige  
Ansprechen der gesamten Anlage bestätigt.

20 Wenn die Signalanlage eine Schrankenanlage umfasst, ist eine Ortsverkabelung mittels Draht,  
bedingt durch die große Stromaufnahme, sinnvoll. Bei einer Lichtzeichenanlage kann die  
Ortsverkabelung entfallen, da ein Solarbetrieb möglich ist.

Im Folgenden wird der zeitliche Ablauf näher beschrieben. Die Detektorvorrichtung 4 erfasst  
25 einen herannahenden Zug (in ähnlicher Weise wie bereits anhand der Fig. 1 beschrieben) und  
sendet ein Datentelegramm an den Steuerrechner 5. Der Steuerrechner sendet im Anschluss  
daran einen Befehl an die Signalanlage, im Fachjargon oftmals auch Eisenbahnsicherungs-  
anlage (EKSA) genannt, die sowohl aus einer Schranken-, und/oder einer Lichtzeichenanlage  
6 bestehen kann, um diese zu aktivieren.

30

Die Eisenbahnsicherungsanlage schaltet ein und sendet eine entsprechende Statusmeldung an  
den Steuerrechner 5. Der Steuerrechner 5 sendet daraufhin den Befehl „EIN“ an das  
Eisenbahnkreuzungsüberwachungssignal (EKÜS) 8. Das EKÜS, welches etwa auf  
Bremsweglänge vor dem Bahnübergang steht, wird aktiviert. Der Abstand zwischen der



- Detektorvorrichtung 4 und dem EKÜS ist in unterschiedlichen Ländern unterschiedlich geregelt und wird in Österreich vorzugsweise mit der dimensionsbehafteten und einheitenbehafteten Formel:  $A [m] = 3,6 \times v [km/h]$  berechnet, wobei  $v$  die Geschwindigkeit des Zuges bzw. die zulässige Maximalgeschwindigkeit auf diesem Streckenabschnitt
- 5 bedeutet. (Grundlage sind hierfür die Berechnungsformeln des Durchführungserlasses zur Eisenbahnkreuzungsverordnung EKVO; als Beispiel: zulässig sind 80 km/h, daraus folgt:  $3,6 \times 80 = 288$ ; der notwendige Abstand  $A$  in Metern!) Die Deaktivierung erfolgt durch die Detektorvorrichtungen 11 auf der anderen Seite der Eisenbahnkreuzung (richtungsabhängig).
- 10 In einer Ausgestaltung der Erfindung können die beiden beschriebenen Varianten auch kombiniert werden, sodass ein technisch gesicherter Bahnübergang mit den Maßnahmen des ersten Beispiels dem Verkehrsteilnehmer rechtzeitig angezeigt wird. Dies trifft insbesondere für Ausführungen mit LaneLights zu.
- 15 Im Folgenden wird eine bevorzugte Ausgestaltung einer Detektorvorrichtung zur Zugdetektion eingehender beschrieben: Das Sensorsystem beruht auf einer berührungslosen Detektion des Zuges unter Verwendung von mindestens zwei Sensoren, welche sich außerhalb des Lichtraumprofils des Zuges befinden. Das System wird über eine autarke Stromversorgung, bestehend aus Solarpaneelen und Pufferakku versorgt. Durch Verwendung
- 20 eines derartigen Sensorsystems ist es möglich, ohne physikalischer Verbindung mit dem Gleiskörper den Zug zuverlässig zu detektieren.

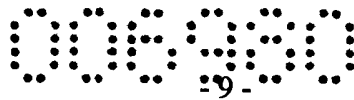
In einer besonders bevorzugten Ausführungsform besteht das Sensorsystem aus einem Reflektionslichttaster und einem Radarsensor, welche über eine Mikroprozessorplatine

25 miteinander verbunden sind.

Funktionsprinzip des Reflektionslichttasters:

Beim Infrarot-Lichttaster handelt es sich um eine Weiterentwicklung der besser bekannten IR-Lichtschanke. Bei der IR-Lichtschanke wird ein Lichtstrahl im Infrarotbereich ausgesendet

30 und von einer Gegenstelle, dem Reflektor, zurückreflektiert. Wird dieser Strahl unterbrochen, wird dies als Detektion eines Objektes gewertet. Der Lichttaster benötigt im Gegensatz zur Lichtschanke keinen Reflektor. Die Tastweite des IR-Lichttasters ist einstellbar, d.h. wird der IR-Strahl innerhalb der Tastweite durch ein Objekt unterbrochen, so wird dieser reflektiert.



Dies wird als Detektion eines Objektes gewertet. Der Vorteil solcher Systeme liegt darin, dass man den Detektionsbereich einstellen kann und keinen zusätzlichen Reflektor benötigt.

5 Zusätzlich zu dem vorgehend beschriebenen Lichttaster ist in der erfindungsgemäßen Detektorvorrichtung ein Radarsensor enthalten, der Bewegungen von ihm weg und/oder auf ihn zu, je nach eingestellter Detektionsrichtung erfasst. Die Geschwindigkeit der Bewegung wird nach dem Dopplerprinzip gemessen und ausgewertet. Bevorzugt wird ein energiesparender Mikrowellendetektor eingesetzt. Die Wiederholzeit der Messung ist zwischen 200 ms und 3 s einstellbar. Der gemessene Wert kann auf seriellen Schnittstelle, 10 gegebenenfalls mit negativem Vorzeichen (richtungsabhängig) ausgegeben werden.

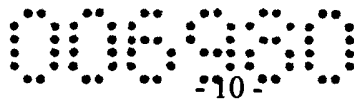
Beide Sensoren, also sowohl der Lichttaster, als auch der Radarsensor, werden an einem Mast, vorzugsweise in einer Höhe von etwa 3 Meter, um Sabotageakte zu erschweren, angebracht. Der Radarsensor wird in Gleisrichtung in einem Winkel von  $20^\circ$  bis  $70^\circ$ , 15 vorzugsweise etwa  $40^\circ$  ausgerichtet. Der Winkel zum Gleis bestimmt die Detektionsentfernung. Je steiler der Winkel ist, desto näher ist der Detektionspunkt. Je flacher der Winkel, desto weiter entfernt ist der Detektionspunkt. Der Reflektionslichttaster wird in einem Winkel von vorzugsweise  $90^\circ$  zum Gleiskörper angebracht. Sein Detektionspunkt befindet sich somit etwa auf Höhe der Detektorvorrichtung.

20

Fig. 3 stellt in schematischer Weise die Ausrichtung der einzelnen in der Detektorvorrichtung 4 vorgesehenen Sensoren 21, 22 dar. Mit dem Pfeil ist die Fahrrichtung des Zuges angegeben. Der Sensor 21 ist in bevorzugter Ausführung ein IR-Lichttaster, der in einem Winkel von  $90^\circ$  zum Gleiskörper 2 ausgerichtet. Dies bedeutet, dass der Erfassungsbereich des Lichttasters 25 unmittelbar auf der Höhe der Detektorvorrichtung liegt. Mit anderen Worten ausgedrückt ergibt sich der jeweilige Detektionsbereich eines Sensors im Wesentlichen durch den Kreuzungsbereich einer vom Sensor in einem bestimmten Winkel zum Gleisstrang ausgehenden Geraden mit dem Gleiskörper. Die Gerade selbst bzw. ein um die Gerade gebündelter Winkelbereich sind durch den Erfassungsbereich des Sensors gegeben.

30

Der Sensor 22 weist einen vom Sensor 21 unterschiedlichen Erfassungsbereich auf und ist in bevorzugter Ausführung ein Radarsensor. I bis III stellen beispielhaft mögliche, unterschiedliche Messwinkel zum Gleiskörper 2 dar, die in der Fig. 3  $20^\circ$ ,  $70^\circ$  bzw.  $40^\circ$



betragen. Mit IV ist die Messrichtung des IR-Lichttasters bezeichnet, die vorzugsweise einen Winkel von etwa  $90^\circ$  mit dem Gleiskörper 2 einschließt.

Die Detektionsentfernung beider Sensoren ist variabel einstellbar. In bevorzugter Weise beträgt die Reichweite des Lichttasters 3 Meter, also der Abstand der Detektorvorrichtung von den Gleisen beträgt etwa 3 Meter.

Selbstverständlich sind auch andere Sensortypen denkbar wie Lasersensoren, Magnetfeldsensoren, Ultraschallsensoren, usw.

10

Der sich nähernde Zug wird zunächst vom Radarsensor erfasst und seine Geschwindigkeit gemessen. Anhand der gemessenen Geschwindigkeit und der definierten Entfernung des Detektionspunktes (dieser wird durch die Winkeleinstellung des Radars bestimmt) wird softwaremäßig die Zeit berechnet, bis wann die Detektion beim Reflektionslichttaster erfolgen muss. Dieser Zeitpunkt wird mit gewissen Toleranzen versehen. Es wird softwaremäßig ein Zeitfenster eingestellt, innerhalb dessen die Detektion durch den Reflektionslichtschalter erfolgt. Geschieht dies innerhalb des Zeitfensters, so wird das Objekt als Zug erkannt und ein entsprechendes Datentelegramm mittels drahtloser Kommunikation an den zentralen Systemrechner gesendet. Erfolgt die Detektion nicht innerhalb des vorgegebenen Zeitfensters, so erfolgt keine Informationsweiterleitung an den Systemrechner.

20

Werden zusätzliche Sensoren in das Sensorsystem integriert, so kann einerseits die Detektionswahrscheinlichkeit erhöht werden. Andererseits ist es durch zusätzliche Sensoren möglich, weitere Informationen, wie z.B. Überwachung der Zuglänge sowie Überwachung des Lichtraumprofils zu erfassen und weiter zu verarbeiten.

25

Das Vorhandensein mindestens zweier Sensoren mit unterschiedlichem räumlichen Erfassungsbereich gewährleistet, dass das Schienenfahrzeug zuverlässig als solches detektiert wird. So werden vom Radar detektierte Ereignisse, wie Wildwechsel, Traktoren, oder ähnliches führen diese nicht zu einer Aktivierung der Signaleinrichtungen an der Eisenbahnkreuzung.

30

Wichtig bei dieser Ausführung ist, dass mindestens zwei Sensoren vorgesehen sind, die jeweils einen unterschiedlichen räumlichen Erfassungsbereich aufweisen. Es ist nicht

unbedingt notwendig, die Sensoren an der selben Stelle anzuordnen, so wäre es auch denkbar zwei Lichttaster zu verwenden, die in räumlichem Abstand voneinander und somit zu unterschiedlichen Zeitpunkten den herannahenden Zug registrieren. Die beiden Lichttaster sind über eine Koinzidenzschaltung miteinander verbunden. Eine an den Steuerrechner  
 5 weiterzuleitende Zugdetektion liegt nur dann vor, wenn beide Sensoren innerhalb eines einstellbaren Zeitfensters ansprechen.

Durch den Einsatz moderner LED-Anzeige- und berührungsloser Sensorsysteme mit geringem Energieverbrauch, kann die Versorgung energieautark vorgenommen werden. Eine  
 10 zusätzliche Warneinrichtung an jenen Eisenbahnkreuzungen, die bisher aufgrund der topographischen Lage nur unter finanziell hohem Aufwand angeschlossen werden konnten, ist dadurch möglich.

Im dargestellten Ausführungsbeispiel liegt der Steuerrechner 5 als gesonderte Einheit vor,  
 15 umfasst Funkempfänger und -sender und vermittelt zwischen den einzelnen Komponenten der erfindungsgemäßen Eisenbahnkreuzung. Der Steuerrechner 5 muss aber nicht als gesonderte Komponente der Eisenbahnkreuzung ausgebildet sein, sondern könnte auch bereits innerhalb der Signalanlage 6, 7 oder den Detektorvorrichtungen 4, 11 integriert sein. Unter der Formulierung, dass der Steuerrechner 5 in der Funkstrecke zwischen den einzelnen  
 20 Komponenten, insbesondere Detektorvorrichtung 4 und Signalanlage 6, 7 liegt, werden alle diese Varianten verstanden.

## Patentansprüche

1. Eisenbahnkreuzungsanlage (1) mit einer schienenseitigen Detektorvorrichtung (4) zur Erkennung eines herannahenden Schienenfahrzeuges (3), einer Signalanlage (6, 7) für die Teilnehmer (9) des die Eisenbahnkreuzung (1) querenden Straßenverkehrs und einem Steuerrechner (5) für die Verarbeitung der von der Detektorvorrichtung (4) kommenden Daten und Weiterleitung von Befehlen an die Signalanlage (6), dadurch gekennzeichnet, dass die Detektorvorrichtung (4) Abstand vom Gleiskörper (2) aufweist ist, mindestens einen berührungslosen Sensor (21, 22) umfasst und mit einer Sonnenenergieversorgungseinheit (12) verbunden ist und dass die Detektorvorrichtung (4) einen Funksender und die Signalanlage (6, 7) einen Funkempfänger aufweist, wobei der Steuerrechner (5) in der Funkstrecke zwischen Detektorvorrichtung (4) und Signalanlage (6) liegt.
2. Eisenbahnkreuzungsanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein straßenseitiger Detektor (10) zur Detektion eines herannahenden Straßenfahrzeugs vorgesehen und mit dem Steuerrechner (5) gegebenenfalls über eine Funkstrecke verbunden ist.
3. Eisenbahnkreuzungsanlage nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Signalanlage ein Wechselverkehrszeichen (6) und/oder vor dem Gleiskörper (2) in der Fahrbahndecke eingelassene Markierungsleuchtknöpfe (7) und/oder eine Schrankenanlage umfasst.
4. Eisenbahnkreuzungsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Signalanlage (6, 7) mit einer Sonnenenergieversorgungseinheit (12) verbunden ist.
5. Eisenbahnkreuzungsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Signalanlage (6, 7) einen Funksender aufweist.
6. Eisenbahnkreuzungsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass eine weitere schienenseitige Detektorvorrichtung (11) zur Registrierung

des Passierens des Schienenfahrzeuges (3) über die Eisenbahnkreuzung vorgesehen und mit dem Steuerrechner (5) gegebenenfalls über eine Funkstrecke verbunden ist.

- 5
7. Eisenbahnkreuzungsanlage nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die schienenseitige Detektorvorrichtung (4) zur Erkennung eines herannahenden Schienenfahrzeuges (3) mindestens zwei berührungslose Sensoren (21, 22) mit jeweils unterschiedlichem räumlichem Erfassungsbereich umfasst.
- 10
8. Eisenbahnkreuzungsanlage nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass ein Sensor ein Lichttaster (21) und anderer Sensor ein Radarsensor (22) ist.

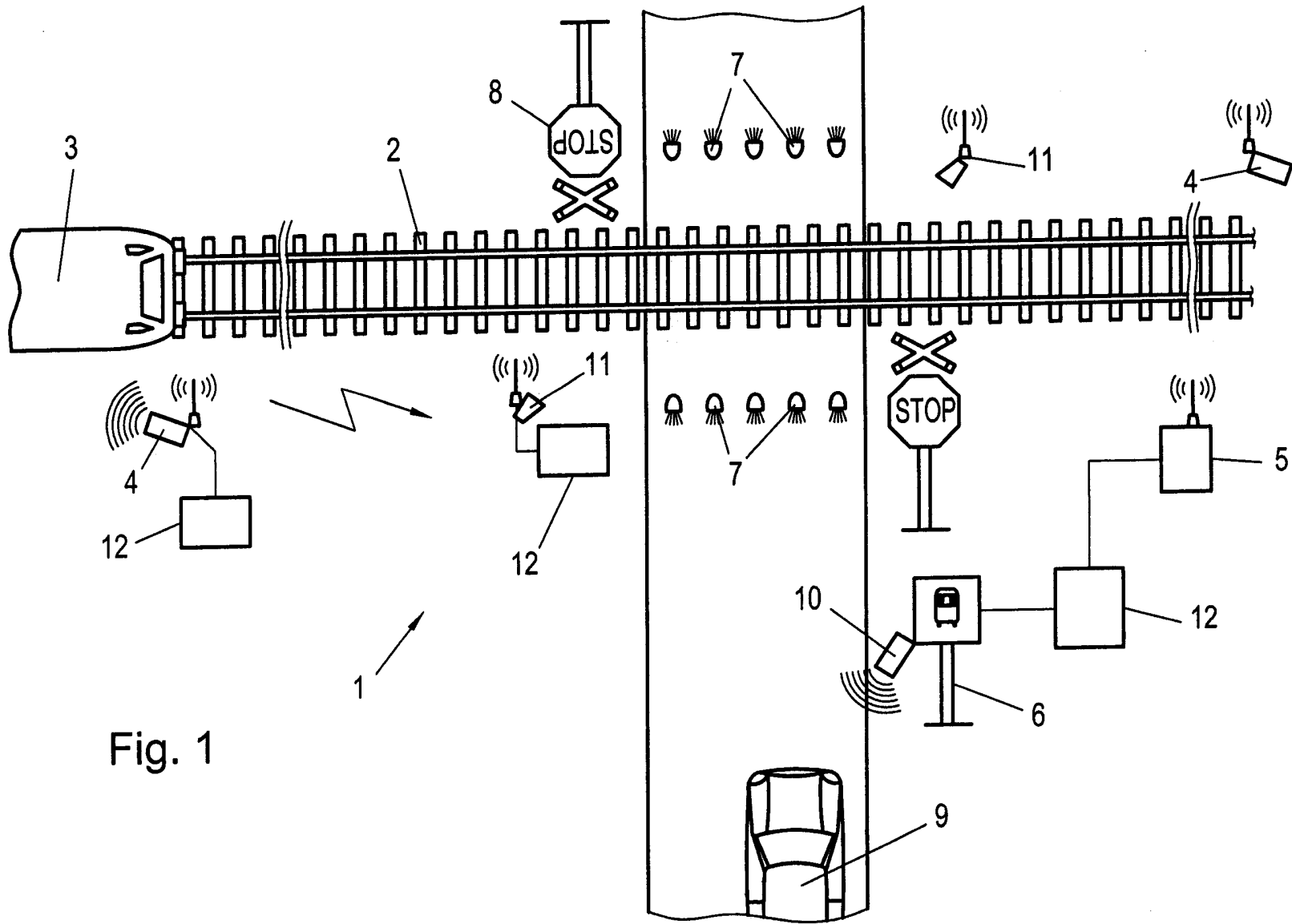
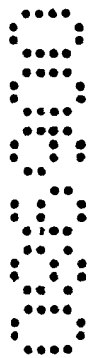


Fig. 1



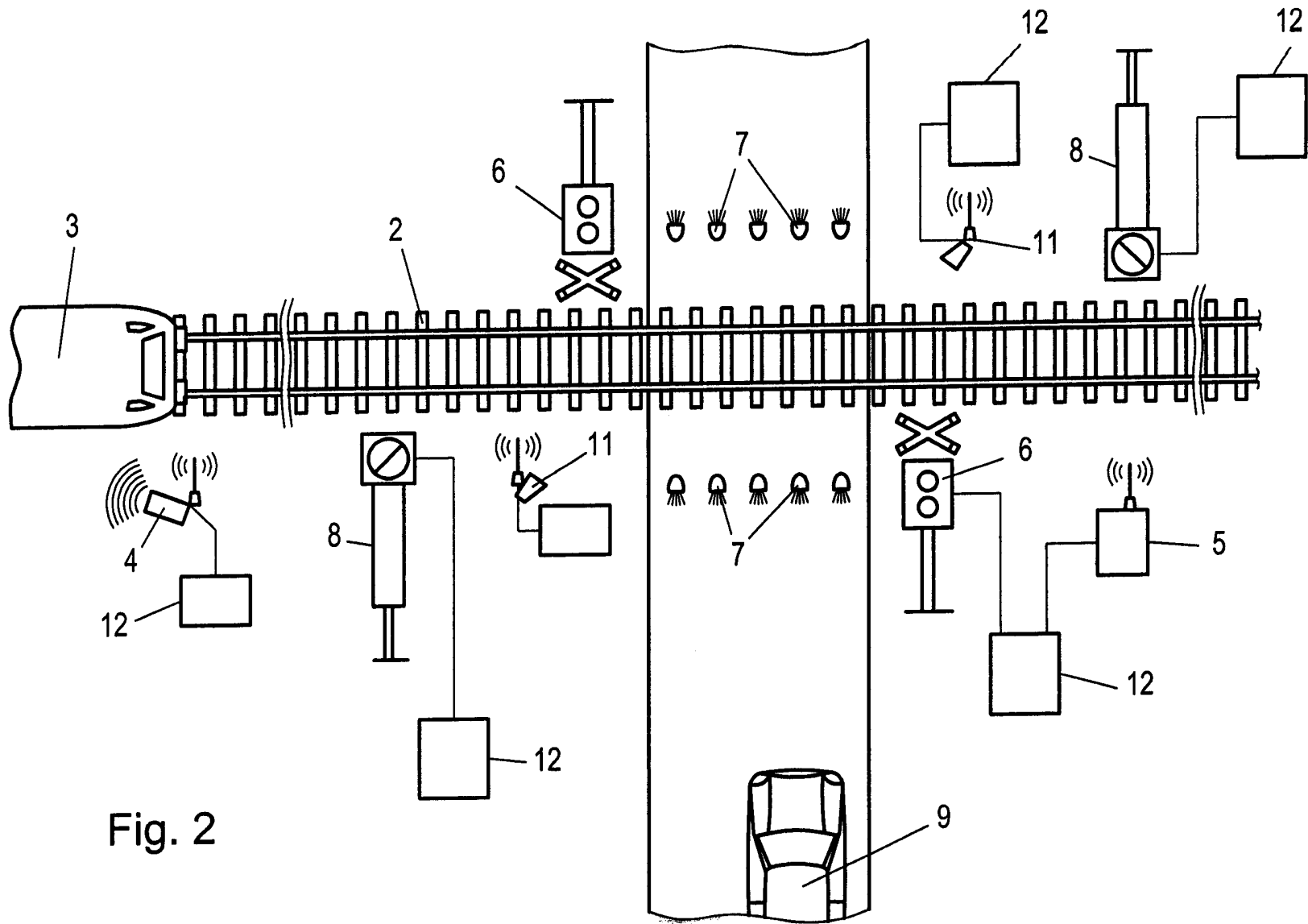
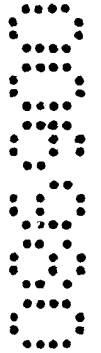


Fig. 2



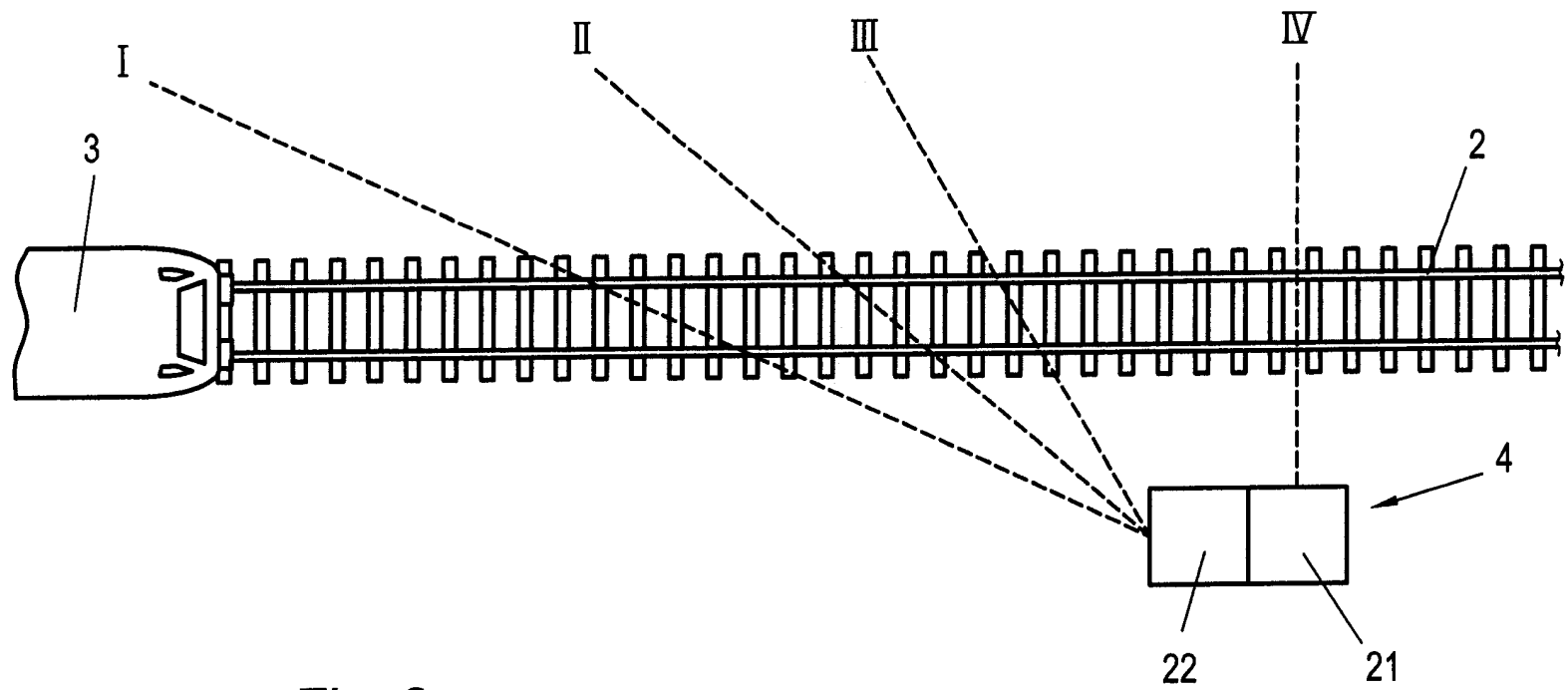
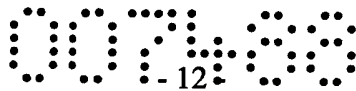


Fig. 3

3 / 3

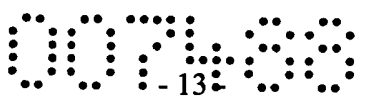
000000



(geänderte) Patentansprüche

1. Eisenbahnkreuzungsanlage (1) mit einer schienenseitigen Detektorvorrichtung (4) zur Erkennung eines herannahenden Schienenfahrzeuges (3), einer Signalanlage (6, 7) für die Teilnehmer (9) des die Eisenbahnkreuzung (1) querenden Straßenverkehrs und einem Steuerrechner (5) für die Verarbeitung der von der Detektorvorrichtung (4) kommenden Daten und Weiterleitung von Befehlen an die Signalanlage (6), wobei die Detektorvorrichtung (4) Abstand vom Gleiskörper (2) aufweist und mindestens einen berührungslosen Sensor (21, 22) umfasst und wobei die Detektorvorrichtung (4) einen Funksender und die Signalanlage (6, 7) einen Funkempfänger aufweist und der Steuerrechner (5) in der Funkstrecke zwischen Detektorvorrichtung (4) und Signalanlage (6) liegt, dadurch gekennzeichnet, dass ein straßenseitiger Detektor (10) zur Detektion eines sich der Eisenbahnkreuzung (1) nähernden Straßenfahrzeugs (9) vorgesehen und mit dem Steuerrechner (5) gegebenenfalls über eine Funkstrecke verbunden ist.
2. Eisenbahnkreuzungsanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der straßenseitige Detektor (10) ein Radarsensor ist.
3. Eisenbahnkreuzungsanlage nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Signalanlage ein Wechselverkehrszeichen (6) und/oder vor dem Gleiskörper (2) in der Fahrbahndecke eingelassene Markierungsleuchtknöpfe (7) und/oder eine Schrankenanlage umfasst.
4. Eisenbahnkreuzungsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Signalanlage (6, 7) mit einer Sonnenenergieversorgungseinheit (12) verbunden ist.
5. Eisenbahnkreuzungsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Signalanlage (6, 7) einen Funksender aufweist.
6. Eisenbahnkreuzungsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass eine weitere schienenseitige Detektorvorrichtung (11) zur Registrierung

**NACHGEREICHT**



des Passierens des Schienenfahrzeuges (3) über die Eisenbahnkreuzung vorgesehen und mit dem Steuerrechner (5) gegebenenfalls über eine Funkstrecke verbunden ist.

- 5 7. Eisenbahnkreuzungsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die schienenseitige Detektorvorrichtung (4) zur Erkennung eines herannahenden Schienenfahrzeuges (3) mindestens zwei berührungslose Sensoren (21, 22) mit jeweils unterschiedlichem räumlichem Erfassungsbereich umfasst.
- 10 8. Eisenbahnkreuzungsanlage nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass ein Sensor ein Lichttaster (21) und anderer Sensor ein Radarsensor (22) ist.
- 15 9. Eisenbahnkreuzungsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die schienenseitige Detektorvorrichtung (4) zur Erkennung eines herannahenden Schienenfahrzeuges (3) mit einer Sonnenenergieversorgungseinheit (12) verbunden ist.
- 20 10. Verfahren zum Betrieb einer Eisenbahnkreuzungsanlage (1) mit einer Signalanlage (6, 7) für die Teilnehmer (9) des die Eisenbahnkreuzung (1) querenden Straßenverkehrs, bei dem eine Aktivierung der Signalanlage (6, 7) durch jedes sich der Eisenbahnkreuzung (1) nähernde Schienenfahrzeug (3) ausgelöst wird, unabhängig davon, ob sich ein Straßenfahrzeug (9) der Eisenbahnkreuzung nähert oder nicht, dadurch gekennzeichnet, dass eine Aktivierung der Signalanlage (6, 7) auch durch jedes sich der Eisenbahnkreuzung (1) nähernde Straßenfahrzeug (9) ausgelöst wird, unabhängig davon, ob sich ein Schienenfahrzeug (3) der Eisenbahnkreuzung nähert oder nicht.
- 25

**NACHGEREICHT**