

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
17. Mai 2018 (17.05.2018)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2018/087340 A2**

(51) Internationale Patentklassifikation:  
Nicht klassifiziert

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2017/078966

(22) Internationales Anmeldedatum:  
10. November 2017 (10.11.2017)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
DE 10 2016 013 329.5  
10. November 2016 (10.11.2016) DE

(71) Anmelder: DEUTSCHE BAHN FERNVERKEHR AG  
[DE/DE]; Stephensonstraße 1, 60326 Frankfurt (DE). PSI

TECHNICS GMBH [DE/DE]; Rudolf-Diesel-Straße 21a,  
56220 Urmitz (DE).

(72) Erfinder: FÖRDERER, Karl-Heinz; Oskar-Hasencle-  
ver-Strasse 3, 56179 Vallendar (DE). SCHÖLLMANN,  
Stefan; Nördliche Bergstrasse 73, 69469 Weinheim (DE).  
SÖLLNER, Ronny; Pfarrstraße 14a, 82140 Olching (DE).

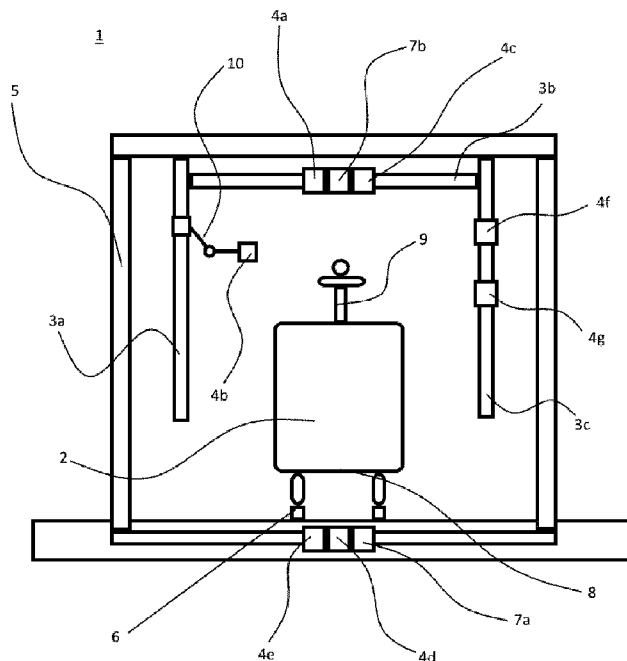
(74) Anwalt: PREUSCHE, Rainer et al.; Preusche & Partner  
Patent- und Rechtsanwälte mbB, Casinostraße 38, 56068  
Koblenz (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,  
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,  
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM,  
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,  
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN,  
KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD,

(54) Title: INSPECTION SYSTEM, INSPECTION METHOD AND SYSTEM AND METHOD FOR TRAFFIC RESOURCE CON-  
TROL

(54) Bezeichnung: INSPEKTIONSSYSTEM, INSPEKTIONSVERFAHREN SOWIE SYSTEM UND VERFAHREN ZUR  
VERKEHRSMITTELSTEUERUNG

Fig. 1



(57) Abstract: The invention relates on the one hand to an inspection system for inspecting a technical functional state of inspection sections of a vehicle, comprising a sensor system for recording actual raw data of inspection sections of the vehicle that are to be inspected; a carrier system for the sensor system for aligning the sensor system to the moving vehicle; a data processing system for controlling and preferably regulating the sensor system; a protection system for the inspection system, the vehicle and/or the user of the inspection system or the vehicle; wherein the sensor system comprises at least one camera system for recording surface images; and the inspection system is designed for the inspection of the vehicle in an operating state, preferably without intervention into the operating state, in particular in a travel operation of the vehicle; and the sensor system, the data processing system and the protection



WO 2018/087340 A2

ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO,  
NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW,  
SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,  
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

- ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)

---

system are operatively interconnected for the automated inspection of the technical functional state. The invention further relates to an inspection method for inspecting a technical operating state of a vehicle in an operating state on a travel path and to a system and method for traffic resource control.

**(57) Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft einerseits ein Inspektionssystem zur Inspektion eines technischen Funktionszustandes von Inspektionsabschnitten eines Fahrzeuges mit einem Sensorsystem zur Aufnahme von IST-Rohdaten von zu inspizierenden Inspektionsabschnitten des Fahrzeuges; einem Trägersystem für das Sensorsystem zur Ausrichtung des Sensorsystems auf das bewegte Fahrzeug; einem Datenverarbeitungssystem zur Ansteuerung und vorzugsweise Regelung des Sensorsystems; einem Schutzsystem für das Inspektionssystem, das Fahrzeug und/oder Benutzer des Inspektionssystems oder Fahrzeuges; wobei das Sensorsystem zumindest ein Kamerasystem zur Aufnahme von Flächenbildern umfasst; und das Inspektionssystem zur Inspektion des Fahrzeuges in einem Betriebszustand, bevorzugt ohne Eingriff in den Betriebszustand, insbesondere in einem Fahrtbetrieb des Fahrzeuges, ausgelegt ist; und das Sensorsystem, das Datenverarbeitungssystem und das Schutzsystem zur automatisierten Inspektion des technischen Funktionszustandes wirkverbunden sind. Die Erfindung betrifft ferner ein Inspektionsverfahren zum Inspizieren eines technischen Betriebszustandes eines Fahrzeuges in einem Betriebszustand auf einem Fahrtweg sowie ein System und ein Verfahren zur Verkehrsmittelsteuerung.

---

## INSPEKTIONSSYSTEM, INSPEKTIONSVERFAHREN SOWIE SYSTEM UND VERFAHREN ZUR VERKEHRSMITTELSTEUERUNG

---

### BESCHREIBUNG

#### 1 Technischer Hintergrund

5

Die Erfindung betrifft ein Inspektionssystem zur Inspektion eines technischen Funktionszustandes von Inspektionsabschnitten eines Fahrzeuges gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Die Erfindung betrifft ferner ein Inspektionsverfahren zum Inspizieren eines technischen Betriebszustandes eines Fahrzeuges in einem Betriebszustand auf einem

10 Fahrtweg. Die Erfindung betrifft außerdem ein System und ein Verfahren zur Verkehrsmittelsteuerung.

Die Regelmäßige Inspektion von Fahrzeugen, insbesondere Schienenfahrzeugen, stellt einen hohen Aufwand dar. Hochgeschwindigkeitstriebzüge werden beispielsweise alle 3-4

15 Tage einer Laufwerkskontrolle (L oder Instandhaltungsstufe (IS) 100) oder Nachschaukontrolle (N oder Instandhaltungsstufe (IS) 200) unterzogen, bei denen primär Sichtprüfungen stattfinden.

Derzeitig werden alle Sichtprüfungen auf dem Dach von Schienenfahrzeugen, wie

20 beispielsweise ICE-Triebzügen, durch dafür ausgebildete und zertifizierte Mitarbeiter durchgeführt. Bevor jedoch der Facharbeiter mit der Inspektion, anhand einer Arbeitsanweisung (AA) des Daches, beginnen kann, müssen der Zug und die Oberleitung geerdet werden, so dass keine Gefahr von der Oberspannungsseite für die Facharbeiter

entstehen kann. Aufgrund der unterschiedlichen einzuhaltenden Sicherheitsschritte ist dieser Prozess langwierig und für den Mitarbeiter mit relativ großen Wegstrecken verbunden.

## 2 Technische Aufgabe

- 5 Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein kostengünstiges Inspektionssystem und Inspektionsverfahren zu schaffen, um die Inspektionszeit und -kosten für Fahrzeuge zu reduzieren und die Qualität der Befundung zu verbessern.

## 3 Erfindungsgemäße Lösung

10

Die Aufgabe wird durch ein Inspektionssystem gemäß Anspruch 1, ein Inspektionsverfahren gemäß Anspruch 10, ein System zur Verkehrsmittelsteuerung gemäß Anspruch 13 und ein Verfahren zur Verkehrsmittelsteuerung gemäß Anspruch 14 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

15

Erfindungsgemäß wird vorteilhafterweise der gesamte Inspektionsprozess (insbesondere Erdung und Diagnose) durch ein automatisiertes Inspektionssystem durchgeführt. Zur Optimierung der Inspektionsprozesse, insbesondere bei Laufwerk und Nachschau, soll die Sichtprüfung, insbesondere im Dachbereich an Fahrzeugen wie ICE-Triebzügen, in der  
20 Wartung durch eine automatisierte Kontrolle, insbesondere mittelsameratechnik, erfolgen.

Zusätzliche Erweiterungen, beispielsweise bei kleinen Instandhaltungsstufen, sind erfindungsgemäß möglich.

### 3.1 Inspektionssystem

25

Ein erfindungsgemäßes Inspektionssystem ist ausgelegt zur vorzugsweise autonomen, beispielsweise nur menschenassistierten, Inspektion eines technischen Funktionszustandes von Inspektionsabschnitten eines Fahrzeuges. Besonders vorteilhaft ist die Erfindung auf Fahrzeuge mit externer Energieübertragungsverbindung anzuwenden. Dies gilt  
30 insbesondere für mit elektrischer Hochspannung gespeiste Fahrzeuge, wie zum Beispiel Züge. Die Hochspannung stellt einerseits ein Sicherheitsrisiko dar, insbesondere für menschliche Inspektoren. Gleichzeitig ist eine Inspektion und auch umso aussagekräftiger, wenn sie unter Betriebsbedingungen, also beispielsweise unter Hochspannung und in Bewegung eines Zuges, durchgeführt werden kann. Ein technischer Funktionszustand im  
35 Sinne der Erfindung ist insbesondere eine technische Eigenschaft eines Bauteils des

Fahrzeugs oder eines Inspektionsabschnittes wie beispielsweise eine Dachabdeckung oder Seitenbeplankung des Fahrzeugs. Eine technische Eigenschaft ist beispielsweise die mechanische Form oder Risse in einem Stromabnehmer oder die Regendichtigkeit eines Daches, wie sie durch zum Beispiel Einbrandlöcher kompromittiert wird. Ein

5 Inspektionsabschnitt ist ein zu inspizierender Bereich gemäß eines definierten Inspektionszweckes und kann eine körperlich abgegrenzte Fläche, wie beispielsweise ein Stromabnehmer oder die Klappe einer Klimaanlage auf den Dachgarten eines Zuges, oder auch ein körperlich und/oder optisch nicht abgegrenzter Teilbereich, wie beispielsweise ein Bereich der Dachfläche auf einem Zug, der beispielsweise dadurch definiert ist, dass er in

10 einem typischen Abstand von einem Stromabnehmer liegt, in welchem die Gefahr von Beschädigungen durch elektrische Überschläge erfahrungsgemäß besteht.

Ein Stromabnehmer ist eine Vorrichtung an Fahrzeugen zum Übertragen elektrischer Energie von einer fest montierten stromführenden Leitung zu den elektrischen Einrichtungen

15 des Fahrzeugs.

Als Dachgarten wird ein Dachbereich, insbesondere eines Triebzugs, bezeichnet, an dem der Stromabnehmer, mit allen direkt angrenzenden Isolatoren verbaut ist.

Ein Einbrandloch ist ein, insbesondere durch elektrische Überschläge entstandenes, kreisförmiges Loch im Dachbereich des Fahrzeugs, insbesondere eines Triebzugs.

20 Ein beispielhaftes Inspektionssystem kann beispielsweise aus einem Server, insbesondere für die Bildverarbeitung und/oder Archivierung der Inspektionsergebnisse, einem Schaltschrank und/oder einer Kameramessbrücke mit Kameras und Beleuchtung bestehen. Zusätzlich zur Kameramessbrücke kann eine 3D-Messbrücke, beispielsweise mit,

insbesondere vier, Laserlinienschnittsensoren zur Vermessung des Fahrzeugs,

25 beispielsweise von Schleifleisten, im Lichtschnittverfahren vorgesehen sein.

Ein beispielhaftes Inspektionssystem kann folgende Komponenten umfassen:

- eine Anzahl von, beispielsweise 15, Kameras, insbesondere vom Typ Allied Vision Prosilica GT2000B,
- 30 • eine Anzahl von, beispielsweise 10, 8-mm-Objektiven für die Kameras,
- eine Anzahl von, beispielsweise 5, 16-mm-Objektiven für die Kameras,
- eine Anzahl von, beispielsweise 15, Kameraschutzgehäusen, insbesondere gemäß der Schutzklasse IP67, beispielsweise vom Typ Orca,
- eine Anzahl von, beispielsweise 15, elektrisch leitenden Einhausungen für die
- 35 Kameras,

- eine Anzahl von, beispielsweise 4, Beleuchtungsvorrichtungen, beispielsweise Osram LED-Fluter FL20 PF17 Midi, 4000K, DALI dimmbar,
- zumindest einen Server, beispielsweise einen Dell PowerEdge Rack Server,
- zumindest einen Schaltschrank mit Zubehör,
- 5 • zumindest eine Montagekonstruktion und/oder
- zumindest einen Serverschrank.

Die derzeitig manuell ausgeführte Inspektion, insbesondere die Dachdiagnose bei der Laufwerkskontrolle (Instandhaltungsstufe [IS] 100) und bei der Nachschau  
10 (Instandhaltungsstufe [IS] 200) kann durch das Inspektionssystem voll automatisch und beispielsweise unabhängig von der Reihung eines inspizierten Zuges ausgeführt werden.

Das Inspektionssystem kann, vorzugsweise in einer Halle, in einem Temperaturbereich von -10 °C bis +50 °C eingesetzt werden.  
15

Eine Inspektion kann an einem fahrenden Fahrzeug, insbesondere mit einer Geschwindigkeit von zumindest 5 km/h erfolgen.

Das Inspektionssystem kann zumindest bis zu einer relativen Luftfeuchtigkeit von 80 % eingesetzt werden. Insbesondere kann das Inspektionssystem mindestens in Schutzart IP 64 ausgeführt sein.  
20

Die Inspektion kann auch bei feuchtem oder nassem Zustand des Fahrzeugs erfolgen. Insbesondere können die Anforderungen der Norm DIN EN 60529/VDE 0470-1 (Schutzarten durch Gehäuse) erfüllt werden.  
25

Das Inspektionssystem ist so erweiterbar, dass es schnell unterschiedliche und/oder neue Fahrzeuge, insbesondere Zugtypen, einlernen und/oder einlesen kann.

### 30 **3.1.1 Sensorsystem**

Das erfindungsgemäße Inspektionssystem kann insbesondere ein Sensorsystem zur Aufnahme von IST-Rohdaten von zu inspizierenden Inspektionsabschnitten des Fahrzeuges, ein Trägersystem für das Sensorsystem zur Ausrichtung des Sensorsystems auf das  
35 bewegte Fahrzeug, ein Datenverarbeitungssystem zur Ansteuerung und vorzugsweise Regelung des Sensorsystems und/oder ein Schutzsystem für das Inspektionssystem, das

Fahrzeug und/oder Benutzer des Inspektionssystems oder Fahrzeuges umfassen. Insbesondere kann das Sensorsystem zumindest ein Kamerasystem zur Aufnahme von Flächenbildern umfassen. Vorteilhafterweise ist das Inspektionssystem zur Inspektion des Fahrzeuges in einem Betriebszustand, bevorzugt ohne Eingriff in den Betriebszustand, insbesondere in einem Fahrbetrieb des Fahrzeuges, ausgelegt, weil so unter charakteristischen und technisch aussagekräftigen Bedingungen getestet und inspiziert werden kann. Im Stand der Technik werden Züge meist im Stillstand und aus Sicherheitsgründen ohne Hochspannungsanwendung getestet, dass die Inspektionsbedingungen bezüglich der elektrischen Bedingungen und durch die Fahrt des Fahrzeuges induzierten Schwingungen nicht den technisch maßgeblichen Bedingungen im Betriebszustand entsprechen, sodass die Inspektionsergebnisse insofern systematisch verfälscht und in der Aussagekraft reduziert sind. Das Sensorsystem, das Datenverarbeitungssystem und das Schutzsystem sind vorteilhafterweise zur automatisierten Inspektion des technischen Funktionszustandes wirkverbunden. Dies bringt nicht nur Kosten- und Effizienzvorteile und erlaubt eine schnellere Inspektion quasi in Echtzeit, während beispielsweise ein Zug ein als Inspektionstor um ein Gleis und/oder eine Hochspannungsleitung herum ausgestaltetes Inspektionssystem durchfährt. Die Automatisierung erlaubt erst eine Inspektion im Betriebszustand, weil im Falle eines elektrisch betriebenen und zudem bewegten Zuges eine solche Inspektion für einen menschlichen Inspekteur aus doppeltem Grund gefährlich und zu malbeschwerlich wäre. Die Erfindung beruht insbesondere auf der Erkenntnis, dass das Sensorsystem und das Inspektionsverfahren nachgeordnete Datenverarbeitungssystem Effekte und Beschädigungen derart präzise detektieren und prognostizieren können muss, dass bei einem hoch sicherheitsrelevanten technischen System wie einer Eisenbahn die Standards an Sicherheit und Haftung für die Sicherheit eingehalten werden können. Nachstehend wird erläutert, mit welchen technischen Mitteln dies erfindungsgemäß erzielt werden kann.

Die am gleichen Tag eingereichte internationale Patentanmeldung des gleichen Anmelders mit dem Titel „INSPEKTIONSVERFAHREN UND INSPEKTIONSSYSTEM ZUM INSPIZIEREN EINES FAHRZEUGS IM BETRIEBSZUSTAND“ betrifft spezielle Ausgestaltungen eines erfindungsgemäßen Sensorsystems. Die vorgenannte Anmeldung, insbesondere die Abschnitte 3.2 (Sensoren der Sensoranordnung), 3.3 (Mehrere Sensoren zur Fahrzeugdiagnose), 3.4 (Triggern), 3.5 (Master-System triggert Slave-System), 3.6 (Beleuchtungssysteme), 3.7 (Definierter Hintergrund), 3.8 (Hochspannungsschutz des Sensors), 3.9 (Schutz gegen Tiere), 3.10 (Enteisung und Sauberkeit), 3.11 (Reinigungseinrichtung für optische Elemente), 3.12 (In Bahnschwellen integrierbare Inspektionssysteme) 3.13 (Eine oder mehrere Kameras mit nach unten gerichteter optischer

- Achse), 3.14 (Bildauswertung mit einer Kamera, insbesondere dreidimensionale Bildauswertung), 3.15 (Verstellbarkeit der Sensoren), 3.16 (Bewegungseinrichtung von Sensoren und/oder Spiegeln), 3.17 (Maßnahmen zur effizienten Inspektion von hochspannungsführenden Bauteilen), 3.18 (Haarrissdetektion mit Dunkelfeldmikroskopie), 3.19 (Haarrissdetektion durch Einsprühen mit fluoreszente Mittel), 3.20 (Parameter und Verfahren bahnspezifischer Engpässe), 3.21 (Methoden und Verfahren) 3.22 (Relativgeschwindigkeit), 3.23 (Mehrteiliges Inspektionstor), 3.24 (Inspektion von Rotatoren), 3.25 (Unterboden-Rahmen), 3.26 (Anordnung des Inspektionssystems) und 3.27 (Sensormodul, werden hier durch Bezugnahme aufgenommen).
- 10 Ein erfindungsgemäßes Sensorsystem kann zumindest eine der folgenden Komponenten umfassen:
- a. ein Kamerasystem zur Aufnahme von Flächenbildern und Inspektionsabschnitten, umfassend kontinuierlich und/oder getriggert aufnehmende Kameras;
  - b. ein Vibrationsmessungssystem zur Messung von Vibrationen, Schwingungen und/oder Geräuschen von Inspektionsabschnitten des Fahrzeugs und/oder eines Fahrwegs für das Fahrzeug;
  - c. ein Akustikmesssystem, bevorzugt umfassend auf Inspektionsabschnitte ausrichtbare Richtmikrofone;
  - d. einen chemischen Detektor zum Nachweis von aus dem Fahrzeug oder einem Inspektionsabschnitt des Fahrzeuges austretenden chemischen Substanzen; und/oder
  - e. einem System zur Detektion von elektromagnetischer Abstrahlung von einem Inspektionsabschnitt des Fahrzeugs.

### 3.1.1.1 Kamerasystem

Ein erfindungsgemäßes Kamerasystem kann ein Beleuchtungssystem zur definierten Ausleuchtung von Inspektionsabschnitten mit einem Beleuchtungslicht umfassen.

Bevorzugt kann das Kamerasystem und das Beleuchtungssystem auf, insbesondere licht reflektierende, Inspektionsabschnitte ausgerichtet und zur Durchführung von deflektometrischen Messungen ausgelegt sind. Mehr bevorzugt können das Kamerasystem und das Beleuchtungssystem zur Durchführung von Fotometrie, Radiometrie, Fotogrammetrie, Laserscanning oder Laserentfernungsmessung ausgelegt sein, die sich für Inspektionszweck und Inspektionsabschnitt besonders eignen. Dies hat den Vorteil, dass

Konturen und Formen, wie zum Beispiel Kanzeln oder Umrisse mit indirekter Beleuchtung besser erkennbar sind als mit direkter Beleuchtung.

Vorteilhafterweise handelt es sich bei den Kameras um digitale Monochromkameras, da bei Monochromkameras die Auflösung der Bilder deutlich besser und das Rauschverhalten weniger kritisch (keine Farbfilter auf dem Sensor) ist als bei Farbkameras. Zudem benötigen Schwarz-Weiß-Bilder weniger Speicherplatz und können schneller und einfacher verarbeitet werden und häufiges Umrechnen zwischen Farbräumen (RGB, HSV, Intensität usw.) entfällt.

Die Kameras sind beispielsweise aus der Allied Vision Prosilica GT2000 - Kameraserie gewählt, insbesondere mit einer Auflösung von 2048 x 1088 Pixeln. Die Kameras können als Monochrom-, Farb- oder Nahinfrarot-Variante ausgestaltet sein. Die Kameras sind bevorzugt so angeordnet, dass sie einen Inspektionsabschnitt des zu inspizierenden Fahrzeuges, insbesondere ein Zugdach und dessen Aufbauten möglichst detailreich und vollständig aufzeichnen.

Die folgende Tabelle gibt eine beispielhafte Zusammenstellung von Kameras und Objektiven für eine Inspektion der Dachaufbauten eines Zuges wieder:

Kamera-nummer	Kamera-typ	Objektiv	inspizierte Bauteile, Anmerkungen
1, 15	ProSilica GT2000	Tamron M118FM08	Allgemein Dach von der Seite, Klimaanlage, Wagenübergänge, Isolatoren, Antennen, evtl. aus dem Dachgarten herausragende Teile
2, 14	ProSilica GT2000	Tamron M118FM08	Mittlerer Teil des Stromabnehmerarms, Gelenk
3, 13	ProSilica GT2000	Tamron M118FM08	Wippe von schrag unten"
4, 12	ProSilica GT2000	Tamron M118FM08	Gesamte Dachbreite von schrag oben, Teile im Dachgarten, Dachfläche, Isolatoren, Wagenübergänge
5, 11	ProSilica GT2000	Tamron 17HF	Wippe von der Seite, Windleitbleche, Schleifleisten, Auflaufhörner
6,9,10	ProSilica GT2000	Qioptiq Linos MeVis-C	Zusätzliche Ansicht zu L3 und R3, für Bau-teile, die sich gegenseitig verdecken.

7, 8	ProSilica GT2000	Tamron M118FM08	Detailansicht von oben, linkes Drittel des Dachs, Abdeckungen, Antennen, Isolatoren, Teile im Dachgarten, Klimaanlage
------	---------------------	--------------------	---

Ein Isolator ist ein Bauteil der Elektrotechnik, das eine hohe mechanische Belastbarkeit, aber nur eine sehr geringe elektrische Leitfähigkeit besitzt. Isolatoren werden überall eingesetzt, wo blanke elektrische Leiter befestigt, gehalten oder geführt werden müssen, ohne dass es zu einem wesentlichen Stromfluss durch das Befestigungselement kommen darf.

### 3.1.1.2 Beleuchtungssystem

Das Beleuchtungssystem kann zum Blendschutz von Personen im und/oder am Fahrzeug, vorzugsweise allmählich und/oder in einen von dem Beleuchtungssystem geworfenen Lichtkegel abschnittsweise, ab- und oder aufblendbar ausgestaltet sein. Ohne einen solchen Blendschutz wäre das Inspektionssystem nicht in einer von Menschen benutzten Umgebung oder Umgebungen, in denen die Anwesenheit von Menschen zumindest nicht ausgeschlossen werden kann, möglich. Mehr bevorzugt kann das Beleuchtungssystem automatisch gesteuert von einem Umgebungslichtsensor und/oder Sensor zur Detektion von Personen und/oder Fahrzeugen ausgelegt sein.

Das Inspektionssystem umfasst vorteilhafterweise ein Beleuchtungssystem, da die Umgebungshelligkeit, insbesondere wenn das Inspektionssystem in einer Werkshalle installiert ist, für die eingesetzten Kameras nicht unbedingt ausreicht. Insbesondere kann das Inspektionssystem durch das Beleuchtungssystem eingesetzt werden, wenn die Umgebungsbeleuchtung auf einem zu untersuchenden Fahrzeug, insbesondere dessen Dach, primär durch Leuchtstoffröhren an einer Hallendecke (d.h. von oben bzw. in einem Winkel von 90° zum Dach) erfolgt, ohne die Inspektion zu beeinflussen.

Als Leuchtmittel werden beispielsweise dimmbare Osram LED-Fluter verschiedener Leistungsklasse eingesetzt, insbesondere Siteco Floodlight FL20 Midi, 238W und Siteco Floodlight FL20 Mini, 107W. Bei beiden Typen kann eine Osram RS17 Spotoptik zum Einsatz kommen. Die in allen Lampen verbauten LED-Module haben vorteilhafterweise eine Lichttemperatur 4000 K (Neutralweiß).

### 3.1.1.3 Optische Elemente

Erfindungsgemäß können einer Anzahl oder Mehrzahl von optischen Elementen, die einer Linse, einem Polfilter, einem Farbfilter, einem Prisma, einem Zoom-Objektiv, einem Weitwinkelobjektiv, einem Gitter oder Blenden, in einem Strahlengang zwischen zumindest

einer Kamera des Kamerasystems und einem von der Kamera zu inspizierenden Inspektionsabschnitt angeordnet sein. Insbesondere kann das optische Element insbesondere ein Bandpassfilter für Licht sein, in dessen Bandpassintervall ein Beleuchtungslicht des Beleuchtungssystems liegt. Dies hat den Vorteil, dass an einem Fotodetektor des Kamerasystems die Intensität des zu messenden Lichts stärker gegen die Intensität von Streulicht oder Umgebungslicht ist, so dass die Messung genauer wird.

Für Kameras und 3D-Kameras werden insbesondere Objektive mit Brennweite 8 mm und 16 mm eingesetzt. Die 8 mm-Objektive befinden sich beispielsweise an den Seiten links und rechts des Fahrzeugs (Kamera 1-4 und 12-15) sowie den beiden Kameras mit 45°-Neigung zum Fahrzeugdach zur Analyse der Stromabnehmer (Kamera 7 und 8) Die 16 mm-Objektive befinden sich beispielsweise oberhalb des Fahrzeugs (Kamera 5,6,9,10 und 11).

Bei den eingesetzten 8 mm Objektiven handelt es sich beispielsweise um *Tamron M118FM08* Objektive. Bei den 16 mm Objektiven können zwei verschiedene Typen eingesetzt werden. Kamera 6,9 und 10 sind beispielsweise mit *Qioptiq Linos MeVis-C 16mm f/1.6* Objektiven ausgestattet und Kamera 5 und 11 mit Tamron 17HF. Bei allen Objektiven handelt es sich vorteilhafterweise um Objektive mit C-Mount Standard.

#### 3.1.1.4 3D-Messbrücke

Das Sensorsystem umfasst bevorzugt eine 3D-Messbrücke. Die 3D-Messbrücke dient insbesondere einer optimalen Analyse der Schleifleisten. Sie ist bevorzugt über einer Oberleitung und in einer Fahrtrichtung des Fahrzeugs hinter der Kameramessbrücke angeordnet. Die 3D-Messbrücke kann beispielsweise 2 SICK Ruler E1221 3D Kameras umfassen, die mittels Laserlinie ein Höhenprofil aufzeichnen und grafisch aufbereiten. Gegenüber der Ruler befinden sich beispielsweise zusätzlich noch zwei SICK Ranger E Kameras mit jeweils einem 25-mm-Objektiv. Diese nutzen für die gleiche Aufgabe die Laserlinie des Rulers und analysieren die Schleifleiste beim Einfahren des Zuges von der Rückseite. Dabei kann jeweils ein Paar aus Ruler E1221 und Ranger E für die linke und die rechte Seite neben der Oberleitung eingesetzt werden, um eine optimale Auflösung der Bilddaten zu erhalten. Die 3D-Messbrücke ist insbesondere so angeordnet, dass das Inspektionssystem nicht in das Lichtraumprofil des Fahrzeugs, insbesondere das Lichtraumprofil von Triebzügen nach EBO (Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung), eingreift. Mit dem Lichtraumprofil wird der „lichte Raum“ vorgeschrieben, der auf einem Fahrweg von Gegenständen freizuhalten ist.

In einem Beispiel haben die Kameras, beispielsweise Ranger 3D-Kameras, eine Ausrichtung von 45° zu einer Dachfläche eines zu inspizierenden Fahrzeugs. Gegenüber von diesen beiden Kameras befinden sich beispielsweise 2 SICK Ruler 3D-Kameras mit integriertem Linienlaser.

5

Da die 3D-Kameras mit Laserlicht emittieren, das gefährlich für das Auge sein kann – bei den beiden Linienlasern des SICK Ruler E1221 handelt es sich beispielsweise um Klasse 3B Laser, kann das Inspektionssystem folgende Schutzvorrichtungen umfassen:

10

- Schlüsselschalter zum dauerhaften Abschalten der Laser im Wartungsfall (nicht frei zugänglich),
- Schutzbrillen für Arbeiten im Bereich des Lasers (nicht frei zugänglich),
- Warnleuchten an beiden Seiten,
- Warnhinweisschilder und/oder
- Lichttaster zum zeitgesteuerten Aktivieren der Laser bei Erkennung eines Fahrzeugs.

15

Vorteilhafterweise sind beide Laserlinien im normalen Betriebszustand des Inspektionssystems ausgeschaltet und werden erst Sekundenbruchteile nach Erkennung eines Fahrzeugs durch einen Lichttaster an der 3D-Messbrücke eingeschaltet. Das heißt, das Fahrzeug ist beispielsweise bereits bis zum ersten Stromabnehmer in eine das Inspektionssystem enthaltende Halle eingefahren, da der Lichttaster das Gestänge des Stromabnehmers misst. Fährt das Fahrzeug unter der 3D-Messbrücke werden vorteilhafterweise alle Bereiche, in denen sich Personen aufhalten können, insbesondere durch das Fahrzeug selbst abgeschattet.

25

Von dem Inspektionssystem gehen keine auf den übrigen Betriebsablauf auswirkenden Behinderungen oder Beeinflussungen aus. Beispiele hierfür wären: Vibrationen, Lärm oder Blendung durch Licht, insbesondere Laserlicht.

30

Vorteilhafterweise sind in 3D-Kameras, insbesondere in Ranger E50414 3D-Kameras, Bandpassfilter für den Spektralbereich des verwendeten Lasers, insbesondere eines Ruler E1221 Linienlasers, verbaut. Dies gewährleistet, dass eine umgebende Beleuchtung oder, insbesondere sich bewegende, Sonnenstrahlen möglichst wenig Einfluss auf die Messergebnisse haben. Die Kamera erfasst ausschließlich die Reflektionen der Laserlinie. Bei den Bandpassfiltern handelt es sich beispielsweise um optische Filterscheiben der Firma MIDOPT vom Typ FIL BP660/34 Nr. 22956.

35

### 3.1.2 Modularer Aufbau

Das Inspektionssystem, insbesondere das Sensorsystem, das Trägersystem, das Schutzsystem und/oder das Datenverarbeitungssystem, kann in Modulen und/oder Modulgruppen aufgebaut sein. Bevorzugt sind für einen definierten Inspektionszweck  
5 erforderliche Sensoren in einer Modulgruppe zusammengefasst, wobei besonders bevorzugt die Sensoren der Modulgruppe an einem gemeinsamen Träger oder in einem gemeinsamen Gehäuse eingehaust montiert sind, wobei meist bevorzugt die Montage zur relativen örtlichen Kalibrierung der Sensoren untereinander starr und mit einem gegen eine Kalibrierungsgenauigkeit geringen mechanischen Spiel ausgebildet ist.

10 Vorteilhafterweise kann aus den Modulen und/oder Modulgruppen ein Trägersystem oder Inspektionssystem konfigurierbar und insbesondere zur erleichterten Instandhaltung, zum Austausch und/oder zur Erweiterung des Inspektionssystems untereinander lösbar verbunden sein. Dies begrenzt die Anzahl der verschiedenen Module oder Modulgruppe und erhöht die Anwendbarkeit auf verschiedene Messobjekte und vereinfacht die Wartung des  
15 Inspektionssystems.

Bevorzugt können die Module und/oder Modulgruppe eine lösbare und/oder in einer Konfiguration als Inspektionseinrichtung aus Sicherheitsgründen fixierbare Verbindung aufweisen, wobei mehr bevorzugt die Verbindung aus Verbindern und komplementären Gegenverbindern besteht und/oder die Verbindung zur mechanischen Verbindung,  
20 kommunikativen Verbindung, insbesondere als Datenbus, Erdungsverbindung und/oder Energieübertragungsverbindung ausgebildet ist.

### 3.1.3 Trägersystem

Das Trägersystem kann grundsätzlich vierteilig aus körperlich, elektrisch und/oder kommunikativ zusammenhängenden Teilen aufgebaut sein. Insbesondere kann es L-förmig,  
25 I-förmig, U-förmig, M-förmig, C-förmig, O-förmig, T-förmig ausgebildet sein, in beliebigen Konfigurationen bezüglich der Schwerkraft. Beispielsweise kann ein auf dem Kopf stehendes U-förmiges Trägersystem einen Dachgarten und beide Seitenwände eines durchfahrenden Zuges inspizieren. In einem weiteren Beispiel kann ein mindestens doppelt O-förmiges Trägersystem über zwei oder mehr Gleisen eine entsprechende Anzahl von durchfahrenden  
30 Zügen auf Dachgarten, Unterboden und Seitenwände inspizieren. Bevorzugt kann das Trägersystem stationär bezüglich eines Fahrweges des Fahrzeuges angeordnet sein. Damit wird sichergestellt, dass Vibrationen und Schwingungen im Trägersystem die Messungen des Inspektionssystems nicht verfälschen. Besonders bevorzugt wird das Trägersystem deshalb mechanisch und/oder akustisch von dem Fahrzeug und dem Fahrtweg durch einen

Schwingungsentkoppler entkoppelt. Zumindest ein Trägermodul des Trägersystems kann eine Bewegungseinrichtung zur Einstellung eines Abstandes und/oder einer Winkelausrichtung eines Sensors oder einer Sensorgruppe des Sensorsystems zu einem Inspektionsabschnitt des Fahrzeugs umfassen, wobei besonders bevorzugt die Bewegungseinrichtung zur Einstellung von vordefinierten Messbedingungen, insbesondere bezüglich einer Ausrichtung, einer Position und/oder eines Fahrzeugtyps des Fahrzeuges, steuerbar und/oder regelbar ist. Dadurch ist sichergestellt, dass das Inspektionssystem, insbesondere wenn es mit einem Kamerasystem mit Linsen fester Brennweite und Schärfentiefebereich ausgestattet ist, auf verschiedene Inspektionszwecke und zur inspizieren der Fahrzeuge, die beispielsweise in ihren Abmessungen divergieren, flexibel und vorzugsweise automatisiert regelbar anpassbar sein.

Zumindest ein Trägermodul des Trägersystems kann in bestehende Verkehrsmittelinfrastruktur integrierbar sein, oder bestehenden Verkehrsmittelinfrastruktur kann zumindest ein Trägermodul des Trägersystems bilden.

Nachstehend werden bevorzugte Ausführungsbeispiele für die Einbindung von Infrastruktur in ein Trägersystem bzw. Verwendung von Infrastruktur als Teil des Trägersystems am Beispiel eines elektrisch betriebenen Eisenbahnzugsystems mit zumindest einer Hochspannungsoberleitung dargestellt:

- a. an einer eingleisigen Strecke kann ein Inspektionssystem insbesondere in Form eines Inspektionstors gegebenenfalls mit Unterbodenüberwachungseinrichtung über ein Gleis gezogen werden. Entlang des Gleises reicht der typische Abstand zwischen zwei Oberleitungsmasten hin, um eine Halle oder ein Zelt oder eine Überdachung zum Schutz gegen Witterung oder für die optische Inspektion abträglichen Umgebungslicht zu installieren. Das Inspektionssystem kann für Fahrtgeschwindigkeiten beispielsweise bis 160 km/h ausgelegt werden. Ein Problem hierbei ist, dass eingleisige Strecken meist gering frequentierte Nebenstrecken sind, zumal in 2 Richtungen durchfahren werden können. Je geringer die Frequenz von Zügen ist, desto schlechter ist das Inspektionssystem ausgelastet. Ferner ist dadurch die ideale Ausrichtung des Sensorsystems für die Inspektion von Zügen in beide Fahrtrichtung erschwert. Abhilfe schafft ein erfindungsgemäßes Bewegungssystem, insbesondere zur Schwenkausrichtung je nach Fahrtrichtung. Erfindungsgemäß können die Module oder Modulgruppen eines Inspektionssystems auch beidseitig angebracht werden, was zwar einen höheren initialen Aufwand mit sich zieht, jedoch

nicht mehr je nach Fahrtrichtung kalibriert werden muss und weniger fehleranfällig ist.

- b. Höher frequentiert sind zumeist zweigleisige oder mehrgleisige Strecken. Damit ist ein erfindungsgemäßes Inspektionssystem stärker ausgelastet. Das Inspektionssystem bzw. sein Trägersystem kann vorteilhafterweise beide Gleise überspannen und beispielsweise M-förmig oder Doppel (bzw. Multi-)O-förmig ausgestaltet sein. Üblicherweise wird hier jedes Gleis nur in einer Fahrtrichtung befahren, sodass das Sensorsystem fest auf eine Fahrtrichtung optimiert und kalibriert werden kann.
- c. Besonders vorteilhaft bei einem aufameratechnik basierenden Inspektionssystem ist eine möglichst homogene und kontrollierte Umgebungsbeleuchtung sowie ein Schutz vor Witterung. Daher ist die Anbringung eines Inspektionssystems in einem Tunnel ideal. Die Wände sind zudem massiv, beispielsweise aus Stahlbeton oder Fels ausgestaltet, und schon durch ihrer Masse stark schwingungsentkoppelt von einem Zug und den Gleisen, sodass das Inspektionssystem weniger von von Schwingungen verursachten systematischen Fehlern betroffen ist. Zudem ist ein Tunnel ein bereits bestehender Schutz vor Witterungseinflüssen. Vorteilhafterweise ist ein Inspektionssystem in einem Abschnitt des Tunnels anzubringen, in dem die Strömungsverhältnisse der Luft, die bei hohen Geschwindigkeiten sehr turbulent und energiereich sein können, möglichst laminar und schonend für das Inspektionssystem sind. Ein Basistunnel beispielsweise führt auf einer Linie durch einen Berg, ohne steile Auffahrtrampen aus dem Talgrund. Da die Strecke nicht an Bergflanken empor führt, fällt ein Basistunnel deutlich länger aus als ein Scheiteltunnel. Sollen lange Tunnel mit hohen Geschwindigkeiten durchquert werden, ist neben dem Energieumschlag auch anderen aerodynamischen Erscheinungen wie etwa den sprunghaften Luftdruckschwankungen bei der Tunneleinfahrt eines Zuges (Tunnelknall) Beachtung zu schenken. Sporn- oder Kopftunnel führen durch einen Felssporn oder -kopf oder den Ausläufer eines Berges. Sie sind zumeist in Flusstälern zu finden. Da Flussläufe normalerweise eine moderate Steigung aufweisen, wurden viele Eisenbahnlinien durch Flusstäler verlegt. Viele Flusstäler weisen jedoch zum Teil große Flussschlingen auf. Dann ist zur Begradigung und Abkürzung der Trasse ein Sporn- oder Kopftunnel nötig. Normalerweise sind Sporn-tunnel kaum länger als 200 m. Sie eignen sich zur Integration eines erfindungsgemäßen Inspektionssystems, weil sie meist langsam durchfahren werden, sodass man auch bei kostengünstiger Hardware-Auslegung (beispielsweise nur beschränkter Bildrate eines Kamerasystems) eine für den Inspektionszweck

ausreichend hohe Datendichte (beispielsweise 1-3 Bilder pro Inspektionsabschnitt) aufnehmen kann.

- 5 d. Des Weiteren sind auch vorhandene Überbauungen wie zum Beispiel Brücken für beispielsweise Züge, Autos oder Passagiere oder Streckenbauten wie Signalanlagen, Funkmasten, Hochspannungsmasten, welche im Besonderen bereits eine gute Erdverbindung die sogenannte Bahnerde und/oder eine Energieversorgung des Inspektionssystems auch auf freier Strecke bieten, kosteneffizient in ein Inspektionssystem integrierbar.

10

Das Trägersystem kann beispielsweise eine Kameramessbrücke umfassen. Die Kameramessbrücke besteht beispielsweise aus drei Befestigungsträgern, an denen zum Beispiel insgesamt 15 Kameras befestigt sind. Vorteilhafterweise ist jede Kamera mit einem Schutzgehäuse und insbesondere zusätzlich mit einer elektrisch leitenden Einhausung  
15 versehen. Die Kameramessbrücke ist insbesondere so angeordnet, dass das Inspektionssystem nicht in das Lichtraumprofil des Fahrzeugs, insbesondere das Lichtraumprofil von Triebzügen nach EBO (Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung), eingreift. Mit dem Lichtraumprofil wird der „lichte Raum“ vorgeschrieben, der auf einem Fahrweg von Gegenständen freizuhalten ist.

#### 20 3.1.4 Datenverarbeitungssystem

Ein erfindungsgemäßes Datenverarbeitungssystem kann zumindest eine der folgenden Komponenten umfassen:

- a. zumindest einen Server ausgelegt zumindest zur Steuerung und/oder zum Datenempfang von Clients des Sensorsystems;
- 25 b. Datenverbindungen vom zumindest einen Server an die Clients des Sensorsystems, wobei die Datenverbindungen bevorzugt zur Übermittlung von Steuersignalen an die Clients des Sensorsystems und/oder zur Übertragung von Daten von den Clients des Sensorsystems an den Server ausgelegt sind und/oder von Energieübertragungsverbindungen für den Server, das Sensorsystem und/oder das  
30 Fahrzeug elektrisch oder galvanisch entkoppelt sind; und/oder
- c. externe drahtlose und/oder drahtgebundene, bevorzugt verschlüsselte, Datenverbindungen zur Vernetzung mit IT-Systemen von anderen Ressourcen eines Verkehrsmittelsystems, insbesondere IT-Systemen von Fahrzeugen, Fahrwegen, Instandhaltungseinrichtungen, Logistiklagern für Ersatzteile für das Fahrzeug, externen

Hardwareressourcen und/oder dem Internet.

#### 3.1.4.1 Software

Das Datenverarbeitungssystem kann eine Software zur Durchführung des  
5 Inspektionsverfahrens bereitstellen. Die Software umfasst insbesondere eine automatisierte  
Bildverarbeitung und ein Webinterface zur Betrachtung der Ergebnisse und Planung von  
Aufnahmen. Bezüglich der Plattformunabhängigkeit sind sämtliche Softwarebestandteile der  
vorteilhafterweise auf Windows- und Linuxsystemen lauffähig, insbesondere wenn ein php-  
fähiger Webserver, Halcon (Bildverarbeitung) und eine SQL-Datenbank installiert sind. Für  
10 die Betrachtung des Webinterface kann beispielsweise der Browser Google Chrome  
verwendet werden.

Zur Automatisierung der Bildverarbeitung kann eine SOFIS-Schnittstelle in das  
Inspektionssystem integriert sein. Vor der Einfahrt eines Zuges in eine Halle werden die  
15 SOFIS-Tags, die sich an der Spitze jedes Zuges befinden, ausgelesen und somit die Ankunft  
eines Zuges erkannt. Die ausgelesenen Informationen enthalten, um welchen Zug es sich  
handelt, die Zugrichtung und die Wagenaufteilung. Somit kann durch das Inspektionssystem  
das inspizierte Fahrzeug identifiziert werden.

20 Beim Erkennen eines zu inspizierenden Zuges startet das Inspektionssystem automatisch  
den Bildverarbeitungsprozess. Dazu zählen die Aufnahme der Bilder, das Ausschneiden  
wichtiger Teile aus diesen Bildern (Extraktion) und/oder das Messen der Extrakte und das  
Speichern von Ergebnissen.

25 Doppeltraktionen, also zusammenhängende Triebzüge, sind ein besonderer Fall. Sie werden  
von der Software direkt nach der Einfahrt erkannt, um die Aufzeichnung in zwei Teile zu  
splitten. Als Ergebnis erhält man bei einer Doppeltraktion genau zwei Inspektionsergebnisse,  
die vorteilhafterweise auch im Webinterface getrennt aufgelistet sind.

#### 3.1.4.2 Server

30

Der Server ist beispielsweise in einem BKU-Serverraum (Büro-Kommunikation  
Unternehmensweit) einer Instandhaltungseinrichtung, insbesondere in einem eigenen  
Schaltschrank installiert sein.

35 Der Server ist beispielsweise zur Durchführung folgender Schritte des Inspektionsverfahrens

ausgelegt:

- Bereitstellen eines, insbesondere durch ein Passwort geschütztes, Webinterface zur Bedienung des Inspektionssystems,
- Konfigurieren der Kameras für eine Inspektion,
- 5 • Steuern von Beleuchtung und/oder Warnleuchten,
- Zurücksetzen von Kameras bei Bedarf, beispielsweise durch einen Spannungsreset,
- Speichern und/oder archivieren von Aufnahmen, insbesondere allen Aufnahmen der Kameras,
- Durchführen von Bildverarbeitungsberechnungen,
- 10 • Erzeugen einer Diagnose, insbesondere eines QSI-Befundberichts,
- Hosten eines Computerprogramms zur Durchführung des Inspektionsverfahrens und/oder
- Archivieren von Diagnosen.

15 Bei einer ersten Inspektion kann das Inspektionssystem ein Soll-Bild („Blaupause“) des Fahrzeugs erstellt werden. Diese Blaupause kann beispielsweise von mehreren menschlichen Gutachtern als in Ordnung bestätigt werden, bevor sie im Inspektionssystem, insbesondere auf dem Server, abgelegt wird. Bei jeder folgenden Inspektion, kann die jeweilige Blaupause mit dem jeweiligen Ist-Bild des Fahrzeugs, beispielsweise nach einem

20 Anforderungskatalog, verglichen und befundet werden. Veränderungen der „Blaupause“ des zu untersuchenden Fahrzeugs sind jederzeit möglich.

Durch den Server können alle Systemänderungen im Inspektionssystem archiviert werden und der/die Ändernde(n) erfasst werden.

25

Der Server kann beispielsweise an ein hausinternes Intranet angeschlossen sein, sodass das Webinterface und Kameraaufzeichnungen über das Intranet direkt abrufbar sind.

Der Server kann, beispielsweise über eine DSL-Leitung, mit dem Internet verbunden sein.

30

Der Server kann zur Fernwartung, beispielsweise per TeamViewer, ausgelegt sein, zum Beispiel für Softwareupdates.

Der Server kann eine redundante Spannungsversorgung umfassen.

35

Der Server kann über eine Anzahl von, beispielsweise sechs, Netzkabeln mit dem

Schaltschrank der Inspektionssystems verbunden sein.

#### 3.1.4.3 Schaltschrank

Das Datenverarbeitungssystem kann einen Schaltschrank umfassen. Der Schaltschrank  
5 kann zur Durchführung folgender Schritte des Inspektionsverfahrens ausgelegt sein:

- Bündeln von zu den Kameras führenden Netzwerkkabeln, insbesondere über eine Anzahl von, beispielsweise sechs Netzwerkwitche, wobei insbesondere jeder Netzwerkwitche über je ein Netzwerkkabel mit dem Server verbunden sein kann,
- Versorgen von Beleuchtung, Warnleuchten, Kameras und/oder Lichtschnittsensorik mit Strom,  
10
- Steuern von Komponenten des Inspektionssystems, insbesondere von Beleuchtung, Warnleuchten, Kameras und/oder Lichtschnittsensorik, beispielsweise durch eine speicherprogrammierbare Steuerung (SPS), insbesondere eine Wago PFC-200 Steuerung,
- Übertragen von Daten an den Server,  
15
- Bereitstellen eines Überspannungsschutzes für Komponenten des Inspektionssystems, insbesondere für Beleuchtung, Warnleuchten, Kameras und/oder Lichtschnittsensorik,
- Bereitstellen einer Schnittstelle zu einem Erdungspotential, insbesondere zu einer Bahnerde  
20

#### 3.1.4.4 Benutzer-Interface

Besonders bevorzugt kann ein Benutzer-Interface im Datenverarbeitungssystem vorgesehen oder als Schnittstelle angelegt sein. Ein solches Benutzer-Interface kann erfindungsgemäß zur Anzeige und/oder Eingabe von Daten und/oder Steuerbefehlen durch einen Benutzer  
25 dienen. Bevorzugt kann es ausgelegt sein zur Datenübertragung von vom Sensorsystem gemessenen Rohdaten, von vorzugsweise kalibrierten und gegebenenfalls rektifizierten Extraktionsdaten aus den Rohdaten und/oder aus den Extraktionsdaten abgeleiteten Inspektionsdaten und/oder Metadaten innerhalb eines Inspektionsintervalls des Sensorsystems bezogen auf das Fahrzeug, besonders bevorzugt zur Datenübertragung in  
30 Echtzeit, und/oder zur zeitversetzten Abrufbarkeit durch einen Benutzer.

Das Benutzer-Interface kann ein Webinterface umfassen. Das Webinterface kann zur Bedienung des Inspektionssystems und/oder zur Sichtung der Inspektionsergebnisse dienen. Der Zugriff, sowie der Aufbau und die Erreichbarkeit der einzelnen Funktionen werden im  
35 Folgenden erläutert. Die wichtigsten Buttons, Menüpunkte und Anzeigeelemente sind

vorteilhafterweise so gestaltet, dass sie auch auf Touchscreens und Mobilgeräten bedienbar sind.

5 Vorteilhafterweise umfasst das Webinterface eine Befundansicht des letzten aufgerufenen Inspektionsergebnisses. Die Befundansicht ist beispielsweise eine tabellarische Auflistung aller Bauteile mit dem Messergebnis und den Ergebnisbildern der Bildverarbeitung.

10 Ein Befundbericht kann bereits kurz nach der Inspektion, beispielsweise spätestens 10 Minuten nach der Inspektion, insbesondere für jede durchgeführte Dachdiagnose, beispielsweise über das Webinterface oder in Papierform, ausgegeben werden, wobei in dem Befundbericht ein technischer Funktionszustand des Fahrzeugs dokumentiert ist. Hierbei kann insbesondere für jeden Wagen eines Triebzugs die Wagennummer mit Bericht erkenntlich sein. Ein Triebzug ist eine mit eigenem Antrieb versehene, im Regelbetrieb nicht trennbare Einheit aus mehreren Fahrzeugen.

15

Auf dem Befundbericht kann ein verletztes Befundkriterium anhand eines Farbbildes und eines Textes für einen Facharbeiter erläutert und/oder sichtbar gemacht werden, so dass dieser die Befundung nachvollziehen und/oder bewerten kann.

20

Stellt das Inspektionssystem an einem Fahrzeug eine vordefinierte Anzahl an Fehlern fest, beispielsweise mehr als 10 Fehler an einem Triebzug, kann das Inspektionsergebnis als ungültig bewertet und der Befundbericht entsprechend markiert, beispielsweise mit „ungültig“ gedruckt, werden. Die Inspektion, insbesondere eine Dachbesichtigung, kann dann wie bisher üblich durch einen Facharbeiter erfolgen.

25

Ein Facharbeiter kann fehlerhafte Stellen des Fahrzeugs, insbesondere über das Webinterface, in unterschiedlichen Größen (Zoomeinstellungen) und aus unterschiedlichen Richtungen bewerten.

30

Die Bedienung des Inspektionssystems, insbesondere über das Webinterface, kann zum Beispiel folgende Schritte umfassen:

- Ein Facharbeiter kann sich bei einem erkannten Fehler an einem Web-fähigen PC die fehlerhafte Stelle anhand eines Bildes in unterschiedlichen Zoom-Stufen im Detail anschauen können und mit der „Blaupause“ vergleichen.
- Der Zugriff kann per Web-Browser, beispielsweise mit „Google Chrome“ erfolgen, insbesondere mit folgendem Ablauf:

35

- Aufruf eines Identifikationsmerkmals des inspizierten Fahrzeugs, beispielsweise einer Triebzugnummer, sowie des Datums der Inspektion, beispielsweise über eine Eingabemaske,
- Ausgabe der fehlerhaften Stellen, beispielsweise auf dem Dach des Fahrzeugs, mit je einem Bild,
- Auswählen eines Detailausschnitts, beispielsweise mittels Maus,
- Vergleich zur „Blaupause“ des Fahrzeugs,
- Blickwinkel auf die fehlerhafte Stelle durch unterschiedliche Kameras intuitiv auswählen (z. B. Pfeil von rechts, links, oben, ...)

5

10

Das Benutzer-Interface kann eine Benutzerverwaltung als Zugangskontrolle umfassen, damit nur berechnigte Personen Eingaben vornehmen können. Es existieren beispielsweise fünf verschiedene Benutzerrollen, die einen unterschiedlichen Funktionsumfang der Software nutzen dürfen. Mit einigen Ausnahmen sind die beispielhaften Rollen in der folgenden

15

Tabelle hierarchisch geordnet:

Bezeichnung	Berechtigungen
Handwerker	Befundberichte lesen, Befundansicht bearbeiten, Befundberichte erstellen
Gruppenadministrator	Befundberichte lesen, Befundansicht lesen, Benutzer mit Benutzerrolle Handwerker verwalten
Instandhaltungsleiter	Befundberichte lesen, Messungen planen
Administrator	Befundberichte lesen, Befundansicht einsehen, Benutzer mit Benutzerrolle Handwerker, Gruppenadministrator, Instandhaltungsleiter verwalten
Entwicklung	Vollzugriff

Die Anzahl der Benutzer kann durch die Benutzerverwaltung jederzeit geändert werden.

20

Ein Instandhaltungsleiter kann beispielsweise durch die Benutzerverwaltung dazu berechnigt sein, auf einem vorhandenen BKU-PC (Büro-Kommunikation Unternehmensweit) per Internet-Anbindung die erforderlichen Fahrzeuge in dem Inspektionssystem zu registrieren.

25

Ein Handwerker oder eine andere durch die Benutzerverwaltung berechnigte Person kann über einen internetfähigen PC, insbesondere einen BKU-PC, Zugriff auf von dem Inspektionssystem ermittelte fehlerhafte Stellen erhalten.

### 3.1.5 Schutzsystem

Ein erfindungsgemäßes Schutzsystem kann zumindest eine der folgenden Komponenten umfassen:

- 5 a. ein Schutzgehäuse für Module und/oder Modulgruppen aus Bestandteilen des Sensorsystems, Trägersystems und/oder Datenverarbeitungssystems, vorzugsweise ausgelegt zum Schutz der Sensoren vor Umgebungseinflüssen wie insbesondere Lichteinstrahlung und/oder Temperatur, Feuchtigkeit, Witterung und/oder Tieren; und/oder
- 10 b. einen Hochspannungsschutz, vorzugsweise ausgestaltet als Einhausung für ein Modul, eine Modulgruppe und/oder ein Schutzgehäuse, mit einer elektrischen Erdungsverbindung zu einem Massepotenzial des Verkehrsweges, wobei der Hochspannungsschutz und die elektrische Erdungsverbindung bezogen auf eine Hochspannungsversorgung des Fahrzeugs von 15 kV einen elektrischen und oder thermischen Leitwert hat, der mindestens der eines Kupferkabels mit 70 mm Durchmesser  
15 entspricht.

Die am gleichen Tag eingereichte internationale Patentanmeldung des gleichen Anmelders mit dem Titel „MODUL UND INSPEKTIONSSYSTEM ZUR INSPEKTION VON FAHRENDEN GEGENSTÄNDEN“ betrifft spezielle Ausgestaltungen eines erfindungsgemäßen Schutzsystems sowie eines erfindungsgemäßen modularen Aufbaus. Die vorgenannte  
20 Anmeldung, insbesondere die Abschnitte 3.1 (Modul), 3.1.1 (HOCHSPANNUNGSSCHUTZ FÜR INSPEKTIONSENSOREN), 3.1.2 (MAßNAHMEN ZUR EFFIZIENTEN INSPEKTION VON HOCHSPANNUNGSFÜHRENDEN BAUTEILEN), 3.1.3 (HOCHSPANNUNGSSCHUTZ DES SENSORS), 3.1.4 (WEITERE AUSGESTALTUNGEN DER MODULE), 3.1.5 (VERSTELLBARKEIT DER SENSOREN ), 3.1.6 (DATENÜBERTRAGUNG UND  
25 STROMVERSORGUNG), 3.1.7 (OPTISCHE VERKABELUNG), 3.1.8 (DATENSPEICHERUNG), 3.1.9 (AKTIVE UND PASSIVE SCHUTZEINRICHTUNGEN), 3.1.10 (SCHUTZ GEGEN TIERE), 3.1.11 (ZELT), 3.1.12 (MEHRTEILIGES INSPEKTIONSTOR), 3.1.13 (ANORDNUNG DER MODULE), 3.1.14 (UNTERBODEN- BLENDENSCHUTZ FÜR INSPEKTIONSENSOREN) und 3.1.15  
30 (RELATIVGESCHWINDIGKEIT), werden hier durch Bezugnahme aufgenommen.

Vorteilhafterweise ist jede elektrisch leitende Einhausung über die Erdungsverbindung verbunden.

Ein weiterer Potentialausgleich findet vorteilhafterweise zwischen dem Schaltschrank und der Potentialausgleichsschiene des Servers statt.

5 Die Bahnerde der 3D-Messbrücke ist vorteilhafterweise ebenfalls direkt an der Potentialausgleichsschiene im Schaltschrank angeschlossen.

Ein Mindestabstand aller Komponenten des Inspektionssystems zu einer unter Spannung stehenden Oberleitung von 150 cm gemäß EN 50119 bzw. RiL 997.0101 (Oberleitungsanlagen; Allgemeine Grundsätze) kann eingehalten werden. Für einzelne  
10 Komponenten kann der Sicherheitsabstand von 150 cm auf  $\geq 15$  cm zur spannungsführenden Oberleitung und allen Hochspannungskomponenten eines Fahrzeugs, insbesondere eines Triebzugs reduziert werden, indem eine elektrisch leitende Abdeckung oder Einhausung der Komponenten vorgesehen ist, die mit einem Erdungskabel mit 70 mm<sup>2</sup> Querschnitt bahn-geerdet ist. Die Anforderungen an die Erdung und Rückstromführung  
15 können gemäß Ril 997.0201 (Rückstromführung, Bahnerdung und Potentialausgleich) ausgeführt sein. Die Abdeckung bzw. Einhausung kann dabei mindestens den gleichen Leitwert wie das Erdungskabel haben. Je nach Ausführung, beispielsweise in Stahl, mit einer entsprechend höheren Querschnittsfläche. Das Lichttraumprofil wird dabei freigehalten. Des Weiteren können alle verlegten Leitungen im Abstand von  $\geq 15$  cm bis 150 cm zur  
20 Oberleitung mit einem Überspannungsableiter ausgerüstet sein.

### 3.2 Verwendung des Inspektionssystems

Besonders vorteilhaft kann ein erfindungsgemäßes Inspektionssystem zur technischen Inspektion eines technischen Funktionszustandes verwendet werden. Dies ist insbesondere vorteilhaft, wenn die technische Inspektion die Betriebsbereitschaft und/oder prognostizierten  
25 Betriebsbereitschaft, eines Fahrzeugs, insbesondere eines elektrisch betriebenen Fahrzeugs, insbesondere eines elektrisch betriebenen Fahrzeugs mit Ankopplung an eine stationäre elektrische Energiequelle betrifft.

### 3.3 Inspektionsverfahren

30 Im Grundgedanken der Erfindung ist neben dem Inspektionssystem auch ein entsprechendes Inspektionsverfahren umfasst. Ein erfindungsgemäßes Inspektionsverfahren dient zum Inspizieren eines technischen Betriebszustandes eines Fahrzeuges in einem Betriebszustand auf einem Fahrtweg. Vorteilhafterweise beruht es ausschließlich auf einer automatisierten Aufnahme von Rohdaten von Inspektionsabschnitten auf dem Fahrzeug,  
35 ohne dass ein menschlicher Inspekteur auf schwierig begehbare Orte unter dem Zeitdruck

eines eng gesteckten Fahrplans für ein Subsystem und zu a priori beliebigen, weil zum Beispiel vom Fahrplan diktierten, Zeiten nötig wäre.

- Die am gleichen Tag eingereichte internationale Patentanmeldung des gleichen Anmelders mit dem Titel „Inspektionsverfahren, Datenverarbeitungssystem und Inspektionssystem zum Inspizieren eines Fahrzeugs im Betriebszustand“ betrifft spezielle Ausgestaltungen eines erfindungsgemäßen Inspektionsverfahrens und Inspektionssystems. Die vorgenannte Anmeldung, insbesondere die Abschnitte
- 3.1 Inspektionsverfahren;
  - 10 3.1.1 Inspektion von fahrenden Schienenfahrzeugen;
  - 3.1.2 Sensoren der Sensoranordnung
  - 3.1.3 Beschlagschutzeinrichtung
  - 3.1.4 Fixe Kamera, mobiler Spiegel
  - 3.1.5 Spiegel im Drehgestell
  - 15 3.1.6 Optische Elemente im Strahlengang
  - 3.1.7 Kameras mit nach unten gerichteter optischer Achse
  - 3.1.8 Kontinuierlich messender Sensor
  - 3.1.9 Alternative Sensoren
  - 3.1.10 Triggern
  - 20 3.1.11 Zwei oder mehr Sensoren
  - 3.1.12 Krankenakte
  - 3.1.13 Weitere Verfahrensschritte
  - 3.1.14 Big Data
  - 3.1.15 Wartungsplan
  - 25 3.1.16 Noninvasive Messtechnik
  - 3.1.17 Invasive Messtechnik
  - 3.1.18 Marker auf dem Fahrzeug
  - 3.1.19 3D-Modell mit Kamera
  - 3.1.20 Clusterung und/oder Kategorisierung
  - 30 3.1.21 Parameter und Verfahren bahnspezifischer Engpässe
  - 3.1.22 Methoden und Verfahren
  - 3.2 Inspektionssystem und Datenverarbeitungssystem
  - 3.2. Relativgeschwindigkeit

3.2.2 Hardwareressourcen

3.2.3 Mehrteiliges Inspektionstor

3.2.4 Sensormodul

3.2.5 Internet der Dinge

5 , werden hier durch Bezugnahme aufgenommen.

Das Inspektionsverfahren umfasst zumindest folgende Schritte:

- 10 c. Detektieren eines Fahrzeugs nach zumindest Fahrzeugende oder -anfang, Detektionszeitpunkt und Geschwindigkeit an einem Detektionsort auf dem Fahrtweg, wobei der Detektionsort einem Messbereich auf dem Fahrtweg in Fahrtrichtung vorgelagert ist;
- d. Übermitteln der prognostizierten Ankunft und vorzugsweise von fahrzeugbezogenen Daten des Fahrzeugs bei einem Inspektionssystem an das Inspektionssystem;
- e. Initialisieren des Inspektionssystems nach Detektion des Fahrzeugs;
- 15 f. Automatisiertes Messen von Rohdaten von Inspektionsabschnitten auf dem Fahrzeug durch das Inspektionssystem, bevorzugt nach einem der Ansprüche 1-9,
- g. Übermittlung der Rohdaten an ein Datenverarbeitungssystem;
- h. Extrahieren der Inspektionsabschnitte aus den Rohdaten in Extraktionsdaten;
- i. Analysieren von Inspektionsdaten aus den Extraktionsdaten gemäß eines  
20 vordefinierten Inspektionzwecks durch einen auf dem Datenverarbeitungssystem ausgeführten Algorithmus; und
- j. verknüpfte Archivierung von Rohdaten, Extraktionsdaten und Inspektionsdaten sowie bevorzugt weiterer den Inspektionsabschnitt betreffende Metadaten in einer Datenbankstruktur auf dem Datenverarbeitungssystem.

25

Das Inspektionsverfahren kann folgende Schritte umfassen:

- a. Kontrolle, Bewertung und/oder Freigabe von Rohdaten, Extraktionsdaten und/oder Inspektionsergebnissen des vollautomatisierten Inspektionsverfahrens nach Anspruch 10 durch einen menschlichen Benutzer, bevorzugt in einem gegen typische  
30 Lebenszeiten und/oder die Zeitspanne bis zur nächsten Nutzung des Fahrzeugs

durch Passagiere kurzen Zeitspanne und/oder durch Datenfernübertragung unabhängig vom Inspektionsort des Inspektionssystems; und

- 5 b. Freigabe des Fahrzeugs als betriebstauglich durch den menschlichen Benutzer oder Veranlassung und/oder Planung weiterer automatisierter oder durch einen menschlichen Benutzer durchgeführten Inspektionsschritte oder Veranlassen einer Notabschaltung des Fahrzeugs wegen wahrscheinlich mangelnder Betriebstauglichkeit.

Das Inspektionsverfahren kann folgende Schritte umfassen:

- 10 a. Bereitstellen eines, insbesondere durch ein Passwort geschütztes, Benutzer-Interface, vorzugsweise Webinterface, zur Bedienung des Inspektionssystems;
- b. Konfigurieren der Kameras für eine Inspektion;
- c. Steuern von Beleuchtung und/oder Warnleuchten;
- d. Zurücksetzen von Kameras bei Bedarf, beispielsweise durch einen Spannungsreset;
- 15 e. Speichern und/oder Archivieren von Aufnahmen, insbesondere allen Aufnahmen der Kameras;
- f. Durchführen von Bildverarbeitungsberechnungen;
- g. Erzeugen einer Diagnose, insbesondere eines QSI-Befundberichts;
- h. Hosten eines Computerprogramms zur Durchführung des Inspektionsverfahrens  
20 und/oder
- i. Archivieren von Diagnosen.

### 3.4 System zur Verkehrsmittelsteuerung

Ein erfindungsgemäßes System zur Verkehrsmittelsteuerung umfasst ein Hardwaresystem umfassend eine Anzahl von kommunikativ vernetzten, erfindungsgemäßen  
25 Inspektionssystemen.

### 3.5 Verfahren zur Verkehrsmittelsteuerung

Ein erfindungsgemäßes Verfahren zur Verkehrsmittelsteuerung umfasst die Anwendung eines erfindungsgemäßen Systems zur Verkehrsmittelsteuerung und/oder eines erfindungsgemäßen Inspektionsverfahrens.

- 5 Die am gleichen Tag eingereichte internationale Patentanmeldung des gleichen Anmelders mit dem Titel „Verfahren zur Steuerung eines Verkehrsmittelsystems, Datenverarbeitungssystem“ betrifft spezielle Ausgestaltungen eines erfindungsgemäßen Datenverarbeitungssystems sowie eines erfindungsgemäßen Systems und Verfahrens zur Verkehrsmittelsteuerung. Die vorgenannte Anmeldung, insbesondere die Abschnitte
- 10 3 Verfahren zur Verkehrsmittelsystemsteuerung
- 3.1 Data-Mining
- 3.2 Gewichtung
- 3.3 Optimierung
- 3.4 Prognose
- 15 3.5 Kommunikationsschnittstellen
- 3.6 Algorithmen
- 3.7 Eisenbahnsystem
- 3.8 Inspektionsprozesse
- 3.9 Krankenakte
- 20 3.10 Inspektion im Betriebszustand
- 4 Datenverarbeitungssystem
- , werden hier durch Bezugnahme aufgenommen.

#### 4 Figurenbeschreibung

- 25 Weitere Vorteile, Ziele und Eigenschaften vorliegender Erfindung werden anhand nachfolgender Beschreibung und anliegender Zeichnungen erläutert, in welchen ein beispielhaftes erfindungsgemäßes Inspektionsverfahren und ein beispielhaftes erfindungsgemäßes Inspektionssystem dargestellt sind. Bauteile des Inspektionssystems, welche in den Figuren wenigstens im Wesentlichen hinsichtlich ihrer Funktion
- 30 übereinstimmen, können hierbei mit gleichen Bezugsziffern gekennzeichnet sein, wobei diese Bauteile nicht in allen Figuren beziffert und erläutert sein müssen.

**Es zeigen:**

Fig. 1 eine schematische Querschnittsansicht eines Inspektionssystems gemäß einer Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 2 eine Aufsicht auf das Inspektionssystem aus Fig. 1; und

5

Fig. 3 ein schematisches Diagramm einer Ausführungsform eines Inspektionsverfahrens gemäß der Erfindung;

Fig. 4 bis 9: eine vierte bis neunte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Inspektionssystems in vereinfachter Darstellung; und

10

Fig. 10 eine schematische Struktur eines Inspektionssystems gemäß einer Ausführungsform der Erfindung, wobei das Inspektionssystem ein erfindungsgemäßes Datenverarbeitungssystem aufweist;

15

**Figur 1** zeigt eine schematische Querschnittsansicht eines Inspektionssystems gemäß einer Ausführungsform der Erfindung.

20 Das Inspektionssystem 1 weist eine Sensoranordnung auf, um Rohdaten von einem Fahrzeug 2 zu erheben, und stellt einen Durchgang für das Fahrzeug 2 bereit. Das Fahrzeug 2 ist in diesem Ausführungsbeispiel ein Zug. Genauer gesagt ist das Inspektionssystem 1 als mehrteiliges Inspektionstor ausgeführt, das mehrere Träger 3a, 3b, 3c aufweist, an denen Sensoren 4a, 4b, 4c, 4d der Sensoranordnung angebracht sind. Das Inspektionssystem ist in

25 einem Tunnel 5 bereitgestellt. Die Sensoranordnung umfasst unter anderem einen Rauchsensor 4a, eine erste Kamera 4b zur lateralen Inspektion des Zuges, eine zweite Kamera 4c zur Inspektion des Zuges von oben, eine dritte Kamera 4d zur Unterbodeninspektion und einen Vibrationssensor 4e. Die dritte Kamera 4d und der Vibrationssensor 4e sind im Bett von Gleisen 6 bereitgestellt. Weitere Sensoren 4f, 4g sind

30 vorhanden und können bei Bedarf zur Inspektion des Zuges 2 eingesetzt werden. Die Sensoren 4f, 4g sind orthogonal voneinander beabstandet angeordnet. Allerdings wird zur Vereinfachung der Beschreibung darauf verzichtet, im Detail auf die Sensoren 4f, 4g einzugehen. Diese Sensoren 4f, 4g sind ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus optischer Sensor, wie eine Kamera, olfaktorischer Sensor, chemischer Sensor,

35 Vibrationssensor, elektromagnetischer Sensor, Wärmebildsensor und akustischer Sensor. Somit sind mehrere Sensoren 4a, 4b, 4c, 4d, 4f, 4g in der Sensoranordnung bereitgestellt, die sich hinsichtlich von ihnen verwendeter Messtechniken zur Erhebung von Rohdaten

unterscheiden und mehrere Sensoren 4a, 4b, 4c, 4d, 4f, 4g sind optische Sensoren. Das Inspektionssystem 1 umfasst Software- und Hardwareressourcen, die dafür ausgelegt sind, den Zug 2 bei einer Relativgeschwindigkeit zwischen Inspektionssystem 1 und Zug 2 von etwa 5 km/h zu inspizieren.

5

Der Rauchsensor 4a ist ein kontinuierlich messender Sensor und inspiziert den fahrenden Zug 2 kontinuierlich hinsichtlich einer Rauchentwicklung. Die erste Kamera 4b wird durch ein Triggersignal von einer Lichtschranke (nicht gezeigt) getriggert und erzeugt auf das Triggersignal hin eine einzelne Bildaufnahme. Die erste Kamera 4b ist also ein diskret messender Sensor. Der Vibrationssensor 4e wird ebenfalls getriggert, durch dasselbe Triggersignal wie die erste Kamera 4b, und misst synchron mit der ersten Kamera 4b eine Vibration des fahrenden Zuges 2 am Gleisbett. Durch das synchrone Aufnehmen verschiedener Rohdaten werden zwei unterschiedliche Messgrößen bestimmt, ein Kamerabild und ein Vibrationswert. Auf die erfassten Rohdaten werden zur Auswertung ein oder mehrere Algorithmen angewendet, um den Inspektionsabschnitt des Zuges 2 zu diagnostizieren. Die beiden Messgrößen werden in dieser Ausführungsform korreliert, sodass für die Auswertung ein synergetischer Effekt zwischen den beiden Sensoren 4b, 4e mit verschiedener Messtechnik eintritt. Für den Rauchsensor 4a ist vorgesehen, dass kein Triggern stattfindet, sondern der Rauchsensor 4a wiederholt und ununterbrochen Rohdaten erfasst. Dies ist insbesondere für Sensoren mit geringem Datenaufkommen oder Inspektionssysteme 1 mit hoher Datenspeichergeschwindigkeit möglich.

10

15

20

25

30

35

Das Inspektionssystem umfasst eine Beleuchtungsanordnung 7a, 7b. Die Beleuchtungsanordnung beleuchtet einen Unterboden 8 des Fahrzeugs, der mittels der dritten Kamera 4d inspiziert wird, mit einer ersten LED 7a und den Dachgarten des Fahrzeugs, der mittels der ersten Kamera 4b inspiziert wird, mit einer zweiten LED 7b. Das Inspektionsobjekt oder der Inspektionsabschnitt, auf den die erste Kamera 4b angewandt wird, ist in diesem Fall ein Stromabnehmergestänge 9 des Zuges 2. Gegenüber der ersten Kamera 4b ist in nicht gezeigten Ausführungsformen als definierter Hintergrund auf einer Wand des Tunnels 5 ein Gitter dargestellt. Dies erleichtert die Bildanalyse. Die erste Kamera 4a erfasst lateral ein Bild vom Dachgarten des Zuges 2, während sich der Zug 2 zwischen der ersten Kamera 4b und dem definierten Hintergrund befindet, sodass sich der Inspektionsabschnitt, also beispielsweise das Stromabnehmergestänge 9, bei Anwendung eines Algorithmus zur Bildauswertung deutlich von dem Hintergrund abhebt.

35

Die dritte Kamera 4d, die als Unterbodensensor dient, ist mit einer Blende (nicht gezeigt) als aktive Schutzeinrichtung versehen, um die dritte Kamera 4d vor herabfallendem Schmutz zu

schützen. So werden auch die Rohdaten geschützt, die durch die Kamera 4d aufgenommen werden, da es unwahrscheinlicher ist, dass sie durch Verschmutzung des Sensors verfälscht werden. Die Blende wird geöffnet, sobald ein Zug 2 das Inspektionssystem 1 durchfährt und danach wieder geschlossen. In der dargestellten Ausführungsform weist eine

5 Anwendungsrichtung der dritten Kamera 4d direkt nach oben in Richtung Zug 2. In nicht gezeigten Ausführungsformen kann aber, als Schutz gegen Verschmutzung, die Kamera 4d bezüglich der Anwendungsrichtung vom Zug 2 wegweisen oder seitlich bezogen auf den Zug 2 weisen, damit weniger Schmutz auf die dritte Kamera 4d fällt. Dann sind optische Umlenkungselemente bereitgestellt, um einen optischen Weg zwischen Sensor und Zug für

10 die Unterbodeninspektion bereitzustellen.

Die dritte Kamera 4d ist dafür eingerichtet, wiederholt angewendet zu werden, um den Unterboden 8 zu inspizieren. Da die dritte Kamera 4d ein diskret messender Sensor ist, erzeugt die dritte Kamera 4d sequentiell mehrere Einzelbilder vom Unterboden 8 des

15 fahrenden Zuges 2. In Ausführungsformen ist eine Aufnahmefrequenz der dritten Kamera 4d hoch genug eingestellt, dass ein 3D-Modell des Unterbodens 8 durch gemeinsame Auswertung der aufgenommenen Einzelbilder erzeugt werden kann. So kann der Unterboden 8 zum Beispiel auf Risse untersucht werden.

20 Die erste Kamera 4b ist durch einen Robotikarm 10 als Bewegungseinrichtung dafür eingerichtet, rotatorisch und translatorisch relativ zu dem Inspektionssystem 1 bewegt zu werden. So kann ein Abstand zwischen Zug 2 und erster Kamera 4b im Hinblick auf den zu inspizierenden Fahrzeugtyp angepasst werden. Vorzugsweise beträgt der Abstand zwischen erster Kamera 4b und Zug 2 während des Anwesens der ersten Kamera 4b auf den

25 Inspektionsabschnitt etwa 60 cm oder weniger, selbst bei der Inspektion von Hochspannung zugeordneten Bauteilen, wie dem Stromabnehmergestänge 9. Daher weist die erste Kamera 4b einen Hochspannungsschutz an ihrem Gehäuse auf, um den Sensor vor Spannungsüberschlägen zu schützen.

30 Im vorliegenden Ausführungsbeispiel sind alle Sensoren 4a, 4b, 4c, 4d, 4e, 4f, 4g nicht-invasive Sensoren. Es muss mit den Sensoren 4a, 4b, 4c, 4d, 4e, 4f, 4g also nicht in den Zug 2 eingegriffen werden, um die Rohdaten zu erheben. So können komplizierte und zeitaufwändige Genehmigungsverfahren vermieden werden. Allerdings können in nicht gezeigten Ausführungsformen auch Sensoren 4a, 4b, 4c, 4d, 4e, 4f, 4g mit invasiver

35 Messtechnik oder Sensoren 4a, 4b, 4c, 4d, 4e, 4f, 4g innerhalb des Fahrzeugs 2 angewendet werden, wenn dies notwendig oder sinnvoll erscheint.

**Figur 2** zeigt eine Aufsicht auf das Inspektionssystem 1 aus Fig. 1. Insbesondere ist gezeigt, dass die Sensoranordnung eine Master-Inspektionseinheit 11 und eine Slave-Inspektionseinheit 12 umfasst. Die Master-Inspektionseinheit 11 ist der Slave-Inspektionseinheit 12 bezogen auf die Bewegungsrichtung des Zuges vorgelagert. Die Master-Inspektionseinheit 11 befindet sich auf derselben Höhe wie die Slave-Inspektionseinheit 12. Der Zug passiert also zunächst die Master-Inspektionseinheit 11. Die Master-Inspektionseinheit 11 führt eine Grobinspektion durch. Im vorliegenden Fall wird der Zug 2 mit einem lateralen Kamerasensor in der Master-Inspektionseinheit 11 auf Unversehrtheit eines Klimaanlagegitters des Zuges 2 inspiziert. Stellt die Master-Inspektionseinheit 11 Abweichungen, z.B. in der Form des Klimaanlagegitters, fest, so triggert sie die Slave-Inspektionseinheit 12 über eine Triggerleitung 13. Der Master-Inspektionseinheit 11 und der Slave-Inspektionseinheit 13 können allerdings in nicht gezeigten Ausführungsformen weitere Elemente zwischengeschaltet sein, um das Triggersignal zu erzeugen oder zu übertragen. Die Slave-Inspektionseinheit 12 kann dann eine Feininspektion am auffälligen Klimaanlagegitter vornehmen und beispielsweise mit Hilfe einer Kamera Klimalamellen zählen oder fehlende Schrauben ermitteln. So kann die zu verarbeitende Datenmenge reduziert werden, da eine datenintensive Feininspektion nur erfolgt, falls die weniger aufwändige Grobinspektion Auffälligkeiten gezeigt hat.

**Figur 3** zeigt ein schematisches Diagramm einer Ausführungsform eines Inspektionsverfahrens gemäß der Erfindung. Das in Figur 1 gezeigte Inspektionssystem 1 ist dafür eingerichtet, dieses Inspektionsverfahren auszuführen. In einem ersten Schritt S31 wird die Sensoranordnung auf den Inspektionsabschnitt des Fahrzeugs 2 angewendet, um das Fahrzeug 2 zu inspizieren. Dies ist bereits vorbekannt. Die Sensoranordnung wird jedoch erfindungsgemäß auf den Inspektionsabschnitt zum Inspizieren eines technischen Funktionszustands des Fahrzeugs angewendet S32, wie oben beschrieben. Somit wird eine technische Funktion des Fahrzeugs 2 im Betriebszustand, also in Bewegung, inspiziert. Besonders bei Schienenfahrzeugen können solche Inspektionen der technischen Funktion im Betriebszustand eine große Kostenersparnis mit sich bringen und Menschen vor Gesundheitsgefahren bei der Inspektion schützen. In Ausführungsformen weist das Inspektionsverfahren weitere Schritte auf. Diese ergeben sich durch Aufnahme von Verfahrensschritten aus der allgemeinen Beschreibung dieser Anmeldung, aus der detaillierten Beschreibung und insbesondere aus den Patentansprüchen.

Sämtliche in den Anmeldungsunterlagen offenbarten Merkmale werden als erfindungswesentlich beansprucht, sofern sie einzeln oder in Kombination gegenüber dem

Stand der Technik neu sind. Insbesondere können Verfahrensschritte in den angegebenen Reihenfolgen oder auch in veränderter Reihenfolge erfindungswesentlich sein.

Fig. 4, 5, 6, 7, 8, 9 zeigen der Reihe nach alternative Formen der Modulträger 8. In der Reihenfolge der Figuren werden Modulträger 8 mit den folgenden Formen gezeigt: n-Träger (Fig.4),  $\Gamma$ -Träger (Fig.5), L-Träger (Fig.6), U-Träger (Fig.7), I-Träger (Fig.8) und ein Horizontal-Träger (Fig.9). Auch jede andere beliebige Trägerform wie ein C-Träger oder ein M-Träger (zur Inspektion auf zwei Gleisen) oder abgerundete Träger sind vorstellbar. In den Fig. 4, 5, 6, 7, 8, 9 sind alle andere Elemente des Inspektionssystems 7 der Einfachheit halber nicht dargestellt worden.

**Figur 10** zeigt eine schematische Struktur eines Inspektionssystems 1 gemäß einer Ausführungsform der Erfindung. Das Inspektionssystem 1 stellt einen Durchgang für ein Fahrzeug (nicht gezeigt) bereit. Der Durchgang und der genaue strukturelle Aufbau des Inspektionssystems 1 im Verhältnis zu dem Fahrzeug ist in dieser schematischen Ansicht aus Gründen der Vereinfachung nicht gezeigt. In dieser Ausführungsform ist das Inspektionssystem 1 zur Inspektion eines fahrenden Zuges eingerichtet, während er den Durchgang passiert. In diesem Fall ist der Zug ein elektrisch betriebener Zug, der mit Leistung von einer Hochspannungsleitung versorgt wird. Die Hochspannungsleitung verläuft durch den Durchgang.

Das Inspektionssystem 1 weist eine Sensoranordnung auf. Sensoren 2a-g sind in einem ersten Sensormodul 3 und einem zweiten Sensormodul 4 zusammengefasst angeordnet. Das Inspektionssystem 1 enthält einen Server 5, der das Datenverarbeitungssystem bildet. Der Server 5 umfasst eine Datenbank, um von den Sensoren 2a-g des Inspektionssystems 1 erfasste Rohdaten, extrahierte Daten und Metadaten zu speichern, im vorliegenden Ausführungsbeispiel in einer Ordnerstruktur. Der Server 5 ist dafür eingerichtet, einen Algorithmus auf die gespeicherten Daten anzuwenden, um eine Diagnose, die das Fahrzeug betrifft, zu erstellen. Das Inspektionssystem 1 umfasst ferner eine speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) 6 zum Steuern des Inspektionssystems 1. Das SPS 6 kann einen PFC (programmierbarer Feldbuscontroller) aufweisen.

Weiter umfasst das Inspektionssystem 1 ein Beleuchtungssystem 7 zum Beleuchten eines Inspektionsabschnitts des Fahrzeuges. Das Beleuchtungssystem 7 ist mit der SPS 6 zu Steuerzwecken verbunden. Weiterhin weist das Inspektionssystem 1 eine Lichtschranke 8 auf. Die Lichtschranke 8 ist ebenfalls mit der SPS 6 zu Steuerzwecken verbunden. Die Sensoranordnung wird angewandt, um den Inspektionsabschnitt 1 zu inspizieren. Dabei ist

erfindungsgemäß vorgesehen, dass ein technischer Funktionszustand des Fahrzeugs im Betriebszustand, also während der Zug fährt, inspiziert wird.

Das erste Sensormodul 3 enthält drei optische Sensoren 2a-c, nämlich Flächenbildkameras. Die Kameras 2a-c sind zum Aufnehmen von Schwarzweiß-Aufnahmen eingerichtet. Die drei Kameras 2a-c des ersten Sensormoduls 3 sind jeweils dafür eingerichtet, Bilder mit einer Datenmenge von etwa 4,5 MByte pro Bild aufzuzeichnen. Die Bildrate liegt bei etwa 5 Bildern pro Sekunde. Bei einer Relativgeschwindigkeit zwischen Fahrzeug und Kamera 2a-c von 5 km/h, wie vorgesehen, ergibt sich so eine Bildrate von etwa 5 Bildern pro vorbeifahrendem Inspektionsobjekt. Eine erste Kamera 2a ist über eine erste Triggerleitung 9 mit der SPS 6 verbunden. So kann die erste Kamera 2a durch die SPS 6 getriggert werden. Die erste Triggerleitung 9 ist über eine erste Erdungsverbindung 10 elektrisch geerdet. Die erste Triggerleitung 9 ist als optisches Kabel, genauer Glasfaserkabel, ausgeführt und mit der ersten Kamera 2a über einen Optokoppler 11 zur Übertragung eines Triggersignals verbunden. Das erste Sensormodul 3 enthält ferner einen ersten Switch 12. Der erste Switch 12 hat eine modulinterne Verbindung, über die der erste Switch 12 Daten von den optischen Sensoren 2a-g empfangen kann, und eine modulexterne Verbindung, über die der erste Switch 12 Daten an den Server 5 übertragen kann. Die drei Kameras 2a-c sind jeweils über eine erste kombinierte Ethernet-Daten-Strom-Leitung 13 mit dem ersten Switch 12 an dessen modulinterner Verbindung verbunden. Der erste Switch 12 empfängt über die modulinterne Verbindung nicht nur die Daten der drei Kameras 2a-c, sondern versorgt über die modulinterne Verbindung jede der drei Kameras 2a-c, in diesem Fall mit jeweils 48 Volt Spannung und maximal 20 Watt Leistung. Der Datenfluss von jeder Kamera 2a-c zum ersten Switch 12 beträgt maximal 40 MByte/s, wobei in der Regel nur Ist-Werte von etwa 22,5 MByte/s erreicht werden (bei 5 Bildern pro Sekunde). Der erste Switch 12 sendet an den Server 5 entsprechend Daten mit bis zu etwa 125 MByte/s (1 GBit/s) über eine erste Switch-Server-Verbindung 14. Diese Daten enthalten zusätzlich zu den Bilddaten der drei Kameras 2a-c noch einen gewissen Verwaltungsoverhead. Der erste Switch 12 ist über eine zweite Erdungsverbindung 15 geerdet. Die zweite Erdungsverbindung 15 unterscheidet sich von der ersten Erdungsverbindung 10. Da die erste Triggerleitung 9 ein optisches Kabel ist, besteht also keine elektrische Kopplung zwischen erstem Kameramodul 3 und der ersten Triggerleitung 9. Die erste Triggerleitung 9 und das erste Sensormodul 3 sind, anders ausgedrückt, galvanisch getrennt. So werden Störeinflüsse auf das erste Sensormodul 3 verringert, was die Aufnahmequalität der drei Kameras 2a-c positiv beeinflussen kann.

35

Das zweite Sensormodul 4 enthält vier optische Sensoren 2d-g, die vorzugsweise während einer Anwendung auf das Fahrzeug einen Abstand von etwa 60 cm zu dem Fahrzeug

aufweisen. Zwei der optischen Sensoren 2d, 2e sind Linienscanner mit integrierter Kamera, die zwei anderen optischen Sensoren 2f, 2g sind Kameras ohne Linienscanner. Den Kameras in jedem der optischen Sensoren 2d-g des zweiten Sensormoduls 4 sind Farbfilter vorgeordnet. Jede Kamera 2d-g des zweiten Sensormoduls hat einen Zwischenspeicher für genau ein Bild. Das zweite Sensormodul 4 ist dafür eingerichtet, Laserlinienmessungen, insbesondere für ein Lichtschnittverfahren, durchzuführen. Die von den Kameras 2d-g des zweiten Sensormoduls 4 aufgezeichneten Rohdaten werden intern in den Kameras 2d-g des zweiten Sensormoduls 4 selbst weiterverarbeitet. Zunächst wird im zweiten Sensormodul 4 ein Rohhöhenbild und/oder Rohintensitätsbild erzeugt. Danach wird in den Kameras 2d-g des zweiten Sensormoduls 4 ein Kalibrieren und Rektifizieren des erfassten Laserbilds durchgeführt. Das zweite Sensormodul 4 enthält einen zweiten Switch 16. Die vier optischen Sensoren 2d-g des zweiten Sensormoduls 4 sind mit dem zweiten Switch 16 jeweils über eine zweite kombinierte Ethernet-Daten-Strom-Leitung 17 verbunden. Da die Datenrate zum zweiten Switch 16 durch die interne Datenverarbeitung in den Kameras 2d-g des zweiten Sensormoduls 4 reduziert ist, auf etwa 80 MBit/Bild bzw. ein 6-Kanalbild zu je 12 Mbit pro Kanal, ist es unproblematisch in diesem zweiten Sensormodul 4 sogar vier Kameras 2d-2g über eine kombinierte Ethernet-Daten-Strom-Leitung 17 mit dem zweiten Switch 16 zu verbinden. Pro Kamera 2d-2g werden weniger als 40 MByte/s an Bilddaten an den zweiten Switch 16 gesendet. Der zweite Switch 16 ist über eine zweite Switch-Server-Verbindung 18 mit dem Server 5 verbunden und dazu eingerichtet, etwa 125MByte/s (1 GBit/s) maximal an den Server 5 zu senden. Der zweite Switch 16 sendet die erfassten Rohdaten und die kalibrierten und rektifizierten Bilder an den Server 5. Eine weitere Auswertung erfolgt auf Seiten des Servers 5 dann auf Grundlage der kalibrierten und rektifizierten Bilder. Einer der optischen Sensoren 2d-g des zweiten Sensormoduls 4 ist mit einer zweiten Triggerleitung 19 mit der SPS 6 verbunden. So kann die SPS 6 das zweite Sensormodul 4 triggern.

Das Beleuchtungssystem 7 ist über eine dritte Triggerleitung 20 mit der SPS 6 verbunden. So kann die SPS 6 das Beleuchtungssystem 7 triggern. Die SPS 6 ist mit dem Server 5 bidirektional über eine SPS-Server-Verbindung 21 verbunden. Das Beleuchtungssystem 7 ist mit der ersten Erdungsverbindung 10 verbunden, wie auch der erste Switch 12. Am Beleuchtungssystem ist ein Relais 22 angeschlossen.

In dieser Ausführungsform des Inspektionssystems ist im Betriebszustand das erste Sensormodul 3 gegenüber dem zweiten Sensormodul 4 entlang der Bewegungsrichtung des Fahrzeugs beabstandet. Das erste Sensormodul 3 und das zweite Sensormodul 4 liegen auf derselben Höhe.

Anzumerken ist, dass aus Gründen der Vereinfachung nur zwei Sensormodule 3, 4 dargestellt sind. Es sind in nicht gezeigten Ausführungsformen aber weitere Sensormodule vorhanden, die vom Aufbau und den enthaltenen Elementen her vorzugsweise identisch sind mit dem hier dargestellten ersten Sensormodul 3. Bevorzugt ist, dass sieben Sensormodule  
5 vorhanden sind. Entsprechend hat der Server 5 in solchen Ausführungsformen der Erfindung vorzugsweise acht GBit-Netzwerkeingänge zur Anbindung an die Sensoranordnung; sieben für die Sensormodule und eine für die SPS 6, zum Bereitstellen beispielsweise von Updates. Vorzugsweise sind sechs Sensormodule vorhanden, die jeweils dem ersten Sensormodul 3 gleichen. In nicht gezeigten Ausführungsformen sind aber auch eine Vielzahl  
10 unterschiedlicher Sensormodule vorhanden, die Sensoren unterschiedlicher Messtechniken enthalten und sowohl invasive wie auch noninvasive Messungen am Fahrzeug ermöglichen. Ein bevorzugter Server 5 kann 15 - 25 Kameras verwalten, vorzugsweise 20 Kameras, die wie gezeigt in Gruppen in mehreren Sensormodulen angeordnet sind.

15 Im Betrieb des Inspektionssystems 1 werden, grob gesagt, die Triggersignale durch die SPS 6 über die erste Triggerleitung 9, die zweite Triggerleitung 19 und die dritte Triggerleitung 20 gesendet, sobald die Lichtschranke 8 durch einen das Inspektionssystem 1 durchfahrenden Zug ausgelöst wird und die SPS 6 durch die Lichtschranke 8 aufgeweckt wurde. Dadurch wird das Beleuchtungssystem 7 aktiviert und das erste Sensormodul 3 und das zweite  
20 Sensormodul 4 der Sensoranordnung beginnen mit der Aufzeichnung von Rohdaten. Das erste Sensormodul 3 überträgt die Rohdaten zur Weiterverarbeitung unverändert an den Server 5. Die Kameras 2d-g im zweiten Sensormodul 4 vorverarbeiten die Rohdaten und senden extrahierte Daten über den zweiten Switch 16 an den Server 5. Dort erfolgt eine Weiterverarbeitung einiger oder aller von den Sensoren 2a-g aufgenommenen und vom  
25 Server 5 empfangenen Daten.

Die in dem Inspektionssystem 1 und insbesondere dem Datenverarbeitungssystem bereitgestellten Softwareressourcen und Hardwareressourcen erlauben somit nachvollziehbar das Anwenden der Sensoranordnung auf den Inspektionsabschnitt des  
30 Fahrzeugs mit einer vorbestimmten Relativgeschwindigkeit der Relativbewegung, wobei die Relativgeschwindigkeit vorzugsweise zwischen 2 km/h bis zu 400 km/h liegt, nämlich wie erwähnt bei etwa 5 km/h. Die Software- und Hardwareressourcen sind also für ein Anwenden der Sensoranordnung auf den Inspektionsabschnitt des Fahrzeugs bei einer vorbestimmten Relativgeschwindigkeit der Relativbewegung mit einer für die  
35 Inspektionszwecke und zur Validierung der Messergebnisse hinreichenden Datenredundanz ausgelegt.

Im vorliegenden Ausführungsbeispiel ist der Server 5 dafür eingerichtet, eine Krankenakte über Züge zu führen und Diagnosen über Inspektionsobjekte, wie beispielsweise Klimaanlagegitter, an den Zügen zu stellen. Unter Verwendung von Inspektionsergebnissen 1 wird Big Data erzeugt. Der Server 5 kann in Ausführungsformen ein internes Teilsystem des Datenverarbeitungssystems bilden, während ein externes Teilsystem, wie z.B. eine Cloudcomputingfarm, ausgelagert ist. So können einige Teile der Messdaten intern verarbeitet werden, während nur andere Teile der Messdaten extern verarbeitet werden. Es ist somit bei dem Inspektionsverfahren nicht notwendig, die Kontrolle über die Daten komplett aufzugeben. Ferner ist der Server 5 dafür eingerichtet, ein dreidimensionales Modell des Inspektionsabschnitts 1 aus Flächenbilddaten des ersten Sensormoduls 3 zu erzeugen. Aus mehreren zweidimensionalen Aufnahmen vom fahrenden Zug, die durch eine der drei Kameras 2a-c des ersten Sensormoduls 3 zeitlich sequentiell aufgenommen wurden, wird durch einen Algorithmus auf dem Server 5 das dreidimensionale Modell abgeleitet. Beispielsweise können eine der drei Kameras 2a-c des ersten Sensormoduls 3 fünf Aufnahmen bei Durchfahrt des Zuges erstellt werden. Mit nur einer einzelnen 2D-Kamera bzw. Flächenbildkamera kann somit ein 3D-Modell erzeugt werden, weil sich der Zug gegenüber der Kamera bewegt.

## 5 Bezugszeichenliste

20	1	Inspektionssystem
	2	Fahrzeug
	3a, b, c	Träger
	4a, b, c, d, e, f, g	Sensor
25	5	Tunnel
	6	Gleise
	7a, b	LED
	8	Unterboden
	9	Stromabnehmergestänge
30	10	Robotikarm
	11	Master-Inspektionseinheit
	12	Slave-Inspektionseinheit
	13	Triggerleitung
35	1	Inspektionssystem
	2a-g	Sensor

	3	erstes Sensormodul
	4	zweites Sensormodul
	5	Server
	6	Speicherprogrammierbare Steuerung
5	7	Beleuchtungssystem
	8	Lichtschranke
	9	erste Triggerleitung
	10	erste Erdungsverbindung
	11	Optokoppler
10	12	erster Switch
	13	erste kombinierte Ethernet-Daten-Strom-Leitung
	14	erste Switch-Server-Verbindung
	15	zweite Erdungsverbindung
	16	zweiter Switch
15	17	zweite kombinierte Ethernet-Daten-Strom-Leitung
	18	zweite Switch-Server-Verbindung
	19	zweite Triggerleitung
	20	dritte Triggerleitung
	21	SPS-Server-Verbindung
20	22	Relais

---

**INSPEKTIONSSYSTEM, INSPEKTIONSVERFAHREN SOWIE SYSTEM UND VERFAHREN ZUR  
VERKEHRSMITTELSTEUERUNG**

---

5

**PATENTANSPRÜCHE**

1. Inspektionssystem zur Inspektion eines technischen Funktionszustandes von Inspektionsabschnitten eines Fahrzeuges mit
- 10 a. einem Sensorsystem zur Aufnahme von IST-Rohdaten von zu inspizierenden Inspektionsabschnitten des Fahrzeuges;
- b. einem Trägersystem für das Sensorsystem zur Ausrichtung des Sensorsystems auf das bewegte Fahrzeug;
- c. einem Datenverarbeitungssystem zur Ansteuerung und vorzugsweise Regelung des
- 15 Sensorsystems;
- d. einem Schutzsystem für das Inspektionssystem, das Fahrzeug und/oder Benutzer des Inspektionssystems oder Fahrzeuges;
- d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a s s
- e. das Sensorsystem zumindest ein Kamerasystem zur Aufnahme von Flächenbildern
- 20 umfasst; und
- f. das Inspektionssystem zur Inspektion des Fahrzeuges in einem Betriebszustand, bevorzugt ohne Eingriff in den Betriebszustand, insbesondere in einem Fahrtbetrieb des Fahrzeuges, ausgelegt ist; und
- g. das Sensorsystem, das Datenverarbeitungssystem und das Schutzsystem zur
- 25 automatisierten Inspektion des technischen Funktionszustandes wirkverbunden sind.
2. Inspektionssystem nach einem der vorangegangenen Ansprüche,
- d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a s s
- das Sensorsystem zumindest eine der folgenden Komponenten umfasst:
- a. ein Kamerasystem zur Aufnahme von Flächenbildern und Inspektionsabschnitten,
- 30 umfassend kontinuierlich und/oder getriggert aufnehmende Kameras;
- b. ein Vibrationsmessungssystem zur Messung von Vibrationen, Schwingungen und/oder Geräuschen von Inspektionsabschnitten des Fahrzeugs und/oder eines Fahrwegs für das Fahrzeug;
- c. ein Akustikmesssystem, bevorzugt umfassend auf Inspektionsabschnitte ausrichtbare
- 35 Richtmikrofone;
- d. einen chemischen Detektor zum Nachweis von aus dem Fahrzeug oder einem

Inspektionsabschnitt des Fahrzeuges austretenden chemischen Substanzen; und/oder  
e. einem System zur Detektion von elektromagnetischer Abstrahlung von einem  
Inspektionsabschnitt des Fahrzeugs.

3. Inspektionssystem nach einem der vorangegangenen Ansprüche,

5 dadurch gekennzeichnet, dass

das Kamerasystem ein Beleuchtungssystem zur definierten Ausleuchtung von  
Inspektionsabschnitten mit einem Beleuchtungslicht umfasst,

a. wobei bevorzugt das Kamerasystem und das Beleuchtungssystem auf, insbesondere  
10 Licht reflektierende, Inspektionsabschnitte ausgerichtet und zur Durchführung von  
deflektometrischen Messungen ausgelegt sind, wobei mehr bevorzugt das Kamerasystem  
und das Beleuchtungssystem zur Durchführung von Fotometrie, Radiometrie,  
Fotogrammetrie, Laserscanning oder Laserentfernungsmessung ausgelegt sind;

b. wobei das Beleuchtungssystem zum Blendschutz von Personen im und/oder am  
15 Fahrzeug, vorzugsweise allmählich und/oder in einen von dem Beleuchtungssystem  
geworfenen Lichtkegel abschnittsweise, ab- und oder aufblendbar ausgestaltet ist, mehr  
bevorzugt automatisch gesteuert von einem Umgebungslichtsensor und/oder Sensor zur  
Detektion von Personen und/oder Fahrzeugen und/oder

c. wobei bevorzugt zumindest ein optisches Element in einem Strahlengang zwischen  
20 zumindest einer Kamera des Kamerasystems und einem von der Kamera zu inspizierenden  
Inspektionsabschnitt angeordnet ist, wobei das optische Element insbesondere ein  
Bandpassfilter für Licht ist, in dessen Bandpassintervall ein Beleuchtungslicht des  
Beleuchtungssystems liegt.

4. Inspektionssystem nach einem der vorangegangenen Ansprüche,

25 dadurch gekennzeichnet, dass

das Inspektionssystem, insbesondere das Sensorsystem, das Trägersystem, das  
Schutzsystem und/oder das Datenverarbeitungssystem in Modulen und/oder Modulgruppen  
aufgebaut sind,

a. wobei bevorzugt für einen definierten Inspektionszweck erforderliche Sensoren in  
30 einer Modulgruppe zusammengefasst sind, wobei besonders bevorzugt die Sensoren der  
Modulgruppe an einem gemeinsamen Träger oder in einem gemeinsamen Gehäuse ein  
gehaust montiert sind, wobei meist bevorzugt die Montage zur relativen örtlichen  
Kalibrierung der Sensoren untereinander starr und mit einem gegen eine  
Kalibrierungsgenauigkeit geringen mechanischen Spiel ausgebildet ist;

b. wobei bevorzugt aus den Modulen und/oder Modulgruppen ein Trägersystem oder  
35 Inspektionssystem konfigurierbar und insbesondere zu erleichterten Instandhaltung, zum

Austausch und/oder zur Erweiterung des Inspektionssystems untereinander lösbar verbunden sind; und/oder

c. wobei bevorzugt die Module und/oder Modulgruppe eine lösbare und/oder in einer Konfiguration als Inspektionseinrichtung aus Sicherheitsgründen fixierbare Verbindung aufweisen, wobei mehr bevorzugt die Verbindung aus Verbindern und komplementären Gegenverbindern besteht und/oder die Verbindung zur mechanischen Verbindung, kommunikativen Verbindung, insbesondere als Datenbus, Erdungsverbindung und/oder Energieübertragungsverbindung ausgebildet ist. M...

5. Inspektionssystem nach Anspruch 5

dadurch gekennzeichnet, dass

a. das Trägersystem L-förmig, I-förmig, U-förmig, M-förmig, C-förmig ausgebildet ist und/oder bevorzugt stationär bezüglich eines Fahrweges des Fahrzeuges angeordnet ist;

b. zumindest ein Trägermodul des Trägersystems eine Bewegungseinrichtung zur Einstellung eines Abstandes und/oder einer Winkelausrichtung eines Sensors oder einer Sensorgruppe des Sensorsystems zu einem Inspektionsabschnitt des Fahrzeugs umfasst, wobei besonders bevorzugt die Bewegungseinrichtung zur Einstellung von vordefinierten Messbedingungen, insbesondere bezüglich einer Ausrichtung, einer Position und/oder eines Fahrzeugtyps des Fahrzeuges, steuerbar und/oder regelbar ist; und/oder

c. zumindest ein Trägermodul des Trägersystems in bestehende Verkehrsmittelinfrastruktur integrierbar ist, oder bestehenden Verkehrsmittelinfrastruktur zumindest ein Trägermodul des Trägersystems bildet.

6. Inspektionssystem nach einem der vorangegangenen Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

das Datenverarbeitungssystem zumindest eine der folgenden Komponenten umfasst:

a. zumindest einen Server ausgelegt zumindest zur Steuerung und/oder zum Datenempfang von Clients des Sensorsystems;

b. Datenverbindungen vom zumindest einen Server an die Clients des Sensorsystems, wobei die Datenverbindungen bevorzugt zur Übermittlung von Steuersignalen an die Clients des Sensorsystems und/oder zur Übertragung von Daten von den Clients des Sensorsystems an den Server ausgelegt sind und/oder von Energieübertragungsverbindungen für den Server, das Sensorsystem und/oder das Fahrzeug elektrisch oder galvanisch entkoppelt sind;

c. externe drahtlose und/oder drahtgebundene, bevorzugt verschlüsselte, Datenverbindungen zur Vernetzung mit IT-Systemen von anderen Ressourcen eines Verkehrsmittelsystems, insbesondere IT-Systemen von Fahrzeugen, Fahrwegen,

Instandhaltungseinrichtungen, Logistiklagern für Ersatzteile für das Fahrzeug, externen Hardwareressourcen und/oder dem Internet;

7. eine Benutzer-Interface zur Anzeige und/oder Eingabe von Daten und/oder Steuerbefehlen durch einen Benutzer, bevorzugt ausgelegt zur Datenübertragung von vom Sensorsystem gemessenen Rohdaten, von vorzugsweise kalibrierten und gegebenenfalls rektifizierten Extraktionsdaten aus den Rohdaten und/oder aus den Extraktionsdaten abgeleiteten Inspektionsdaten und/oder Metadaten innerhalb eines Inspektionsintervalls des Sensorsystems bezogen auf das Fahrzeug, besonders bevorzugt zur Datenübertragung in Echtzeit, und/oder zur zeitversetzten Abrufbarkeit durch einen Benutzer.
8. Inspektionssystem nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Schutzsystem zumindest eine der folgenden Komponenten umfasst:
- ein Schutzgehäuse für Module und/oder Modulgruppen aus Bestandteilen des Sensorsystems, Trägersystems und/oder Datenverarbeitungssystems, vorzugsweise ausgelegt zum Schutz der Sensoren vor Umgebungseinflüssen wie insbesondere Lichteinstrahlung und/oder Temperatur, Feuchtigkeit, Witterung und/oder Tieren;
  - einen Hochspannungsschutz, vorzugsweise ausgestaltet als Einhausung für ein Modul, eine Modulgruppe und/oder ein Schutzgehäuse, mit einer elektrischen Erdungsverbindung zu einem Massepotenzial des Verkehrsweges, wobei der Hochspannungsschutz und die elektrische Erdungsverbindung bezogen auf eine Hochspannungsversorgung des Fahrzeugs von 15 kV einen elektrischen und oder thermischen Leitwert hat, der mindestens der eines Kupferkabels mit 70 mm Durchmesser entspricht.
9. Verwendung eines Inspektionssystems nach einem der vorangegangenen Ansprüche zur technischen Inspektion eines technischen Funktionszustandes, insbesondere der Betriebsbereitschaft und/oder prognostizierten Betriebsbereitschaft, eines Fahrzeugs, insbesondere eines elektrisch betriebenen Fahrzeugs, insbesondere eines elektrisch betriebenen Fahrzeugs mit Ankopplung an eine stationäre elektrische Energiequelle.
10. Inspektionsverfahren zum Inspizieren eines technischen Betriebszustandes eines Fahrzeuges in einem Betriebszustand auf einem Fahrtweg gekennzeichnet durch folgende Schritte:
- ausschließlich automatisierte Aufnahme von Rohdaten von Inspektionsabschnitten auf dem Fahrzeug;

- b. Detektieren eines Fahrzeugs nach zumindest Fahrzeugende oder -anfang, Detektionszeitpunkt und Geschwindigkeit an einem Detektionsort auf dem Fahrtweg, wobei der Detektionsort einem Messbereich auf dem Fahrtweg in Fahrtrichtung vorgelagert ist;
- c. Übermitteln der prognostizierten Ankunft und vorzugsweise von fahrzeugbezogenen Daten des Fahrzeugs bei einem Inspektionssort eines Inspektionssystems an das Inspektionssystem;
- d. Initialisieren des Inspektionssystems nach Detektion des Fahrzeugs;
- e. Automatisiertes Messen von Rohdaten von Inspektionsabschnitten auf dem Fahrzeug durch das Inspektionssystem, bevorzugt nach einem der Ansprüche 1-9,
- 10 f. Übermittlung der Rohdaten an ein Datenverarbeitungssystem;
- g. Extrahieren der Inspektionsabschnitte aus den Rohdaten in Extraktionsdaten;
- h. Analysieren von Inspektionsdaten aus den Extraktionsdaten gemäß eines vordefinierten Inspektionzwecks durch einen auf dem Datenverarbeitungssystem ausgeführten Algorithmus; und
- 15 i. verknüpfte Archivierung von Rohdaten, Extraktionsdaten und Inspektionsdaten sowie bevorzugt weiterer den Inspektionsabschnitt betreffende Metadaten in einer Datenbankstruktur auf dem Datenverarbeitungssystem.
11. Inspektionsverfahren nach Anspruch 10,  
20 gekennzeichnet durch folgende Schritte:
- a. Kontrolle, Bewertung und/oder Freigabe von Rohdaten, Extraktionsdaten und/oder Inspektionsergebnissen des vollautomatisierten Inspektionsverfahrens nach Anspruch 10 durch einen menschlichen Benutzer, bevorzugt in einem gegen typische Lebenszeiten und/oder die Zeitspanne bis zur nächsten Nutzung des Fahrzeugs durch Passagiere kurzen Zeitspanne und/oder durch Datenfernübertragung unabhängig vom Inspektionssort des Inspektionssystems; und
- 25 b. Freigabe des Fahrzeugs als betriebstauglich durch den menschlichen Benutzer oder Veranlassung und/oder Planung weiterer automatisierter oder durch einen menschlichen Benutzer durchgeführten Inspektionsschritte oder Veranlassen einer
- 30 Notabschaltung des Fahrzeugs wegen wahrscheinlich mangelnder Betriebstauglichkeit.
12. Inspektionsverfahren nach einem der Ansprüche 10-11,  
gekennzeichnet durch folgende Schritte:
- a. Bereitstellen eines, insbesondere durch ein Passwort geschütztes, Benutzer-  
35 Interface, vorzugsweise Webinterface, zur Bedienung des Inspektionssystems;
- b. Konfigurieren der Kameras für eine Inspektion;

- c. Steuern von Beleuchtung und/oder Warnleuchten;
  - d. Zurücksetzen von Kameras bei Bedarf, beispielsweise durch einen Spannungsreset;
  - e. Speichern und/oder Archivieren von Aufnahmen, insbesondere allen Aufnahmen der Kameras;
  - 5 f. Durchführen von Bildverarbeitungsberechnungen;
  - g. Erzeugen einer Diagnose, insbesondere eines QSI-Befundberichts;
  - h. Hosten eines Computerprogramms zur Durchführung des Inspektionsverfahrens und/oder
  - i. Archivieren von Diagnosen.
- 10
13. System zur Verkehrsmittelsteuerung  
g e k e n n z e i c h n e t d u r c h  
ein Hardwaresystem umfassend eine Anzahl von kommunikativ vernetzten  
Inspektionssystemen nach einem der Ansprüche 1-9.
- 15
14. Verfahren zur Verkehrsmittelsteuerung,  
g e k e n n z e i c h n e t d u r c h  
die Anwendung eines Systems zur Verkehrsmittelsteuerung nach Anspruch 14 und/oder  
eines Inspektionsverfahrens nach einem der Ansprüche 10-12.

Fig. 1

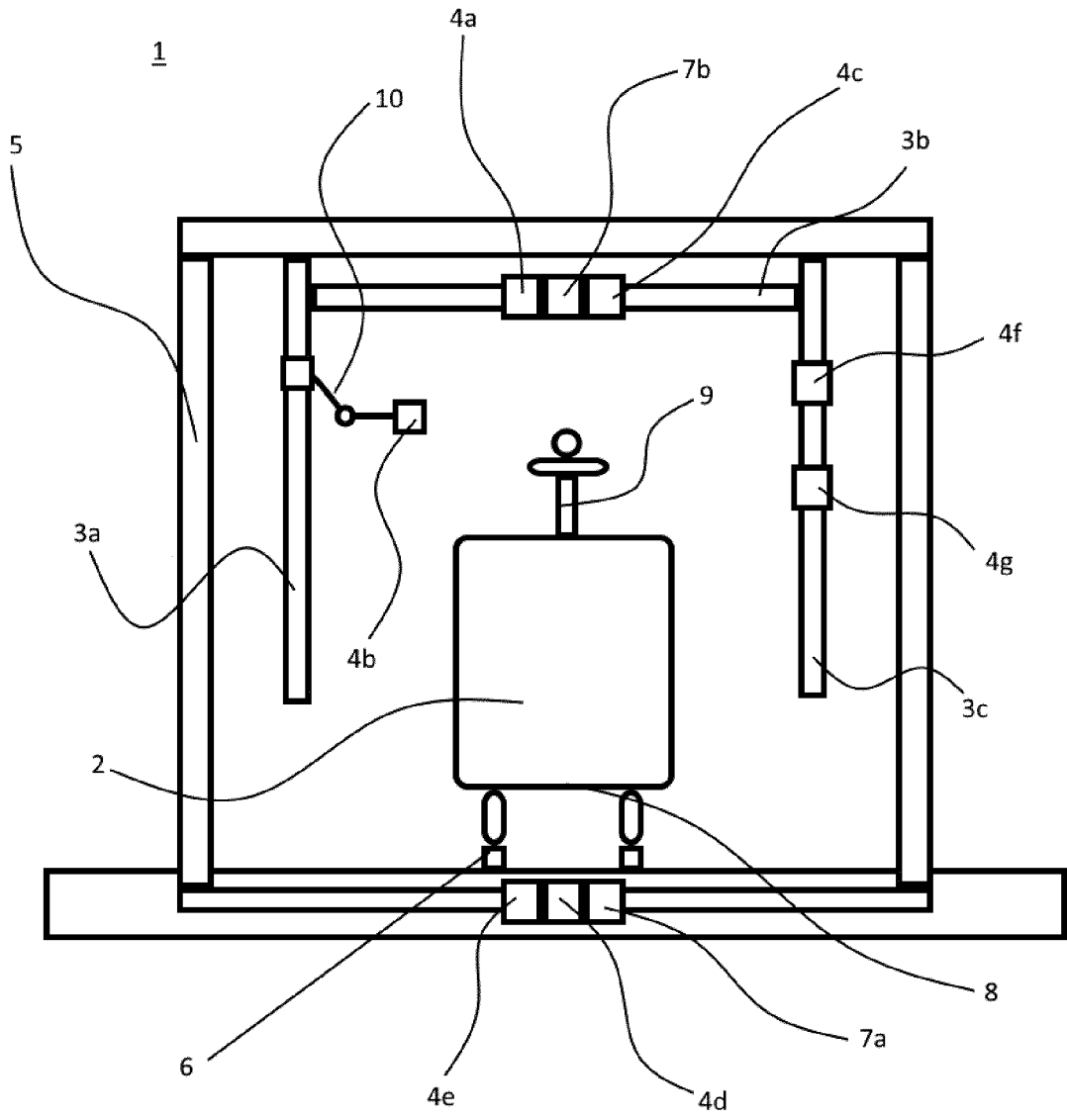


Fig. 2

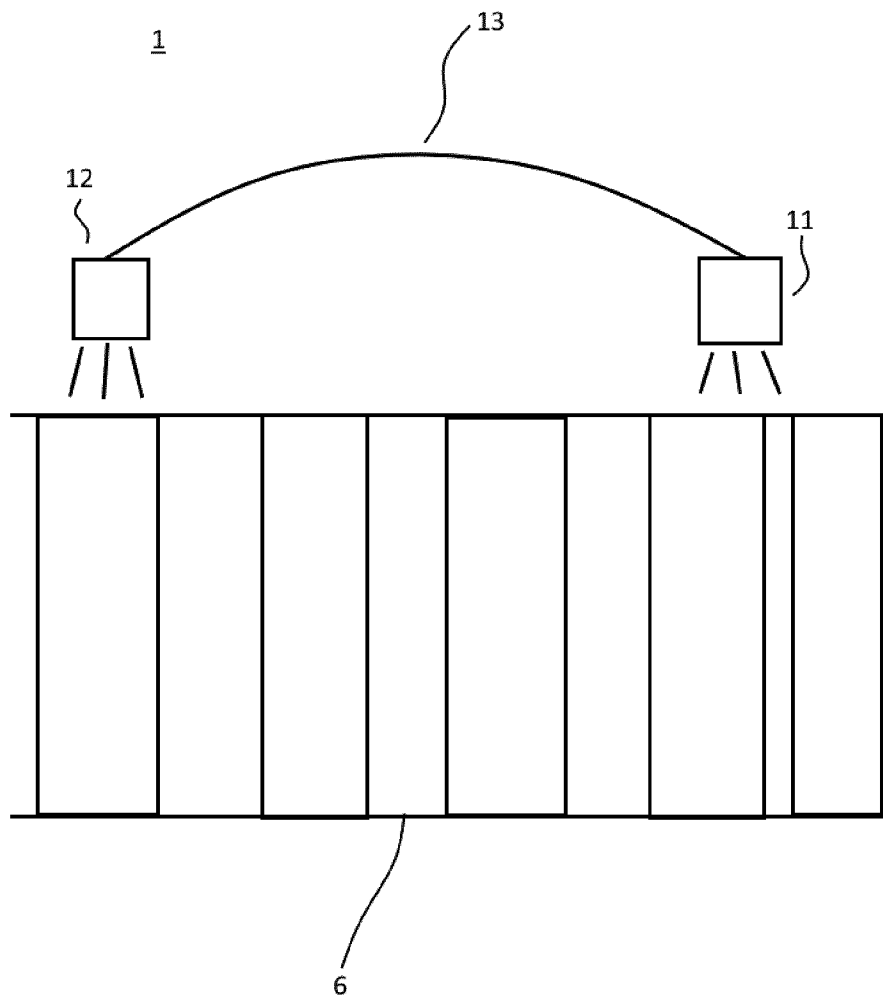
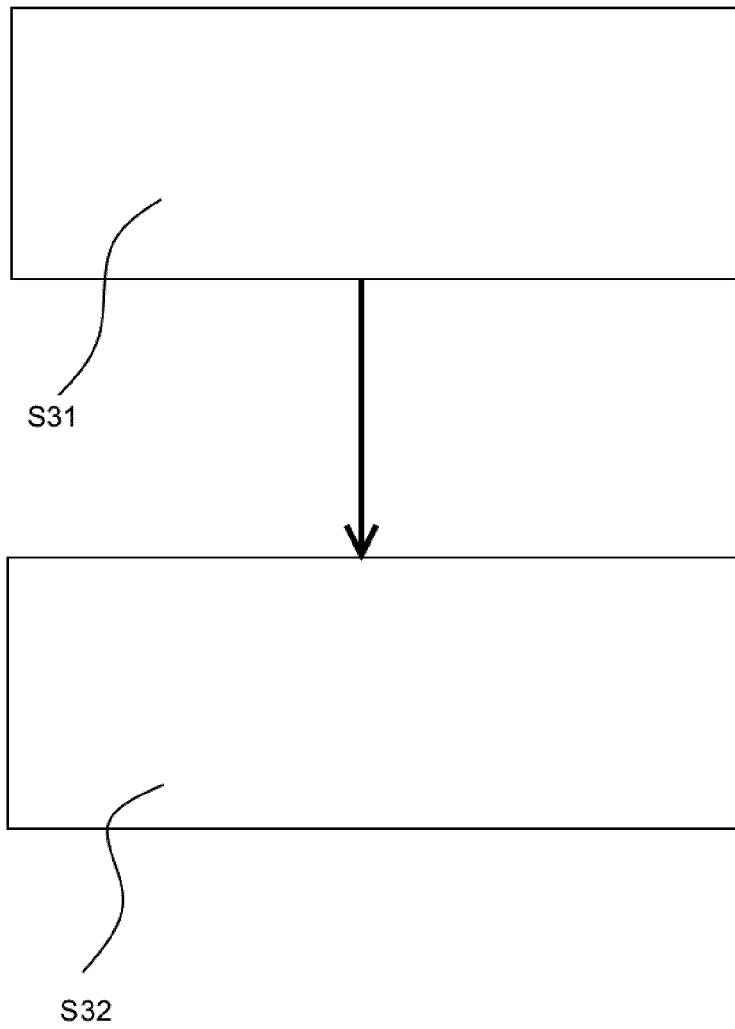


Fig. 3



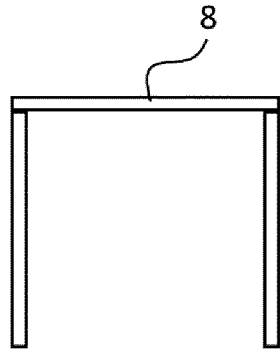


Fig.4

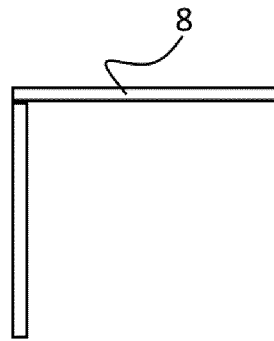


Fig.5

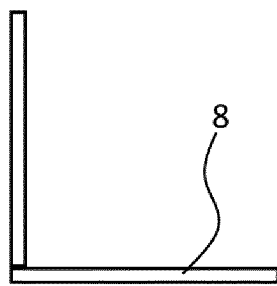


Fig.6

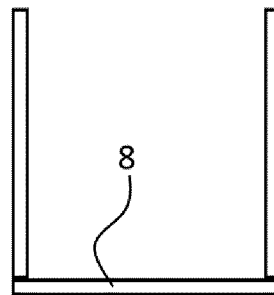


Fig.7

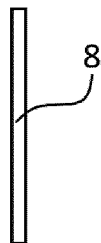


Fig.8

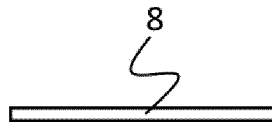


Fig.9

Fig. 10

