

(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
16. Mai 2019 (16.05.2019)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2019/092247 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B61L 15/00 (2006.01) *H01R 33/00* (2006.01)
B61L 27/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2018/080948

(22) Internationales Anmeldedatum:
12. November 2018 (12.11.2018)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
PCT/EP2017/078963
10. November 2017 (10.11.2017) EP
PCT/EP2017/078966
10. November 2017 (10.11.2017) EP

(71) Anmelder: **DB FERNVERKEHR AG** [DE/DE]; Stephensonstraße 1, 60326 Frankfurt (DE). **PSI TECHNICS GMBH** [DE/DE]; Rudolf-Diesel-Straße 21a, 56220 Urmitz (DE).

(72) Erfinder: **SCHÖLLMANN, Stefan**; Nördliche Bergstraße 73, 69469 Weinheim (DE). **FÖRDERER, Karl-Heinz**; Oskar-Hasenclever-Straße 3, 56179 Vallendar (DE). **SÖLLNER, Ronny**; Pfarrstraße 14a, 82140 Olching (DE).

(74) Anwalt: **PREUSCHE, Rainer**; Preusche & Partner Patent- und Rechtsanwälte mbB, Schlossstraße 1, 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,

(54) Title: MODULE AND INSPECTION SYSTEM FOR INSPECTING MOVING OBJECTS

(54) Bezeichnung: MODUL UND INSPEKTIONSSYSTEM ZUR INSPEKTION VON FAHRENDEN GEGENSTÄNDEN

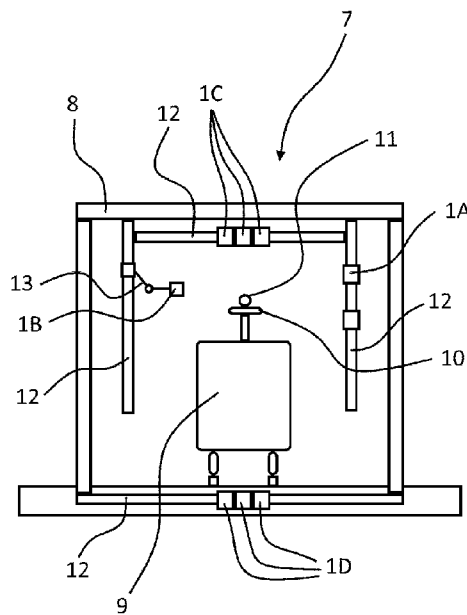


Fig.3

(57) Abstract: The invention relates to a module (1, 1A, 1B, 1C, 1D) for closely inspecting vehicles in a high-voltage environment, preferably moving vehicles, most preferably rail vehicles, said module comprising at least one inspection device located in the module (1, 1A, 1B, 1C, 1D), for example at least one sensor located in the module (1, 1A, 1B, 1C, 1D). The invention further relates to a modular inspection system comprising at least one module (1, 1A, 1B, 1C, 1D) of this type and at least one module carrier (8) to which the at least one module (1, 1A, 1B, 1C, 1D) is connected. One problem addressed by the invention is that of providing time-efficient and cost-efficient devices for inspecting and maintaining vehicles driven by means of high voltage lines. According to the invention, in a module (1, 1A, 1B, 1C, 1D) of the aforementioned type, this problem is solved in that at least some portions of the at least one inspection device are enclosed in an earthing casing (8) for overvoltage protection, preferably encapsulated in an earthing casing (8).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Modul (1, 1A, 1B, 1C, 1D) zur Nahinspektion von Fahrzeugen in einer Hochspannungsumgebung, bevorzugt von fahrenden Fahrzeugen, besonders bevorzugt von Schienenfahrzeugen, das mindestens eine in dem Modul (1, 1A, 1B, 1C, 1D) angeordnete Inspektionseinrichtung, beispielsweise mindestens einen in dem Modul (1, 1A, 1B, 1C, 1D) angeordneten Sensor, umfasst. Die Erfindung betrifft weiterhin ein modulares Inspektionssystem umfassend mindestens ein solches Modul (1, 1A, 1B, 1C, 1D) und mindestens einen Modulträger (8) mit dem das mindestens eine Modul (1, 1A, 1B, 1C, 1D) verbunden ist. Eine Aufgabe der Erfindung liegt in der Bereitstellung von zeiteffizienten und kosteneffizienten Vorrichtungen für Inspektion und Wartung von über Hochspannungsleitungen betriebenen Fahrzeugen. Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe bei einem Modul (1, 1A, 1B, 1C, 1D) der eingangs genannte Art dadurch gelöst, dass die mindestens eine Inspektionseinrichtung zumindest abschnittsweise mit einem Erdungsgehäuse (8) zum Überspannungsschutz umgeben ist, vorzugsweise in einem Erdungsgehäuse (8) eingekapselt ist.

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, 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:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)
- in Schwarz-Weiss; die internationale Anmeldung enthielt in ihrer eingereichten Fassung Farbe oder Graustufen und kann von PATENTSCOPE heruntergeladen werden.

MODUL UND INSPEKTIONSSYSTEM ZUR INSPEKTION VON FAHRENDEN GEGENSTÄNDEN

BESCHREIBUNG

1 Technischer Hintergrund

5

Die Erfindung betrifft ein Modul zur Nahinspektion eines technischen Funktionszustandes eines an dem Modul vorbeifahrenden Fahrzeuges in einer Hochspannungsumgebung, das mindestens eine in dem Modul angeordnete Inspektionseinrichtung zur zumindest optischen Inspektion mindestens eines Inspektionsabschnitts des Fahrzeugs, beispielsweise mindestens einen in dem Modul angeordneten optischen Sensor, umfasst. Die Erfindung betrifft

10 weiterhin ein modulares Inspektionssystem umfassend mindestens ein solches Modul und mindestens einen Modulträger, mit dem das mindestens eine Modul verbunden ist.

15

Fahrzeuge, insbesondere Schienenfahrzeuge, die über eine Hochspannungsleitung (in der Regel eine Oberleitung) mit Strom versorgt werden, sind schwierig zu inspizieren und zu warten. Derartige Hochspannungsleitungen führen regelmäßig Spannungen im Bereich von 1,5-25 kV, weshalb auch bei normalen atmosphärischen Bedingungen die Gefahr eines Spannungsüberschlages auf Objekte besteht, die sich der Hochspannungsleitung auf weniger als etwa 1-3 Meter (je nach Spannung) nähern. Eine Nahinspektion und Wartung von

20 Fahrzeugen, die über eine Hochspannungsleitung betrieben werden, erfordert daher im Stand der Technik regelmäßig eine Trennung des Fahrzeugs von der Hochspannungsleitung und einen Transport des Fahrzeugs beispielsweise in eine Inspektions- und Wartungseinrichtung.

25

Da es, außer bei einem Systemausfall, nur begrenzt möglich ist, einen Wartungsbedarf eines solchen Fahrzeugs in Vorfeld zu bestimmen, müssen derartige Fahrzeuge aus Sicherheitsgründen einer Vielzahl an regelmäßigen Inspektionen unterzogen werden. Ein großer Teil

dieser Inspektionen zeigt aber im Ergebnis keinen oder nur minimalen Wartungsbedarf. Gleichzeitig kommt es aber zu einem Ausfall des Fahrzeugs im Betrieb, was für den Betreiber des Fahrzeuges (bspw. ein Schienenverkehrsunternehmen) zusätzlich zu den Kosten der, eigentlich unnötigen Inspektion, zu weiteren Kosten führt, da er mehr Fahrzeuge benötigt um einen gewünschten Fahrbetrieb aufrecht zu erhalten.

2 Technische Aufgabe

Eine Aufgabe der Erfindung liegt also in der Bereitstellung von zeiteffizienten und kosteneffizienten Vorrichtungen für Inspektion und Wartung von über Hochspannungsleitungen betriebenen Fahrzeugen, insbesondere von Schienenfahrzeugen. Insbesondere liegt eine Aufgabe der Erfindung darin, die Menge an nötigen Inspektionen und Wartungen außerhalb des Betriebes des Fahrzeuges zu verringern.

3 Erfindungsgemäße Lösung

Erfindungsgemäß werden die oben genannten Aufgaben bei einem Modul der eingangs genannten Art dadurch gelöst, dass die mindestens eine Inspektionseinrichtung zumindest abschnittsweise mit einem Erdungsgehäuse zum Überspannungsschutz umgeben ist, vorzugsweise in einem Erdungsgehäuse eingekapselt ist.

Ein derartiges Modul ermöglicht eine Nahinspektion eines Fahrzeuges in einer Hochspannungsumgebung ohne dass eine Gefahr für eine Person besteht. Es ist auch nicht nötig, das Fahrzeug von der Hochspannung zu trennen, um die Nahinspektion durchzuführen. Sollte es zu einem Spannungsüberschlag kommen, so verhindert das Erdungsgehäuse einen Überspannungsschaden an der Inspektionseinrichtung im Inneren des Erdungsgehäuses.

Eine Inspektionseinrichtung kann erfindungsgemäß zum Beispiel ein Sensor, wie ein optischer, akustischer, Ultraschall- oder chemischer Sensor, ein optisches Element, wie ein Spiegel oder eine Spiegelanordnung, eine Beleuchtung, ein Laser oder ein akustischer Signalgeber oder ein Ultraschall-Signalgeber sein. Es können auch mehrere Inspektionseinrichtungen in einem Modul angeordnet sein, wie beispielsweise ein Laser und ein Sensor, der eine Reflektion des Laserlichts vom Fahrzeug auffängt.

Das erfindungsgemäße Modul ermöglicht somit eine automatisierte Inspektion eines Fahrzeuges in einer Hochspannungsumgebung und erlaubt es festzustellen, ob eine Wartung nötig ist oder nicht. Damit lassen sich unnötige Wartungen vermeiden und gleichzeitig ein

vorzeitiger Wartungsbedarf erkennen (bspw. bei einem unerwarteten Schaden am Fahrzeug, der noch nicht bemerkt wurde).

Die erfindungsgemäßen Module sind somit auch besonders geeignet in einem System für „predictive maintenance“ und/oder zustandsorientierte Wartung und/oder Instandhaltung verwendet zu werden, welches Daten über einzelne Fahrzeuge und Fahrzeugflotten sammelt und auswertet um zuverlässigere Vorhersagen über einen Wartungsbedarf zu ermöglichen.

- 10 Im Folgenden mit Bezug auf einen Sensor im speziellen beschriebene Ausführungsformen des Moduls werden auch allgemein für eine beliebige Inspektionseinrichtung beansprucht.

Der Inspektionsabschnitt weist ein Inspektionsobjekt, auch Inspektionselement oder Inspektionsgegenstand genannt, auf. Das Inspektionsobjekt ist ein spezifisches Bauteil, das in dem Inspektionsabschnitt zu inspizieren ist. Der Inspektionsabschnitt kann aber auch mehrere einzelne Inspektionsobjekte aufweisen, die gemeinsam zu inspizieren sind. Der Inspektionsabschnitt kann somit einen Abschnitt des Fahrzeugs oder ein Einzelteil des Fahrzeugs einschließen. Ein Inspektionsabschnitt ist vorzugsweise ein Element, das ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus sogenanntem Dachgarten des Fahrzeugs, Unterboden des Fahrzeugs, Klimaanlage des Fahrzeugs, einzelner Waggon des Fahrzeugs, mehrere Waggon des Fahrzeugs, Stromabnehmer des Fahrzeugs, Schleifleiste des Stromabnehmers, Rad des Fahrzeugs, Reifen des Fahrzeugs, Achse des Fahrzeugs, Luftleitlamelle des Fahrzeugs oder eine Kombination dieser Gegenstände untereinander und auch weiterer Gegenstände. Derartige Gegenstände müssen häufig auf ihren technischen Funktionszustand inspiziert werden und eine Inspektion im Betriebszustand des Fahrzeugs kann effizienter sein als im Stillstand, wenn sie durch ein erfindungsgemäßes Inspektionssystem durchgeführt wird.

3.1 MODUL

- 30 Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind die Module abgeschlossen bzw. verkapselt. So können Apparaturen innerhalb eines Modulgehäuses beispielsweise vor Verschmutzungen, Hochspannungsüberschlägen, Spritzwasser oder Reinigungsflüssigkeit geschützt werden.

Als Apparaturen sind hier einerseits Inspektionseinrichtungen, aber auch Steuerelektronik, Datenspeicher, Stromversorgungskabel, Datenübertragungseinrichtungen oder Kontrolldatenübertragungseinrichtungen zu verstehen.

- 5 Gemäß einer besonderen Ausführungsform kann eine Oberseite eines Erdungsgehäuses zumindest abschnittsweise und/oder teilweise durchlässig bezüglich der im Modul angeordneten Apparatur sein. Enthält das Modulgehäuse beispielsweise einen insbesondere mit einem Sensor oder optischen Element bestückten Roboterarm, so kann an der Oberseite des Modulgehäuses eine verschließbare Durchführung für den Roboterarm angebracht
10 sein. Für optische Sensoren kann die Oberseite des Modulgehäuses abschnittsweise transparent, insbesondere als transparentes optisches Element, ausgestaltet sein. Für akustische Sensoren kann die Oberseite des Modulgehäuses im Wesentlichen schalldurchlässig ausgestaltet sein.
- 15 Als Oberseite des Modulgehäuses wird hier diejenige Seite bezeichnet, die in der Regel auf das zu inspizierende Objekt gerichtet wird. Die Oberseite des Modulgehäuses kann also bei einem von oben inspizierenden Modul auch nach unten gerichtet sein.

- In einer besonderen Ausführungsform kann ein Modul zumindest ein konkaves optisches
20 Element umfassen, auf das eine Mehrzahl von Kameras gerichtet ist. Beispielsweise kann das konkave optische Element eine spiegelnde Halbsphäre sein, die auf einem Unterboden des Modulgehäuses angeordnet ist und auf die gleichwinkelverteilt drei, vier oder mehr horizontal ausgerichtete Kameras gerichtet sind. Durch die konkave Ausformung können die Kameras des Moduls einen großen und sich über den ganzen Kreisbogen erstreckenden
25 Bereich das Bildsegment abbilden. Da die konkave Ausformung bekannt ist, kann sie bei einer späteren Bildauswertung berücksichtigt werden, um die durch sie verursachte optische Verzerrung von Inspektionsrohdaten auszugleichen. Denkbar ist auch, das konkave optische Element als spiegelnde Halbzylinderfläche auszugestalten. Ferner ist es denkbar, die Kameras und oder das konkave optische Element an eine Bewegungseinrichtung zu koppeln, um
30 den Aufnahmebereich des Moduls zu verändern.

- Dieser Gegenstand der Erfindung betrifft also beispielsweise einen Sensor mit einem Schutzgehäuse vor Hochspannung, der in der Nähe eines hochspannungsführenden Objekts einsetzbar ist. Beispielsweise ist ein solcher Sensor mit Schutzgehäuse geeignet,
35 auch unterhalb eines Abstandes von 10-15 cm multipliziert mit dem Wert der Hochspannung in Kilovolt von dem hochspannungsführenden Objekt angebracht zu werden.

3.1.1 HOCHSPANNUNGSSCHUTZ FÜR INSPEKTIONSENSOREN

Vorzugsweise umfasst das Erdungsgehäuse zumindest ein elektrisch leitfähiges Außen-
gehäuse und ein in dem Außengehäuse angeordnetes und elektrisch isolierendes Innen-
5 gehäuse, wobei das Außengehäuse vorzugsweise dazu ausgelegt ist, die Inspektionsein-
richtung in einem Abstand von 50 cm bis 100 cm, beispielsweise 60 cm bis 80 cm, insbe-
sondere 70 cm, von einer eine Hochspannung von 15 kV oder tragenden Hochspannungs-
leitung zu betreiben.

10 Bei der optischen Inspektion, beispielsweise mit zumindest einem als Kamera ausgestalte-
ten Sensor, werden vorteilhafterweise keine Teleobjektive oder Weitwinkelobjektive ver-
wendet, da die davon verursachten optischen Aberrationen eine zuverlässige automatisier-
te Auswertung aufgenommener Bilder erheblich erschweren oder gar unmöglich machen.
Folglich ist die laterale Auflösung des Inspektionsabschnitts umso höher, je näher die Ka-
15 mera an das Inspektionsobjekt gebracht wird. Andererseits sinkt mit dem Abstand zum
Inspektionsabschnitt auch die laterale Größe des von dem Inspektionsabschnitt aufge-
nommenen Bereichs. Daher sollte ein Abstand von dem Inspektionsabschnitt zumindest so
groß sein, dass eine laterale Ausdehnung eines zu inspizierenden Inspektionsobjektes in
dem Inspektionsabschnitt vollständig erfasst werden kann.

20 Typische Inspektionsobjekte eines Schienenfahrzeugs haben eine laterale Ausdehnung
von 0,1 m bis 2 m. Für eine zuverlässige automatisierte Auswertung eines technischen
Funktionszustandes eines Schienenfahrzeugs sollte die laterale Auflösung im Bereich von
0,01 mm bis 10 mm, bevorzugt von 0,1 mm bis 1 mm liegen. Mit üblichen Kameras ohne
25 Tele- oder Weitwinkelobjektiv ist zur Aufnahme eines Bildes mit einer lateralen Größe und
einer lateralen Auflösung in den genannten Bereichen ein Abstand von dem Inspektions-
abschnitt von 50 cm bis 100 cm, beispielsweise 60 cm bis 80 cm, insbesondere 70 cm,
notwendig.

30 Bei der Inspektion von Schienenfahrzeugen sind manche Inspektionsobjekte, beispielswei-
se Schleifleisten eines Stromabnehmers, Hochspannungsleitungen, die typischerweise
eine Hochspannung von 15 kV oder 25 kV tragen. Um auch diese Inspektionsobjekte ge-
fahrlos inspizieren zu können, ist das Außengehäuse vorzugsweise dazu ausgelegt, die
Inspektionseinrichtung in einem Abstand von 50 cm bis 100 cm, beispielsweise 60 cm bis
35 80 cm, insbesondere 70 cm, von einer eine Hochspannung von 15 kV oder 25 kV tragen-
den Hochspannungsleitung zu betreiben.

Das Außengehäuse hat vorzugsweise eine elektrische Flächenleitfähigkeit von zumindest 1000 Sm, beispielsweise zumindest 2000 Sm, vorzugsweise zumindest 4000 Sm. Unter „Flächenleitfähigkeit“ wird erfindungsgemäß das Produkt einer Leitfähigkeit des Außengehäuses mit einer Querschnittsfläche des Außengehäuses zur Ableitung eines elektrischen Stroms verstanden. Ein Kupferkabel mit einer elektrischen Leitfähigkeit von $5,8 \cdot 10^8$ S/m und einer Querschnittsfläche von 70 mm² hat zum Beispiel eine elektrische Flächenleitfähigkeit von $4,1 \cdot 10^3$ Sm.

Durch eine ausreichend hohe Flächenleitfähigkeit des Außengehäuses können auch bei Hochspannungsüberschlägen auftretende hohe Ströme zuverlässig abgeleitet werden, ohne eine Inspektionseinrichtung im Inneren des Außengehäuses zu beschädigen. Insbesondere ist es durch eine ausreichend hohe Flächenleitfähigkeit möglich, die Inspektionseinrichtung in einen Abstand von einer Hochspannungsleitung von 50 cm bis 100 cm, beispielsweise 60 cm bis 80 cm, insbesondere etwa 70 cm, bei 15 kV Hochspannung oder bei 25 kV Hochspannung zu betreiben.

Bei den genannten Spannungswerten und Abständen sind zumindest gelegentlich Spannungsüberschläge zu erwarten (je nach den vorliegenden atmosphärischen Bedingungen wie beispielsweise Luftfeuchtigkeit). Durch das Außengehäuse lässt sich ein Schutz für ein erfindungsgemäßes Modul auch bei Hochspannungsüberschlägen sicherstellen. Viele wichtige europäische Schienenverkehrsnetze benutzen beispielsweise Hochspannungen von 15 kV oder 25 kV. Daher kann ein solches Modul an einer Vielzahl von bestehenden Schienenverkehrsnetzen installiert und im Betrieb zur Inspektion von Schienenfahrzeugen verwendet werden.

Vorzugsweise umfasst das Außengehäuse zumindest eine, bevorzugt genau eine, Aussparung, wobei die Aussparung in einem optischen Weg von dem Inspektionsabschnitt zu der, beispielsweise als Kamera ausgestalteten, Inspektionseinrichtung angeordnet ist. Durch die Aussparung ist eine ungehinderte Inspektion des Inspektionsabschnitts möglich. Umfasst das Außengehäuse nur genau eine Aussparung wird dadurch ein Eintrag von Fremdkörpern wie Staub, beispielsweise durch Konvektion, in das Außengehäuse minimiert. Als zusätzlichen Schutz kann die Aussparung eine, insbesondere transparente, Abdeckung umfassen.

Das Außengehäuse kann aus mehreren, lösbar miteinander verbundenen, beispielsweise miteinander verschraubten, Außengehäuseabschnitten bestehen und/oder eine reversibel verschließbare Wartungsöffnung umfassen. Dadurch ist ein einfacher Zugang zu einer in

dem Außengehäuse angeordneten Inspektionseinrichtung möglich, beispielsweise um diese zu warten oder auszutauschen.

Das Innengehäuse ist vorzugsweise von dem Außengehäuse mechanisch entkoppelt, so dass eine in dem Innengehäuse angeordnete Inspektionseinrichtung vor mechanischen Belastungen, insbesondere Erschütterungen, geschützt ist. Das Modul umfasst bevorzugt eine Bewegungseinrichtung zur Bewegung des Innengehäuses gegenüber dem Außengehäuse. Durch eine Bewegungseinrichtung kann eine in dem Innengehäuse enthaltene Inspektionseinrichtung auf den Inspektionsabschnitt ausgerichtet werden, ohne das Außengehäuse zu bewegen. Dadurch werden Kollisionen des Außengehäuses mit anderen Komponenten eines Inspektionssystems oder Personen vermieden und eine besonders stabile und sichere Befestigung des Außengehäuses, beispielsweise an einem Modulträger, ermöglicht.

Ein Außengehäuse kann mehrere Inspektionseinrichtungen, insbesondere in mehreren Innengehäusen, beispielsweise je eine Inspektionseinrichtung in einem Innengehäuse, enthalten. Dadurch lässt sich ein besonders material- und platzsparender Aufbau eines Inspektionssystems erreichen.

Vorzugsweise umfasst das Außengehäuse zumindest eine Anschlussvorrichtung für eine Ableitung zur elektrisch leitenden Verbindung des Außengehäuses mit einer Bahnerde oder sonstigen Erdung, wobei die Ableitung bevorzugt eine Kupferleitung, besonders bevorzugt eine 0,5 cm bis 5 cm starke Kupferleitung, insbesondere mit einer Querschnittsfläche von 70 mm², umfasst. Die Stärke der Ableitung ist entsprechend der in der Hochspannungsleitung geführten Stromstärke und Spannung zu wählen.

Durch die Ableitung können bei einem Spannungsüberschlag auftretende Ströme sicher und zuverlässig abgeleitet werden. Insbesondere eine ausreichend starke Kupferleitung weist eine ausreichend hohe Flächenleitfähigkeit auf, um auch in einer Hochspannungsumgebung auftretende Ströme zuverlässig und ohne Gefährdung für Komponenten eines Inspektionssystems oder daran arbeitende Menschen ableiten zu können. Die Anschlussvorrichtung kann beispielsweise zumindest einen Schraubverbinder zur sicheren Befestigung der Ableitung umfassen.

Die Anschlussvorrichtung kann in den Verbinder integriert sein, um eine möglichst schnelle und einfache Verbindung des Moduls mit einem weiteren Modul oder einem Modulträger zur mechanischen Halterung, Energieversorgung, Datenversorgung und Ableitung von Strömen durch Spannungsüberschläge zu ermöglichen.

Vorzugsweise ist die Anschlussvorrichtung von dem Verbinder getrennt, um Einflüsse von durch Spannungsüberschläge verursachten Strömen auf eine Datenübertragung, die zu Artefakten in den Messdaten führen könnten, zu vermeiden. Ferner kann so die sicherheitstechnisch weniger kritische Verbindung des Verbinders zur mechanischen Halterung, Energieversorgung und Datenübertragung von einer ungeschulten Person durchgeführt werden und getrennt davon der sicherheitstechnisch kritische Anschluss der Ableitung an die Anschlussvorrichtung durch eine geschulte Elektrofachkraft. Ferner kann die Elektrofachkraft einen Betrieb des Moduls nach dem Anschluss der Ableitung freigeben. Durch eine solche Arbeitsteilung kann ein Modul kostengünstig angebracht oder ausgetauscht werden, wobei gleichzeitig ein optimaler Hochspannungsschutz gewährleistet ist.

Die Anschlussvorrichtung kann ein Prüfmittel zum Prüfen eines ordnungsgemäßen Anschlusses der Ableitung an dem Außengehäuse umfassen, wobei das Modul bevorzugt ein Kommunikationsmittel zur Kommunikation zwischen dem Prüfmittel und einer externen Überwachungsvorrichtung umfasst.

Durch das Prüfmittel, das beispielsweise einen Kontaktsensor und/oder ein Anzeigemittel, beispielsweise zumindest eine Leuchtanzeige, zur Anzeige eines Anschlusszustandes umfassen kann, kann der Anschlusszustand auf einfache Weise, überwacht werden. Insbesondere kann der Arretierungszustand durch eine von dem Modul entfernte Überwachungsvorrichtung, beispielsweise einen Computer, fernüberwacht werden. Als Folge der Anzeige oder Überwachung kann ein Betrieb des Moduls erst bei ordnungsgemäßen Anschluss der Ableitung freigegeben werden, sodass ein sicherer Betrieb in einer Hochspannungsumgebung erreicht wird.

Vorzugsweise ist das Prüfmittel zur Freigabe der Daten- und Energieübertragung durch den Verbinder bei ordnungsgemäßen Anschluss der Ableitung an dem Außengehäuse ausgelegt. Indem die Daten- und Energieübertragung und somit der Betrieb des Moduls von dem Prüfmittel automatisch nur bei ordnungsgemäßen Anschluss der Ableitung freigegeben werden, ist ein besonders sicherer Betrieb in einer Hochspannungsumgebung möglich. Zur Freigabe der Daten- und Energieübertragung ist das Prüfmittel vorzugsweise elektrisch nichtleitend, beispielsweise kapazitiv oder induktiv, an den Verbinder gekoppelt, um einen Einfluss von über die Ableitung abgeleiteten Strömen auf die Inspektionseinrichtung und/oder davon gemessene Daten auszuschließen.

In einer Ausführungsform umfasst das Modul zum Überspannungsschutz mindestens eine der folgenden Komponenten:

- einen Hornableiter,
- einen gasgefüllten Überspannungsableiter,
- 5 - eine Verbindung zu einer Bahnerde oder zu einer sonstigen Erdung,
- einen Sensorchip, der eingerichtet ist, eine Überschreitung eines maximal ableitbaren Stroms zu detektieren.

Die genannten Komponenten erhöhen den Überspannungsschutz und können einzeln oder
10 in jeder beliebigen Kombination Verwendung finden. Die negativen Auswirkungen von Spannungsüberschlägen können damit reduziert bzw. von der im Modul angeordnete Inspektionseinrichtung und ggf. weiteren Apparaturen ferngehalten werden.

Die Ableitung kann mit einem Hornableiter oder einen gasgefüllten Überspannungsableiter
15 mit dem Erdungsgehäuse verbunden sein. Die Ableitung kann aber auch einfach an einen leitfähigen Teil des Erdungsgehäuses angeschlossen sein, sodass Spannungsüberschläge gegebenenfalls zuerst das Erdungsgehäuse treffen.

Ein Sensorchip kann den durch die Ableitung fließenden Strom messen und gegebenenfalls
20 einen Alarm auslösen, falls ein Spannungsüberschlag einen zu hohen Strom überträgt bzw. zu lange andauert. Das Modul kann in diesem Fall beispielsweise automatisch auf einen größeren Abstand zur Hochspannungsleitung gebracht werden.

3.1.2 MASSNAHMEN ZUR EFFIZIENTEN INSPEKTION VON HOCHSPANNUNGSFÜH- RENDEN BAUTEILEN

25

In einer weiteren Ausführungsform umfasst das Erdungsgehäuse zum Überspannungsschutz mindestens eine der folgenden Komponenten:

- einen Faraday'schen Käfig,
- mindestens einen isolierten Anschluss für eine Datenverbindung und / oder einen Stroman-
30 schluss und / oder eine Ableitung.

Das Außengehäuse kann beispielsweise ein Metall, vorzugsweise Aluminium, umfassen. Aluminium ist relativ günstig, leicht, witterungsbeständig und hat eine ausreichend hohe elektrische Leitfähigkeit. Alternativ kann das Außengehäuse einen elektrisch leitfähigen
35 Kunststoff umfassen. Mit einem elektrisch leitfähigen Kunststoff lassen sich ein noch gerin-

geres Gewicht und bei hohen Stückzahlen noch geringere Produktionskosten als mit Aluminium erreichen.

Das Innengehäuse ist vorzugsweise vollständig im Außengehäuse angeordnet. Bevorzugt ist
5 das Innengehäuse stabdicht und/oder wasserdicht, vorzugsweise gemäß der Immissions-Schutzklasse IP64, besonders bevorzugt IP67. Durch ein entsprechend ausgestaltetes Innengehäuse wird die darin enthaltene Inspektionseinrichtung vor Staub und/oder Wasser geschützt, sodass das Modul vorteilhafterweise auch zu einer Inspektion im Freien eingesetzt werden kann. Bei dem Innengehäuse kann es sich beispielsweise um ein originäres
10 Gehäuse einer Inspektionseinrichtung, zum Beispiel ein Kameragehäuse, handeln.

Vorzugsweise umfasst das Modul zumindest ein elektrisch leitfähiges Außengehäuse, ein im Außengehäuse angeordnetes elektrisch isolierendes Innengehäuse und eine mit dem Außengehäuse verbundene Ableitung.
15

Eine erfolgreiche Nahinspektion erfordert in der Regel, dass sich Sensoren dem Inspektionsabschnitt auf deutlich unter einen Meter nähern können. Andernfalls lassen sich bspw. Oberflächendefekte nur deutlich schwerer optisch erkennen.

20 Gemäß der Erfindung sollen hochspannungsführende Bauteile, wie beispielsweise die Stromabnehmer eines mit Hochspannungsleitungen elektrisch verbunden Zuges, auf effiziente, einfache und präzise Weise inspiziert werden.

Zur automatisierten Inspektion sind Sensoren, wie insbesondere Kamerasysteme, vorgesehen. Digitalkamerasysteme haben den Vorteil, dass sie schnell und ohne Verbrauchsmaterialien direkt digitale Datensätze erzeugen, die der datentechnischen Auswertung zugänglich sind. Um die Inspektion von hochspannungsführenden Bauteilen eines Zuges effizienter und präziser zu machen, ist es wünschenswert, die Sensoren in einem möglichst geringen Abstand zum hochspannungsführenden Bauteilen anzuordnen.
25

30 Gerade bei elektrifizierten Sensoren wie Digitalkamerasystemen erhöht sich jedoch mit geringer werdendem Abstand die Gefahr eines Spannungsüberschlages. Daher ist ein minimaler Sicherheitsabstand von einem Objekt wie beispielsweise einem Sensor zu einem hochspannungsführenden Bauteil vorgeschrieben bzw. empfohlen. Dies ist insbesondere in der Norm DIN EN 150119 (VDE 01 15601) niedergelegt. Der minimale Sicherheitsabstand hängt von einzelnen Parametern ab und ist beispielsweise unterschiedlich für Wechselspannung und Gleichspannung. Als Faustregel gilt dem Fachmann, dass ein Si-
35

cherheitsabstand von 10 cm mal dem Wert der Hochspannung in Kilovolt nicht unterschritten werden darf. Erfindungsgemäß werden auch elektrische Sensoren unterhalb des typischen Sicherheitsabstandes verwendet. Dafür wird der Sensor mit einer Einrichtung zum Überschlagschutz geschützt.

5

Eine solche Einrichtung kann beispielsweise ein Faraday'scher Käfig um den Sensor sein. Ein Faraday'scher Käfig leitet elektrischen Strom über seine Außenfläche ab, sodass ein Objekt in seinem Inneren nicht stromdurchflossen und mithin geschützt ist. Eine als Faraday'scher Käfig ausgestaltete Einrichtung kann insbesondere Durchbrechungen haben,

10

durch die ein freier optischer Weg von einem optischen Sensor auf das hochspannungsführende Bauteil gerichtet werden kann.

Ein Modul, das als Komponente einen Faraday'schen Käfig umfasst, ermöglicht daher einen verbesserten Schutz von Inspektionseinrichtungen innerhalb des Faraday'schen Käfigs vor Überspannungsschäden und vor elektromagnetischen Störungen.

15

Ein Problem beim Einsatz von elektrifizierten Sensoren in der Nähe von Hochspannungsleitungen und hochspannungsführenden Bauteilen ist die Signalstörung eines elektrifizierten Sensors durch elektromagnetische Abstrahlung. Auch dieses Problem wird durch ein als Faraday'scher Käfig ausgestattetes Gehäuse für den elektrifizierten Sensor ausgeräumt.

20

3.1.3 HOCHSPANNUNGSSCHUTZ DES SENSORS

Bei vielen bildgebenden Inspektionsschritten steigt die räumliche Auflösung und die optische Qualität der aufgenommenen Bilder mit der Nähe von dem optischen Sensor und/oder seinem Objektiv zum zu inspizierenden Gegenstand. Ist der Gegenstand ein aus einer elektrischen Hochspannungsleitung versorgter Zug, so besteht die Gefahr eines Hochspannungsüberschlags von einem hochspannungsführenden Bauteil, wie beispielsweise eine Hochspannungsleitung oder einem Stromabnehmer des Zuges.

25

30

Erfindungsgemäß kann ein Sensor daher zumindest abschnittsweise mit einem Erdungsgehäuse umgeben sein, welches über eine Ableitung, die einen hohen elektrischen Strom tragen kann (wie zum Beispiel 0,5 cm bis 5 cm starke Kupferleitung) mit einer Masse hoher Kapazität elektrisch verbunden ist, mit der vorzugsweise auch das Hochspannungsnetz elektrisch verbunden ist. Für einen bildgebenden Sensor in dem Erdungsgehäuse kann auf dem optischen Weg von Sensor zu einem zu inspizierenden Gegenstand eine Aussparung

35

im Erdungsgehäuse vorgesehen sein. Diese Aussparung kann frei sein oder mit einem zumindest teilweise durchsichtigen optischen Element, wie beispielsweise einer Glasscheibe, verdeckt sein. Das Erdungsgehäuse ist aus einem Material mit hoher Leitfähigkeit, wie zum Beispiel Kupfer oder einem geeigneten Stahl und hat eine Dicke, die auf das Tragen eines maximal zu erwartenden Stroms ausgelegt ist, der bei einem Überschlag von einem hochspannungsführenden Bauteil entstehen kann. Die maximal zu erwartende Stromstärke hängt unter anderem von der Höhe der Hochspannung ab. Beispielsweise kann das Erdungsgehäuse als Faraday'scher Käfig um den Sensor oder sein Gehäuse ausgestaltet sein.

3.1.4 WEITERE AUSGESTALTUNGEN DER MODULE

In noch einer weiteren Ausführungsform ist mindestens eine Inspektionseinrichtung ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus einer Kamera, einer Beleuchtung, einem Laser, einem optischen Sensor, einem optischen Element, einem Infrarot-Sensor, einem Röntgen-Sensor, einem Ultraschall-Sensor, einem Schwingungssensor, einem Mikrophon und einem chemischen Sensor.

Ein Modul kann auch mehrere Inspektionseinrichtungen aufweisen, wie beispielsweise einen Laser und einen optischen Sensor, der das reflektierte Laserlicht detektiert.

Wenn das Modul ein (Richt-)Mikrophon umfasst, ist vorzugsweise eine Innenseite des Erdungsgehäuses mit einem Schalldämmer ausgekleidet. Auch eine akustische Inspektion kann wertvolle Hinweise auf einen Zustand des Fahrzeugs liefern. Beispielsweise können bestimmte Geräusche auf einen Defekt oder Wartungsbedarf in einer bestimmten Fahrzeugkomponente hindeuten.

In ähnlicher Weise kann ein chemischer Sensor in einem Modul beispielsweise einen Ölaustritt am Fahrzeug oder einen Austritt von Kühlmittel aus einer Fahrzeug-Klimaanlage detektieren.

Mögliche in erfindungsgemäßen Modulen aufgenommene Apparaturen können sein:

- optische Inspektionssysteme wie zum Beispiel Kameras, Laserschranken, Infrarot-Wärmebildkameras,
- Röntgenquellen und/oder Röntgendetektoren,
- akustische Detektoren,
- insbesondere erfindungsgemäße Roboterarme,
- Beleuchtungssysteme,

- Datenverarbeitungssysteme,
- insbesondere erfindungsgemäße Reinigungssysteme und/oder
- Antennen.

3.1.5 DATENÜBERTRAGUNG UND STROMVERSORGUNG

5

In einer weiteren Ausführungsform

- umfasst das Modul eine mit der Inspektionseinrichtung verbundene Datenübertragungseinrichtung, wobei die Datenübertragungseinrichtung vorzugsweise eine optische Datenübertragungseinrichtung, besonders bevorzugt ein optisches Kabel, und /oder ein Datenübertragungskabel mit elektrischer Abschirmung und / oder eine drahtlose Datenübertragungseinrichtung umfasst,

10

und / oder

- umfasst das Modul eine mit der Inspektionseinrichtung verbundene Stromversorgungsleitung, vorzugsweise ein abgeschirmtes Stromkabel, besonders bevorzugt ein abgeschirmtes

15

kombiniertes Strom-und Datenübertragungskabel,

und / oder

- umfasst das Modul eine mit der Inspektionseinrichtung verbundene Kontrolldatenübertragungseinrichtung, vorzugsweise ein abgeschirmtes Kontrolldatenübertragungskabel, besonders bevorzugt ein optisches Kontrolldatenübertragungskabel, wobei die Kontrolldatenübertragungseinrichtung bevorzugt von einer Datenübertragungseinrichtung und / oder einer Stromversorgungsleitung galvanisch getrennt an das Erdungsgehäuse angeschlossen ist.

20

Die Datenübertragungseinrichtung dient dabei primär oder ausschließlich zur Übertragung von durch die mindestens eine Inspektionseinrichtung aufgenommenen Daten an eine externe Datenbank.

25

Die Kontrolldatenübertragungseinrichtung dient dabei primär oder ausschließlich zur Übertragung von Steuerbefehlen an das Modul von einer externen Steuereinheit. Steuerbefehle können dabei einerseits Steuerbefehle zum Betrieb der mindestens einen Inspektionseinrichtung, beispielsweise Steuerbefehle zur Aufnahme von Bildern an eine Kamera, und / oder Steuerbefehle an eine Bewegungseinrichtung des Moduls umfassen.

30

Besonders bevorzugt umfasst das Modul ein optisches Datenübertragungskabel, ein Stromversorgungskabel und ein optisches Kontrolldatenübertragungskabel. Das optische Datenübertragungskabel und das Stromversorgungskabel können in einem Kabel kombiniert werden.

35

Vorzugsweise umfasst das Modul mindestens einen Opto-elektrischen Wandler, vorzugsweise innerhalb des Erdungsgehäuses.

- 5 Es ist bevorzugt, wenn die Datenübertragungseinrichtung eine Datenübertragungsrate von mindestens 125 Mbit/s, vorzugsweise mindestens 1 GBit/s, aufweist. Eine derartige Datenübertragungsrate ermöglicht es beispielsweise, eine große Datenmenge an Bildaufnahmen, beispielsweise von mehreren Kameras, simultan ohne Verzögerung an eine externe Datenbank zu übertragen. Dies ermöglicht es beispielsweise auf einen Zeitstempel der jeweiligen Aufnahme zu verzichten und die Daten einfach nach dem Zeitpunkt des Eintreffens in der Datenbank zu sortieren.
- 10

3.1.6 OPTISCHE VERKABELUNG

- Beim Einsatz von elektrifizierten Sensoren in der Nähe von hochspannungsführenden Bauteilen oder Hochspannungsleitungen ist nicht nur die Funktion der Elektrifizierungssensoren durch elektromagnetische Abstrahlung und/oder Ladungseffekte kompromittiert. Ein weiteres Problem ist die störungsfreie Datenübertragung von Sensordaten an eine Recheneinheit. Beispielsweise kann die Datenübertragung durch ein elektrisches Kabel getragen werden, welches mit einer elektrischen Schirmung versehen ist, die üblicherweise auf Parameter einer betreffenden Hochspannung ausgelegt ist.
- 15
- 20

- Diese Lösung ist jedoch vergleichsweise teuer und dient nicht als Standardlösung für beliebige technische Umfelder. Denkbar ist weiterhin eine drahtlose Datenübertragung, beispielsweise via WLAN-Standards. Nachteilig an einer drahtlosen Datenübertragung ist die Störanfälligkeit gegen zum Beispiel elektromagnetisches Rauschen und die Begrenzung der Datenrate durch den Frequenzbereich. Die Begrenzung der Datenrate ist insbesondere problematisch bei Inspektionen eines fahrenden Gegenstandes unter einem zum Beispiel stationären Sensorsystem, bei denen in einem relativ kurzen Zeitintervall, in dem ein inspizierender Abschnitt des fahrenden Gegenstandes einen Erfassungsbereich des Sensorsystems passiert, ein möglichst hohes Datenvolumen erfasst und an eine Recheneinheit übertragen werden soll.
- 25
- 30

- Dieser Nachteil kann beispielsweise durch das Vorsehen einer Speichereinheit zur Zwischenspeicherung von Sensordaten zumindest teilweise behoben werden, aus dem die gespeicherten Daten in einer Zeitspanne an die Recheneinheit übertragen werden können, die höher ist als das Zeitintervall der Datenerfassung.
- 35

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung findet die Datenübertragung nicht elektrisch statt, sondern durch optische Datenübertragung. Die optische Datenübertragung kann kabelgebunden, beispielsweise über eine Anzahl von Glasfaserkabeln oder Plastikfasern (mit Datenraten von bis zu 40 GBit/s), oder nicht kabelgebundenen, beispielsweise über einen Freistrah, der von einem Opto-Elektro-Wandler in ein elektrisches Signal rückübersetzt wird, sein. Durch die drahtlose optische Übertragung kann trotz einer hohen Datenübertragungsrate auf eine aufwendige, störanfällige und eventuell schwer in bestehende Systeme, wie beispielsweise Werkhallen, nachrüstbare Kabelführung verzichtet werden.

10 Dafür muss in oder an dem Sensor, vorzugsweise innerhalb eines Faraday'schen Käfigs, eine Anzahl von Opto-Elektro-Wandlern angeordnet sein, die beispielsweise die elektrischen Signale eines Kamerasensors in optische Signale umwandeln.

Ein erster Vorteil der optischen Datenübertragung ist die Störungsunanfälligkeit gegenüber dem Einfluss durch Hochspannung, beispielsweise durch elektromagnetische Störstrahlung. Ein zweiter Vorteil der optischen Datenübertragung ist, dass die Laufzeitunterschiede von verschiedenen Daten, die über verschiedene optische Wege geleitet werden, aufgrund der höheren Übertragungsrate wesentlich geringer sind als bei elektrischen Leitungen. Dies ist insbesondere dann von Bedeutung, wenn Inspektionsdaten aus mehreren Sensoren miteinander verglichen und ausgewertet werden sollen.

15 20

Dazu ist eine möglichst genaue Synchronisation bezüglich der Erfassungszeit der Inspektionssignale wünschenswert. Zwar können auch größere Laufzeitunterschiede von Inspektionssignalen algorithmisch ausgeglichen werden. Dies ist jedoch mit einer Genauigkeitseinbuße gegenüber synchronisierten Rohdaten und mit einem höheren Aufwand an Rechenhardware und/oder Rechensoftware verbunden. Eine optische Datenübertragung ist auch einfacher und flexibler in bestehende Umgebungen, wie zum Beispiel eine Werkhalle, integrierbar, weil unterschiedlich lange optische Wege zur Datenübertragung die Synchronisation von Messdaten aus unterschiedlichen Sensoren vergleichsweise wenig beeinflussen. Zudem müssen weniger Vorkehrungen bei der Führung optischer Kabel zur Abschirmung geben elektromagnetische Wellen oder Störeinflüsse getroffen werden als bei elektrischen Kabeln.

25 30

3.1.7 DATENSPEICHERUNG

In einer weiteren Ausführungsform umfasst das Modul mindestens einen schnellen Zwischendatenspeicher, der dazu eingerichtet ist, aufgenommene Rohdaten während einer Inspektion zwischenzuspeichern und vorzugsweise ermöglicht, die Rohdaten nach Abschluss der Inspektion an eine lokale oder externe Datenbank weiterzuleiten.

35

Diese Ausführungsform ermöglicht es, die während einer Inspektion aufgenommenen Daten bis zum Ende der Inspektion zu speichern, dann die Module von der Hochspannungsleitung zu entfernen und dann die Daten mit weniger Störungen zu übertragen. Diese Lösung erlaubt es also zumindest teilweise auf teurere optische Datenübertragungseinrichtungen wie optische Kabel und Opto-elektrische Wandler zu verzichten. Andererseits kann der Zwischenspeicher je nach benötigter Datenkapazität ebenfalls die Kosten des Moduls erhöhen.

Diese Ausführungsform kann beispielsweise auch dann vorteilhaft sein, wenn keine Hochgeschwindigkeitsdatenübertragungseinrichtung vorhanden ist, über die die Daten sofort nach ihrer Erhebung an die externe Datenbank übertragen werden könnten.

3.1.8 AKTIVE UND PASSIVE SCHUTZEINRICHTUNGEN

In einer weiteren Ausführungsform umfasst das Modul mindestens eine passive und/oder aktive Schutzeinrichtung, vorzugsweise gegen Umwelteinflüsse wie Wettereinflüsse oder Tiere, zum Schutz von aufgenommenen Rohdaten und/oder zum Schutz der mindestens einen Inspektionseinrichtung.

Eine solche Schutzeinrichtung kann beispielsweise ein Teil des Erdungsgehäuses sein, wie ein Faraday'scher Käfig oder ein isolierendes Innengehäuse sein. Die Schutzeinrichtung kann aber auch extern am Erdungsgehäuse oder um das Erdungsgehäuse herum angeordnet sein. Zwei weitere wichtige Beispiele für eine Schutzeinrichtung in Form von Abwehrmitteln gegen Tiere und einer Umhüllung werden im Folgenden diskutiert.

3.1.9 UMHÜLLUNG

Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung kann ein erfindungsgemäßes Inspektionssystem zumindest teilweise von einer Umhüllung wie einem Zelt, einer Halle, einer Brücke oder einem Tunnel umgeben sein. Die Umhüllung kann eine Anzahl von, beispielsweise ein oder zwei, Öffnungen haben, so dass ein zu inspizierender Gegenstand durch die Öffnungen in die Umhüllung ein- und/oder ausfahren kann. Vorzugsweise sind die Öffnungen an einer Nord- und/oder Südseite der Umhüllung angeordnet, sodass bei tiefem Sonnenstand an einer Ost- oder Westseite der Umhüllung kein für die Inspektion störendes Sonnenlicht in die Umhüllung einfällt. Zum Schutz vor Sonnenlicht und/oder anderen Witterungseinflüssen können die Öffnungen mit zumindest einem Vordach versehen sein.

Das Zelt kann beispielsweise aus einem Gerüst und einer Zeltfläche bestehen. Die Zeltfläche kann staubresistent oder staubabweisend, brandresistent, leitfähig zur Ableitung von elektrischer Ladung oder Spannungsüberschlägen und/oder lichtdurchlässig ausgestaltet sein. Vorteilhafterweise wirkt eine lichtdurchlässige Zeltfläche, die von außen durch eine Leuchtquelle beleuchtet wird, als Mittel zur diffusen und homogenen Ausleuchtung eines Innenbereiches des Zelts.

Des Weiteren kann eine Umhüllung direkte Lichtquellen, die bei der Inspektion störend sind, zumindest teilweise abschatten. Störende Lichtquellen können beispielsweise Leuchtmittel sein, die nicht zum Inspektionssystem gehören oder durch den Tageszyklus oder Wolken variables Sonnenlicht, welches nicht zur optimalen Auflösung des Inspektionszwecks ausgelegt ist und die Vergleichbarkeit von Messungen in verschiedenen Zeitpunkten einschränkt. Eine weitere vorteilhafte Wirkung einer erfindungsgemäßen Umhüllung ist, dass sie als Sichtschutz für Personen, die am Inspektionssystem arbeiten, dient.

Eine Umhüllung schützt also einerseits das Modul selbst gegen Umwelteinflüsse, um beispielsweise vorzeitige Korrosion zu vermeiden. Andererseits erlaubt eine Umhüllung auch die Bedingungen für die Datenaufnahme besser zu standardisieren, um die Vergleichbarkeit der Daten zu verbessern.

3.1.10 VERBINDER

Das Außengehäuse kann zumindest einen Verbinder zur lösbaren mechanischen Verbindung des Außengehäuses mit einem Modulträger eines Inspektionssystems, mit einem weiteren Modul und/oder mit dem Innengehäuse aufweisen, wobei der Verbinder zur Daten- und/oder Energieübertragung ausgelegt ist. Insbesondere kann der Verbinder als Busstecker zum Anschluss an einen Daten- und/oder Energiebus ausgestaltet sein. Vorzugsweise wird das Modul von dem zumindest einen Verbinder an dem Modulträger oder weiteren Modul mechanisch gehalten, oder das Innengehäuse wird von dem zumindest einen Verbinder an dem Außengehäuse mechanisch gehalten, sodass nur wenige, insbesondere keine, zusätzlichen mechanischen Befestigungen notwendig sind.

Durch den Verbinder, der beispielsweise als Steck-, Rast- und/oder Klemmverbinder ausgestaltet sein kann, kann das Modul und/oder das Innengehäuse mit der darin enthaltenen Inspektionseinrichtung auf besonders einfache und schnelle Weise angeschlossen und getrennt werden, beispielsweise um ein defektes Modul oder eine defekte Inspektionseinrichtung auszutauschen oder um das Inspektionssystem für wechselnde Inspektionsaufgaben

umzurüsten. Insbesondere, wenn der Verbinder zur Daten- und Energieübertragung ausgelegt ist, kann das Modul und/oder das Innengehäuse besonders schnell angeschlossen und getrennt werden, da nicht jeweils getrennte Verbinder zur Daten- und Energieübertragung einzeln angeschlossen oder getrennt werden müssen.

5

Der Verbinder kann zumindest ein mechanisches oder elektromechanisches Arretierelement zur mechanisch stabilen Arretierung des Außengehäuses an dem Modulträger, an dem weiteren Modul und/oder an dem Innengehäuse umfassen. Das Arretierelement kann beispielsweise eine Rastelement und/oder eine Verriegelungselement umfassen. Durch das Arretierelement wird sichergestellt, dass die Verbindung des Verbinders nicht unbeabsichtigt, beispielsweise durch Erschütterungen, gelöst wird.

10

Das Arretierelement kann zumindest ein mechanisches oder elektromechanisches Auslösemittel zum Lösen der Arretierung und/oder ein Prüfmittel zum Prüfen einer ordnungsgemäßen Arretierung umfassen, wobei das Modul bevorzugt ein Kommunikationsmittel zur Kommunikation zwischen dem Auslösemittel und/oder dem Prüfmittel und einer externen Steuer- und/oder Überwachungsvorrichtung umfasst.

15

Durch das Prüfmittel, das beispielsweise einen Kontaktsensor und/oder ein Anzeigemittel, beispielsweise zumindest eine Leuchtanzeige, zur Anzeige eines Arretierungszustandes umfassen kann, kann der Arretierungszustand auf einfache Weise, überwacht werden. Insbesondere kann der Arretierungszustand durch eine von dem Modul entfernte Überwachungsvorrichtung, beispielsweise einen Computer, fernüberwacht werden.

20

Durch das Auslösemittel, das beispielsweise einen Elektromotor und/oder einen piezoelektrischen Aktuator, kann die Arretierung bei Bedarf gelöst werden. Vorzugsweise ist zum Lösen der Arretierung ein, mechanischer und/oder elektronischer, Schlüssel notwendig, um ein Lösen durch Unbefugte zu verhindern. Insbesondere das Lösen durch eine von dem Modul entfernte Steuervorrichtung, beispielsweise einen Computer, ferngesteuert werden.

25

Der Verbinder kann korrosionsgeschützte Kontakte zum Anschluss einer Daten- und/oder Energieversorgungsleitung umfassen. Die korrosionsgeschützten Kontakte können ein korrosionsbeständiges Material, beispielsweise Gold, umfassen und/oder feuchtigkeitsgeschützt, insbesondere gemäß der Immissionsschutzklasse IP65, angeordnet sein.

30

Vorzugsweise ist der Verbinder von dem Außengehäuse elektrisch isoliert, damit, insbesondere bei Spannungsüberschlägen, über das Außengehäuse fließende Ströme nicht auf

35

den Modulträger, das weitere Modul und/oder eine an dem Verbinder angeschlossene Energieversorgungs- und/oder Datenleitung übertragen werden.

5 Damit Ströme von dem Außengehäuse schnell und zuverlässig abgeleitet werden können, insbesondere ohne den Verbinder zu beschädigen oder an dem Verbinder Spannungs-
überschläge auf den Modulträger, das weitere Modul und/oder eine an dem Verbinder an-
geschlossene Energieversorgungs- und/oder Datenleitung zu verursachen, weist das Au-
ßengehäuse vorzugsweise eine elektrische Flächenleitfähigkeit von zumindest 1000 Sm auf
10 und umfasst besonders bevorzugt eine Anschlussvorrichtung für eine Ableitung zur
elektrisch leitenden Verbindung des Außengehäuses mit einer Bahnerde oder sonstigen
Erdung.

3.2 MODULARES INSPEKTIONSSYSTEM

15 Eine Ausführungsform betrifft ein modulares Inspektionssystem umfassend mindestens ein Modul nach einer der vorstehenden Ausführungsformen und mindestens einen Modulträger mit dem das mindestens eine Modul mechanisch, insbesondere über zumindest einen vor-
beschriebenen Verbinder, verbunden ist.

20 Ein Modulträger kann beispielweise ein Gerüst umfassen. Weiterhin können eventuelle Be-
wegungseinrichtungen, wie Modulschienen und / oder Roboterarme, der Module am Modul-
träger befestigt sein. Die Ableitung(en) und / oder das / die Stromversorgungskabel und /
oder das / die Datenübertragungskabel und / oder das / die Kontrolldatenübertragungskabel
können von dem / den Modul(en) entlang des / der Modulträger geführt werden.

25 Ein Modulträger kann auch ein Unterboden-Inspektionsträger sein, der zumindest teilweise
unterhalb der Gleise angeordnet sein kann, um eine Unterbodeninspektion des Fahrzeugs
durch (ein) erfindungsgemäße(s) Modul(e) zu ermöglichen. In diesem Fall kann das Inspek-
tionssystem eine transparente Schutzplatte zwischen den Gleisen und dem Unterboden-
Inspektionsträger umfassen, um die Module von eventuell herunterfallendem Schmutz zu
30 schützen.

Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung können erfindungsgemäße Inspektionssyste-
me also modular aufgebaut sein. Ein solches Inspektionssystem kann also ein oder mehrere
Module und /oder ein oder mehrere Modulträger umfassen. Die Module und Modulträger
35 können in Gruppen verbunden sein, sodass beispielsweise mehrere Modulträger mit jeweils

verbundenen Modulen hintereinander entlang der Hochspannungsleitung in Fahrtrichtung des Fahrzeugs angeordnet sind.

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 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.

3.2.1 VERBINDUNG DER MODULE

Das Inspektionssystem kann eine Mehrzahl von Modulen und einen Bus zur Daten- und/oder Energieübertragung umfassen, wobei die Module über den Bus mit einer Datenverarbeitungsvorrichtung und/oder einer Energieversorgungsvorrichtung verbunden sind. Der Vorteil eines Bus zur Daten- und/oder Energieübertragung, insbesondere zur Daten- und Energieübertragung, liegt darin, dass sich auf einfache Weise, insbesondere ohne eine Verkabelung zu ändern, zusätzliche Module, beispielsweise über deren Verbinder, daran anschließen oder vorhandenen Module davon entfernen lassen. Daher ist das Inspektionssystem mit einem Bus besonders einfach zu warten, beispielsweise indem ein defektes Modul ausgetauscht wird, und auf wechselnde Anforderungen, beispielsweise zur Inspektion unterschiedlicher Fahrzeugtypen, umgerüstet werden.

Alternativ zu einem Bus kann jedes Modul über ein eigenes Kabel zur Daten- und/oder Energieübertragung mit einer Datenverarbeitungsvorrichtung und/oder einer Energieversorgungsvorrichtung verbunden sein. Dadurch wird eine besonders hohe Zuverlässigkeit des Inspektionssystems erreicht, weil bei Ausfall eines Kabels nur jeweils ein Modul betroffen ist.

Vorzugsweise umfasst der Bus ein gemeinsames Kabel zur Daten- und Energieübertragung. Durch ein gemeinsames Kabel wird der Installationsaufwand des Inspektionssystems weiter verringert. Eine hohe Daten-Übertragungsrate und Möglichkeit der Energieversorgung bieten beispielsweise übliche Ethernet-Kabel, beispielsweise Cat-6-Ethernet-Kabel. Durch verdrehte Adernpaare und eine elektrisch leitende Umhüllung bieten Ethernet-Kabel außerdem einen hohen Schutz gegenüber elektrischen und magnetischen Störfeldern.

Das Inspektionssystem kann eine Mehrzahl von Modulen umfassen, wobei zumindest zwei, insbesondere gleichartige, Module symmetrisch beidseitig eines Fahrweges des Fahrzeugs angeordnet sind. Insbesondere wenn die Module Kameras als Sensoren enthalten, ist es vorteilhaft, diese beidseitig des Fahrwegs anzuordnen, um eine umfassende Inspektion des Fahrzeugs zu ermöglichen, insbesondere auch von Inspektionsabschnitten oder Inspektionsobjekten, die von einer Seite nicht sichtbar sind, weil sie beispielsweise von anderen Teilen des Fahrzeugs verdeckt werden. Vorzugsweise sind mehrere, beispielsweise zwei, drei, oder vier, Paare gleichartiger Module jeweils symmetrisch beidseitig eines Fahrweges des Fahrzeugs angeordnet. Zwei Module sind im Sinne der Erfindung symmetrisch beidseitig des Fahrwegs angeordnet, wenn sie entlang des Fahrwegs und vertikal auf gleicher Höhe und mit dem gleichen Abstand rechts und links neben dem Fahrweg angeordnet sind.

Das Inspektionssystem kann zumindest eine dem Außengehäuse zumindest eines der Module verbundene Ableitung zur elektrisch leitenden Verbindung des Außengehäuses mit einer Bahnerde oder sonstigen Erdung umfassen, wobei die Ableitung bevorzugt eine Kupferleitung, besonders bevorzugt eine 0,5 cm bis 5 cm starke Kupferleitung umfasst. Die Ableitung kann beispielsweise über eine entsprechende Anschlussvorrichtung mit dem Außengehäuse verbunden sein. Durch die Ableitung wird sichergestellt, dass bei möglichen Spannungsüberschlägen auftretende Ströme zuverlässig abgeleitet werden, ohne das Inspektionssystem zu beschädigen oder Personen zu gefährden.

Das Inspektionssystem kann zumindest ein Leermodul umfassen, dass sich von einem erfindungsgemäßen Modul darin unterscheidet, dass es keine Inspektionseinrichtung enthält. Das Leermodul kann bei Bedarf einfach und schnell, beispielsweise über zumindest einen Verbinder des Moduls, insbesondere ohne Eingriffe in das Inspektionssystem außerhalb des Leermoduls, beispielsweise durch Verlegung zusätzlicher Kabel, mit einer Inspektionseinrichtung ausgestattet werden, um das Inspektionssystem für zusätzliche Inspektionsaufgaben aufzurüsten.

Vorzugsweise ist in zumindest einem, insbesondere in jedem, Modul eine Schnittstelle zur kommunikativen Verbindung und/oder zur Energieversorgung vorgesehen. Es können auch mechanische Verbindungselemente wie zum Beispiel Klickverbindungen, Nuten für Verbindungszapfen, Steckverbindungen oder Schraubverbindungen zur mechanischen Verbindung der Module untereinander oder mit einem Gestell eines Inspektionssystems vorgesehen sein. Beispielsweise kann ein elektrischer Stecker auch die mechanische Verbindung

zwischen den Modulen bewirken und/oder als Datenbus zwischen den Modulen fungieren. Beispielsweise können die Module auch zur drahtlosen Kommunikation eingerichtet sein.

Um die Module in möglichst freier geometrischer Anordnung miteinander kombinieren zu können, können Sie beispielsweise einen dreieckigen, rechteckigen, insbesondere quadratischen, oder hexagonalen Querschnitt haben. Der Querschnitt ist zur besseren Konfigurierbarkeit bevorzugt gleichseitig. Weiterhin können Überbrückungsmodule unterschiedlicher Größe und gegebenenfalls ohne Inspektionseinrichtungen vorgesehen sein.

- 10 In einer weiteren Ausführungsform umfasst das Inspektionssystem mindestens zwei Module, wobei die mindestens zwei Module vorzugsweise:
- direkt an ihren Erdungsgehäusen miteinander verbunden sind, und / oder
 - an einer gemeinsamen Bewegungseinrichtung befestigt sind, vorzugsweise an einem gemeinsamen Roboterarm befestigt sind, und / oder
 - 15 - an einem gemeinsamen Modulträger befestigt sind, und / oder
 - Verbindungssensoren aufweisen, die eine korrekte Verbindung der Module miteinander und/ oder mit Ihrem Modulträger und / oder an Ihrer Bewegungseinrichtung anzeigen.

- Mit dieser modularen Bauweise kann ein Inspektionssystem maßgeschneidert für verschiedenste Messanforderungen bereitgestellt werden. Die Module können sich gegenseitig ergänzen, wie beispielsweise ein Paar Module, bei denen ein Modul ein Signal aussendet, dessen Reflektion das andere Modul auffängt und speichert. So kann zum Beispiel ein Modul mit einem Laser neben einem Modul mit einem passenden optischen Sensor angeordnet sein. In einem anderen Fall kann ein erstes Modul ein optisches Element, wie einen Spiegel
- 25 umfassen, während ein zweites Modul einen optischen Sensor oder eine Kamera umfasst der durch den Spiegel des ersten Moduls einen sonst schwierig zu untersuchenden Teil des Fahrzeuges inspizieren kann. Somit kann es auch sinnvoll sein, zusammenwirkende Inspektionseinrichtungen mit einer gemeinsamen Bewegungseinrichtung zu verbinden, um sie gemeinsam in eine Inspektionsposition, zum Beispiel einen vordefinierten Abstand vom Fahrzeug, zu bringen.
- 30

Ein Verbindungssensor erleichtert die Installation der Module, da der Installateur eine direkte Rückmeldung erhält ob ein Modul korrekt verbunden ist oder nicht. So lassen sich Überspannungsschäden an Modulen nach einer inkorrekten Installation vermeiden.

35

In einer weiteren Ausführungsform sind mindestens zwei Module an eine gemeinsame Stromversorgungsleitung angeschlossen und / oder an eine gemeinsame Ableitung ange-

geschlossen und / oder an eine gemeinsame Datenübertragungseinrichtung angeschlossen und /oder an eine gemeinsame Kontrolldatenübertragungseinrichtung angeschlossen.

Diese Ausführungsform erlaubt es das Inspektionssystem „schlanker“ zu machen, indem unnötige mehrfache Kabelführung vermieden wird. Zusätzlich kann es auch dann sinnvoll sein, mehrere Module nebeneinander anzuordnen, wenn diese zusammenwirken, also beispielsweise ein Modul ein Signal emittiert, dessen Reflektion von einem benachbarten Modul aufgenommen wird. Zusätzlich erlaubt eine kombinierte Kabelführung auch die einzelnen Module besser gegen Umwelteinflüsse abzuschirmen, da nur ein Modul einer Modulgruppe mit einer Ableitung und /oder einem Datenübertragungskabel und /oder einem Stromkabel und /oder einem Kontrolldatenübertragungskabel verbunden werden muss und die sonstigen ungenutzten Anschlüsse in der Modulgruppe (soweit sie nicht die Module untereinander verbinden) versiegelt werden können.

3.2.2 ANORDNUNG DER MODULE

In einer Ausführungsform ist das Inspektionssystem und/oder der Modulträger zumindest abschnittsweise ausgeformt als: I-Träger, L-Träger, U-Träger, O-Träger, C-Träger, n-Träger, Γ-Träger, M-Träger, W-Träger, T-Träger oder OO-Träger, wobei bevorzugt zumindest ein Modul auf einem lateralen Abschnitt eines solchen Trägers zur Inspektion wenigstens einer Seitenfläche des Fahrzeugs, zumindest ein Modul auf einem oberen Abschnitt eines solchen Trägers zur Inspektion eines Dachs des Fahrzeugs und/oder zumindest ein Modul auf einem unteren Abschnitt eines solchen Trägers zur Inspektion eines Unterbodens des Fahrzeugs eingerichtet ist.

Vorzugsweise umfasst das Inspektionssystem mehrere hintereinander entlang der Hochspannungsleitung angeordnete Modulträger, beispielsweise n-Träger und / oder O-Träger, um eine Inspektion des Fahrzeugs von den Seiten, von oben und bevorzugt auch von unten zu ermöglichen. Es ist jedoch auch möglich, das Inspektionssystem auf einen Teil des Fahrzeugs (zum Beispiel das Dach) zu beschränken und den Rest des Fahrzeugs in einem anderen Inspektionssystem zu inspizieren.

Eine Oberleitung kann dann von dem mindestens einen Modulträger zumindest teilweise umgeben sein. Im Falle eines O-Trägers können also beispielsweise die Oberleitung und die Schienen durch den Träger hindurch verlaufen.

W-Träger, M-Träger oder OO-Träger können beispielsweise an zwei- oder mehrgleisigen Strecken installiert werden. Diese werden jedoch häufig stark von Fahrzeugen frequentiert, was eine Durchfahrt durch ein Inspektionssystem bei niedrigen Geschwindigkeiten erschwert. Hinzu kommt, dass ein Vorbeifahren eines anderen Fahrzeugs auf einem parallelen Gleis die Inspektion stören kann. Andererseits erlaubt ein solches Doppelsystem eine leichtere Inspektion von vielen Fahrzeugen im Betrieb, da das Fahrzeug nicht extra auf ein abgelegeneres Gleis gefahren werden muss. Weiterhin sind viele Gleise „Einbahnstraßen“ und dürfen nicht in beide Richtungen befahren werden. Einen Kompromiss bieten hier Abstellanlagen für Fahrzeuge bzw. Schienenfahrzeuge und bestimmte Bahnhofsausfahrten (bspw. von Kopfbahnhöfen), da diese häufig nah an wichtigen Stationen und Strecken angeordnet sind und andererseits niedrige Fahrgeschwindigkeiten erlauben, ohne den Fahrbetrieb zu beeinflussen.

In einer weiteren Ausführungsform ist mindestens ein Modulträger an zumindest einem externen Streckenbauwerk, bevorzugt über eine Einrichtung zur Schwingungsentkopplung, lösbar und/oder mit einem Sicherungsmechanismus, befestigt, wobei das Streckenbauwerk insbesondere ein Tunnel, eine Brücke, ein Hochspannungsmast, ein Träger von Streckensignalanlagen, eine Krananlage oder eine Halle ist.

Diese Ausführungsform hat einerseits den Vorteil, dass das Inspektionssystem besser vor Umwelteinflüssen (wie Regen) geschützt ist und der am einem Streckenbauwerk befestigte Modulträger, beispielsweise gegenüber einem Sturm, stabiler ist. Weiterhin ermöglicht ein Streckenbauwerk, insbesondere ein Tunnel, konstantere Inspektionsbedingungen, beispielsweise da kein oder weniger Sonnenlicht die Inspektion stört. In diesem Fall umfasst das Inspektionssystem bevorzugt mindestens ein Modul mit einer Beleuchtung, um eine standardisierte Beleuchtung für eine oder mehrere Kameras des Inspektionssystems bereitzustellen. Allerdings kann das Umfeld bestimmter Streckenbauwerke auch problematisch sein. Beispielsweise können in einem Tunnel bei einer schnellen Durchfahrt eines Fahrzeuges starke Druckschwankungen und Windstöße auftreten, die die Module negativ beeinflussen oder beschädigen können.

Alternativ kann das Inspektionssystem auch einen kurzen Tunnel und / oder eine Umhüllung umfassen, in dem oder der ein oder mehrere Modulträger angeordnet sind. Auch diese Ausführungsform ermöglicht besser standardisierte Inspektionsbedingungen, ist aber kostenintensiver.

Das Inspektionssystem kann eine Fahrbahn des Fahrzeugs von einer Anzahl von Seiten umgeben. Im Folgenden wird dies am Beispiel eines auf Schienen fahrenden Zuges erläutert. Beispielsweise kann das Inspektionssystem eine Oberseite, Seitenflächen und/oder eine Unterseite des Zuges überwachen. Das Inspektionssystem kann als ein Inspektionstor
5 über den Schienen ausgebildet sein. Insbesondere kann das Inspektionstor eine in Schienenrichtung ausreichende Tiefe haben, um mehrere Sensorsysteme in Schienenrichtung hintereinander anzuordnen.

Denkbar ist auch, dass das Inspektionssystem aus mehreren Trägerelementen besteht, wobei an jedem Trägerelement Inspektionssensoren angeordnet sind, die eine oder mehrere
10 Seiten des Zuges inspizieren können. Trägerelemente können insbesondere U-förmig, L-förmig, im Wesentlichen gerade, halbkreisförmig oder wie ein Bogen eine Ellipse ausgeformt sein. Gemäß einer besonderen Ausführungsform kann ein Trägerelement zumindest teilweise der Querschnittsform des Zuges angepasst sein.

So ist sichergestellt, dass an verschiedenen Stellen des Trägerelements angebrachte Sensoren einen im wesentlichen gleichen Abstand zum Zug haben und unter einem im Wesentlichen gleichen Winkel zur Zugoberfläche stehen. Denkbar ist, dass Sensoren, beispielsweise über eine Modulschienen- oder Zahnradführung am Trägerelement entlang verfahrbar
20 sind. So können mit geringem Hardwareaufwand verschiedene Messaufgaben erfüllt werden.

Die erfindungsgemäßen Module können in beliebiger 2-dimensionaler oder 3-dimensionaler Konfiguration miteinander verbunden werden. Ein Inspektionssystem aus Modulen kann
25 auch mehrere zumindest mechanisch nicht miteinander verbundene Gruppen von Modulen umfassen. Die Module können liegend, stehend oder hängend angebracht werden. Zur Erhöhung der Stabilität von Gruppen aus zahlreichen Modulen kann ein Trägergestell für die Module vorgesehen sein.

Die Module können mit einer Umgebung fixiert werden oder lose in einer Umgebung angeordnet werden. Eine Gruppe aus Modulen mit Kameras kann zum Beispiel lose auf ein Gleisbett gelegt werden. Trotz einer anfänglich eventuell nicht perfekten Ausrichtung an den Gleisen und einer zwischenzeitlichen Verschiebung der Gruppe aus Modulen gegenüber den Gleisen kann die Orientierung der Gruppe aus Modulen bezüglich eines zu inspizierenden
35 fahrenden Zuges im Wege der Bilderkennung eindeutig festgestellt werden. Dies erleichtert die Anordnung und Ausrichtung eines solchen Inspektionssystems und ermöglicht die schnelle Installation auch durch Nichtfachleute.

Zur einfacheren digitalen Auswertung der Inspektionsergebnisse der einzelnen Module kann jedes Modul, bzw. jede Inspektionseinrichtung in einem Modul, mit einer eindeutigen Identifikation wie beispielsweise einer MAC-Adresse versehen werden, die einem Datensatz zugeordnet werden kann.

3.2.3 SENSORSYSTEM

Das erfindungsgemäße Inspektionssystem kann insbesondere ein Sensorsystem mit einer Anzahl von als Sensoren ausgestalteten Inspektionseinrichtungen zur Aufnahme von IST-Rohdaten von zu inspizierenden Inspektionsabschnitten des Fahrzeuges, ein Trägersystem für das Sensorsystem zur Ausrichtung des Sensorsystems auf das 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 gefährlich und beschwerlich 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.

Ein erfindungsgemäßes Sensorsystem kann zumindest eine der folgenden Komponenten umfassen:

- 10 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;
- 15 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.
- 20

3.2.3.1 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 sein. 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 Bauteile, 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.

3.2.3.2 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

5 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.

10

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

15 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.

20

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).

3.2.3.3 OPTISCHE ELEMENTE

25

Erfindungsgemäß können einer Anzahl oder Mehrzahl von optischen Elementen, die einer Linse, einem Polfilter, einem Farbfilter, einem Prisma, einem Zoom-Objektiv, einem Weitwinkel objektiv, 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 Umgebungslight ist, so dass die Messung genauer wird.

30

35

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).

5

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.

10

3.2.3.4 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.

15

20

25

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.

30

Vorteilhafterweise ist der Linienlaser parallel zu einer Schleifleiste des Fahrzeugs aufgefächert. Dadurch kann eine ganze Breite der Schleifleiste quer zur Fahrtrichtung des Fahrzeugs auf einmal erfasst werden und ein, insbesondere bei einem bewegten Fahrzeug aufwändiges und fehleranfälliges, Zusammensetzen mehrerer Einzelaufnahmen der Schleifleis-

35

te entfällt.

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

5 Laser, kann das Inspektionssystem folgende Schutzeinrichtungen umfassen:

- 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,
- 10 • Warnhinweisschilder und/oder
- Lichttaster zum zeitgesteuerten Aktivieren der Laser bei Erkennung eines Fahrzeugs.

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. Führt das Fahrzeug unter der 3D-Messbrücke werden vorteilhafterweise alle Bereiche, in denen sich Personen aufhalten können, insbesondere durch das Fahrzeug selbst abgeschaltet.

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.

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.

3.2.3.1 KAMERAINSPEKTION VON SCHLEIFLEISTEN

Bei der im vorherigen Abschnitt beschriebenen Laservermessung von Schleifleisten ergibt sich das Problem, dass nur eine Oberseite der Schleifleiste vermessen werden kann. Da

aber die Form einer Unterseite der Schleifleiste nicht genau bekannt ist, kann die Dicke der Schleifleiste zwischen Ober- und Unterseite, die zur Bestimmung eines Verschleißes der Schleifleiste relevant ist, nur unzureichend genau gemessen werden.

- 5 Für eine genauere Inspektion der Schleifleisten können je zumindest eine Kamera, insbesondere zwei Kameras, so angeordnet sein, dass sie sich zu einem Inspektionszeitpunkt schräg oberhalb in Fahrtrichtung des Zuges vor und hinter der Schleifleiste befinden.

- 10 Wenn das Blickfeld einer einzelnen Kamera nicht ausreicht, um die gesamte Breite einer Schleifleiste zu erfassen, können mehrere, insbesondere zwei, Kameras nebeneinander angeordnet werden, die jeweils einen Teil der Schleifleiste aufnehmen und deren Bilder zu einem zusammengesetzten Bild der gesamten Schleifleiste zusammengesetzt werden können.

- 15 Ferner sind vorzugsweise Beleuchtungselemente so angeordnet, dass sich zum Inspektionszeitpunkt je ein Beleuchtungselement schräg oberhalb in Fahrtrichtung des Zuges vor und hinter der Schleifleiste und vertikal oberhalb der Schleifleiste befindet.

- 20 Insbesondere können die Kameras und die vor und hinter der Schleifleiste angeordneten Beleuchtungselemente in einem Winkel von 30° bis 60° , insbesondere etwa 45° , gegenüber einer horizontalen Ebene auf die Schleifleiste gerichtet sein.

- 25 Beispielsweise werden mit jeder Kamera je ein Bild mit Beleuchtung in Blickrichtung der Kamera und ein Bild mit Beleuchtung von oben aufgenommen. Auf so belichteten Bildern hebt sich die Schleifleiste gut von einem Hintergrund ab und kann somit präzise vermessen werden. Weiterhin sind Defekte der Schleifleiste, insbesondere Ausbrechungen an einer Oberkante der Schleifleiste deutlich sichtbar und können so zuverlässig detektiert werden.

- 30 Für eine besonders effiziente Auswertung können die Bilder bzw. zusammengesetzten Bilder der Vorderseite und der Rückseite der Schleifleiste jeweils zu einem Summenbild der Vorderseite und einem Summenbild der Rückseite der Schleifleiste addiert werden. In einem solchen Summenbild treten Defekte, die in der Regel mit Reflektionen bei beiden Beleuchtungsarten verbunden sind, besonders deutlich hervor und können daher besonders schnell und zuverlässig detektiert werden.

3.2.4 REINIGUNGSEINRICHTUNG FÜR OPTISCHE ELEMENTE

- Gemäß weiteren Ausgestaltungen der Erfindung können durchsichtige optische Elemente mit aktiven Reinigungseinrichtungen versehen werden. Eine aktive Reinigungseinrichtung ist beispielsweise eine Anzahl von auf eine Oberfläche des optischen Elements wirkenden Scheibenwischern, Gebläsen, Düsen zum Ausspritzen von Reinigungsflüssigkeit oder
- 5 Kombinationen daraus. Diese aktiven Reinigungseinrichtungen können insbesondere ansteuerbar und regelbar ausgelegt sein. Denkbar ist, dass ein optischer Sensor eines Inspektionssystems selbst genutzt wird, mit einem Testbild einen Verschmutzungsgrad zu ermitteln. Wird ein für den Inspektionszweck zu großer Verschmutzungsgrad ermittelt, wird die aktive Reinigungseinrichtung automatisch angesteuert. Vorteilhafterweise können aktive
- 10 Reinigungseinrichtungen, die ein Verbrauchsmaterial wie eine Reinigungsflüssigkeit wie Wasser oder insbesondere Heißwasser benötigen, permanent an ein Versorgungssystem für Reinigungsflüssigkeit angeschlossen sein, um den Wartungsaufwand möglichst gering zu halten.
- 15 Aufgrund von elektrostatischer Anziehung können sich Schmutzpartikel auf elektrostatisch geladenen Oberflächen auch unabhängig von der Ausrichtung der Oberfläche ablagern. Erfindungsgemäß kann daher eine aktive Reinigungseinrichtung auch eine Einrichtung zum elektrischen Ladungsausgleich sein, die eine elektrostatische Aufladung einer Oberfläche von optischen Elementen verhindert. Beispielsweise kann dies durch eine dünne, optische im
- 20 Wesentlichen transparente aber elektrisch leitfähige Beschichtung einer schmutzanfälligen Oberfläche eines optischen Elements realisiert werden. Diese leitfähige Beschichtung kann beispielsweise in elektrischem Kontakt zu einer elektrischen Masse stehen. Eine dünne, im Wesentlichen transparente und dennoch leitfähige Beschichtung kann beispielsweise ein durchsichtiges Medium sein, in dem sich ein stromleitendes Netzwerk von Kohlenstoffnano-
- 25 röhren oder einem leitfähigen Polymer ausbildet. Denkbar ist auch eine dem Fachmann bekannte Antistatikbeschichtung. Im Falle von spiegelnden Oberflächen kann die leitfähige Schicht eine Metallschicht sein, insbesondere die Metallschicht, die auch die Spiegelwirkung erzeugt.
- 30 Erfindungsgemäß können solche Reinigungseinrichtungen oder aktiven Reinigungseinrichtungen für jedes hier genannte schmutzanfällige Element verwendet werden, insbesondere auch für ausgewählte Abschnitte oder Geräte auf dem fahrenden Fahrzeug selbst. Dabei kann die Identifizierung und Lokalisierung solcher Geräte auf einem fahrenden Fahrzeug durch ein erfindungsgemäßes Inspektionssystem erfolgen. Vorteilhaft ist, dass so durch
- 35 Verschmutzung bewirkte Artefakte in den Inspektionsrohdaten vermieden werden, was eine Bilderkennung aufwändiger und fehleranfälliger machen würde.

In einer besonderen Ausführungsform der Erfindung können spiegelnde oder durchsichtige Flächen von optischen Elementen beheizt werden, um ihr Beschlagen mit Kondenswasser oder ihr Vereisen zu verhindern. Erfindungsgemäß können beispielsweise Reinigungsvorrichtungen diese Funktion miterfüllen, wie zum Beispiel ein Gebläse oder eine leitfähige Beschichtung mit einem geeignet hohen elektrischen Widerstand, durch die ein elektrischer Heizstrom geführt wird. Ohne eine solche Maßnahme wäre das gesamte Inspektionssystem bei ungünstigen Witterungsbedingungen nicht zuverlässig, was sich ohne manuelle Inspektion nicht ohne Weiteres auf beispielsweise einen einfachen beschlagenen Spiegel zurückführen ließe.

10 3.2.5 ANORDNUNG DES INSPEKTIONSSYSTEMS

Vorzugsweise ist das Inspektionssystem an einer bestehenden Umgebung, z.B. bestehender Topographie oder bestehenden Trägern an der Fahrstrecke des Fahrzeugs, wie vorhandenen Überbauungen, angeordnet. Ist es eine menschenleere oder verbotene Umgebung, so sinkt der Aufwand zur Absicherung des Ortes. Vorzugsweise nutzt das Inspektionssystem bestehende Infrastruktur, wie Strom, Witterungsschutz, etc.

15 Vorzugsweise findet vor einer Halle, z.B. einer Wartungshalle oder Aufbewahrungshalle für das Fahrzeug, wie einem Lokschuppen oder einer Garage, eine Vorinspektion mit dem Inspektionssystem statt. Das Inspektionssystem diagnostiziert vorzugsweise, ob eine menschengebundene oder eine große Inspektion auf einem teuren Wartungsgleis tatsächlich notwendig ist. Wenn nicht, wird das Inspektionsverfahren nach der Vorinspektion beendet. Ansonsten wird das Inspektionsverfahren nach Verfahren des Fahrzeugs in die Halle oder auf ein Wartungsgleis fortgesetzt.

25 Bevorzugte Orte, um das Inspektionssystem anzuordnen, sind Tunnel allgemein, Sporttunnel, Scheiteltunnel, Basistunnel, insbesondere Tunneleingänge und/oder -ausgänge, Brücken, Unterführungen, Hallen, Waschstraßen, Bahnhofsausfahrten, Abstellanlagen, und hochfrequentierte Bereiche wie Verkehrsknotenpunkte. Basistunnel sind häufig im Querschnitt röhrenförmig ausgestaltet, so dass das Inspektionssystem rundum die Fahrstrecke installierbar ist.

Allgemeiner gesagt kann das Inspektionssystem an einer eingleisigen Bahnstrecke, einer zweigleisigen Bahnstrecke oder auch einer mehr als zweigleisigen Bahnstrecke, wie einer drei-, vier-, fünf-, oder sechsgleisigen Bahnstrecke angebracht werden. Insbesondere 35 Bahnhofsausfahrten, Tunnel und Abstellanlagen können den Vorteil haben, dass dort

Fahrzeuge, vorzugsweise Züge, ohnehin langsam fahren und somit eine genaue Inspektion bei verringerter Datenrate durch das Inspektionssystem ermöglicht wird.

5 Ist das Inspektionstor in einem Innenraum installiert, wie vorzugsweise einem Tunnel, kann in bevorzugten Ausführungsformen die Sensoranordnung in einer Wand des Innenraums fest verankert werden, z.B. im Beton der Tunnelwand.

10 Mehrgleisige Strecken haben oft eine hohe Frequentierung und sind häufig an Verkehrsknotenpunkten zu finden. Bei eingleisigen Strecken ist die Errichtung des Inspektionssystems zwischen zwei Masten möglich, vorzugsweise in Form eines Hallenbaus. Besonders bei Überführungen und Unterführungen als Installationsort für das Inspektionssystem können mechanische Schwingungen die Messbedingungen verschlechtern. Vorzugsweise sind deshalb am Installationsort des Inspektionssystems Schwingungsdämpfer für das Inspektionssystem vorgesehen. So kann die
15 Messgenauigkeit erhöht werden.

Bevorzugte Ausführungsbeispiele für die Einbindung von Infrastruktur in ein Inspektionssystem bzw. Verwendung von Infrastruktur als Teil des Inspektionssystems am Beispiel eines elektrisch betriebenen Eisenbahnzugsystems mit zumindest einer Hochspannungsoberleitung sind in Abschnitt 3.1.3 „Trägersystem“ der internationalen Patentanmeldung
20 PCT/EP2017/078966, der hier durch Bezugnahme aufgenommen ist, dargestellt.

Die erfindungsgemäßen Module und Inspektionssysteme ermöglichen eine automatisierte Inspektion eines fahrenden Fahrzeugs in einer Hochspannungsumgebung, ohne dass eine
25 Person oder das Inspektionssystem in Gefahr gebracht wird. Insbesondere können Schienenfahrzeuge, die mit einer Oberleitung verbunden sind, auch während sie fahren inspiziert werden, ohne dass das Schienenfahrzeug von der Oberleitung getrennt werden muss. Es lassen sich damit unnötige Wartungen, die zeit-, personal- und kostenintensiv sind, vermeiden.

30

4 Figurenbeschreibung

Weitere Vorteile und Ausführungsformen ergeben sich aus den beigefügten Figuren darin aufgeführte technische Merkmale werden auch isoliert von ihrer nur beispielhaft aufgeführten
35 Merkmalskombination beansprucht.

Es zeigen:

Fig.1: eine erste Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Moduls,

Fig. 2: eine zweite Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Moduls,

Fig. 3: eine dritte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen
Inspektionssystems,

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

Fig.1 zeigt eine erste Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Moduls 1 zur Nahinspektion von Fahrzeugen in einer Hochspannungsumgebung. Das Modul 1 umfasst ein Erdungsgehäuse 2, sowie mindestens eine in dem Modul 1 angeordnete Inspektionseinrichtung, beispielsweise mindestens einen in dem Modul 1 angeordneten Sensor. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel könnte die Inspektionseinrichtung beispielsweise eine Kamera sein.

Das Erdungsgehäuse 2 umfasst zum Überspannungsschutz ein leitfähiges Außengehäuse 3 und ein elektrisch isolierendes Innengehäuse 4. Das Innengehäuse 4 weist hier einen transparenten Abschnitt auf, durch den die Inspektionseinrichtung das Fahrzeug inspizieren kann.

Vorzugsweise ist das Außengehäuse 3 im Wesentlichen aus Aluminium gefertigt.

Bevorzugt erfüllt das Innengehäuse 4 die Schutzart IP64, besonders bevorzugt IP67.

Das Erdungsgehäuse 2 weist weiterhin ein Verbindungselement 5 auf, mit dem das Modul 1 beispielsweise an einem Modulträger oder einer Bewegungseinrichtung befestigt werden kann.

Fig. 2 zeigt eine zweite Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Moduls 1 zur Nahinspektion von Fahrzeugen in einer Hochspannungsumgebung. Entsprechende Merkmale sind mit denselben Bezugszeichen wie in Fig. 1 bezeichnet.

In Fig.2 ist zusätzlich zu Fig.1 noch ein Anschluss 6 dargestellt, über den beispielsweise ein optisches Datenübertragungskabel und / oder ein Stromversorgungskabel und / oder ein optisches Kontrolldatenübertragungskabel angeschlossen werden kann / können. Bevorzugt werden jedoch Datenübertragungskabel und Stromversorgungskabel in einem Kabel kombi-

niert. Ein Kontrolldatenübertragungskabel (bspw. für einen Eingang von Steuerungsdaten) ist vorzugsweise galvanisch getrennt von dem Datenübertragungskabel (bspw. für einen Ausgang von Inspektionsdaten) und dem Stromversorgungskabel.

- 5 Eine Ableitung ist vorzugsweise räumlich getrennt von dem Datenübertragungskabel mit dem Erdungsgehäuse 1 verbunden, um Störungen vor allem für die Datenübertragung zu reduzieren.

Fig.3 zeigt ein modulares Inspektionssystem 7 nach einer dritten Ausführungsform der Erfindung. Das Inspektionssystem 7 umfasst eine Mehrzahl von Modulen 1A, 1B, 1C, 1D die mit
10 einem Modulträger 8 verbunden sind. Der Modulträger 8 ist in dieser Ausführungsform ein O-Träger, der das zu inspizierende Fahrzeug 9 in der dargestellten Schnittebene von allen Seiten umgibt. Das Fahrzeug 9 wird über einen Stromabnehmer 10, der an einer Hochspannungsleitung 11 schleift, mit Strom versorgt. Während einer Inspektion fährt das Fahrzeug
15 vorzugsweise mit einer geringen Geschwindigkeit (bspw. im einstelligen km/h-Bereich) durch das Inspektionssystem 7.

Die Module 1A, 1B, 1C, 1D sind in unterschiedlicher Weise modular im Inspektionssystem 7 angeordnet.

20

Das Modul 1A ist an einer Bewegungseinrichtung 12, hier einer vertikalen Modulschiene 12, angeordnet, mit der das Modul 1A gegenüber dem Fahrzeug 9 in vertikaler Richtung verschoben werden kann.

- 25 Das Modul 1B ist an einer kombinierten Bewegungseinrichtung 12, 13, hier einer vertikalen Modulschiene 12 und einem mit der Modulschiene 12 verbundenen Roboterarm 13, angeordnet. Das Modul 1B kann also einerseits durch die Modulschiene 12 in der vertikalen Richtung verschoben werden. Mit Hilfe des Roboterarms 13 kann das Modul 1B in beliebiger Weise näher an das Fahrzeug 9 gebracht werden um eine ideale Inspektionsposition einzu-
30 nehmen. Der Roboterarm 13 kann ein Gelenk und / oder eine Teleskopstange umfassen.

Die Bewegungseinrichtungen 12, 13 können beispielsweise einen Elektromotor und / oder ein Piezoelement umfassen um das jeweilige Modul 1, 1A, 1B, 1C, 1D zu bewegen.

- 35 Drei Module 1C sind in einer Modulgruppe an einer gemeinsamen Bewegungseinrichtung 12, hier einer horizontalen Modulschiene 12, angeordnet. Die Module 1C könnengemeinsam gegenüber dem Fahrzeug 9 in horizontaler Richtung verschoben werden. Die Module 1C

können beispielsweise das Dach des Fahrzeugs 9 und / oder den Stromabnehmer 10 inspizieren.

- Drei Module 1D sind in einer Modulgruppe an einer gemeinsamen Bewegungseinrichtung 12, hier einer horizontalen Modulschiene 12, unterhalb der Schienen des Fahrzeugs 9 angeordnet. Die Module 1D können gemeinsam gegenüber dem Fahrzeug 9 in horizontaler Richtung verschoben werden. Die Module 1D können beispielsweise den Unterboden des Fahrzeugs 9 inspizieren.
- 5 Ein Modul 1, 1A, 1B, 1C, 1D kann eine beliebige Kombination von Bewegungseinrichtungen 12, 13 umfassen, beispielsweise auch nur einen Roboterarm 13 und keine Modulschiene 12 oder eine beliebige vergleichbare Bewegungseinrichtung. Es können auch mehrere Module 1, 1A, 1B, 1C, 1D an einem Roboterarm 13 befestigt werden.
- 10 Das Inspektionssystem 7 ist hier als ein O-Träger mit 9 Modulen dargestellt, es ist jedoch jede beliebige Anzahl an Modulen 1, 1A, 1B, 1C, 1D und Modulträgern 8 vorstellbar. Es können beispielsweise mehrere Modulträger 8 mit Modulen 1, 1A, 1B, 1C, 1D hintereinander entlang des Fahrtweges des Fahrzeugs 8 angeordnet sein.
- 15 Das Inspektionssystem 7 ist als freistehendes Inspektionssystem angedeutet, es ist aber auch möglich das einzelne oder alle Modulträger an bestehenden Streckenbauwerken, wie Tunneln, Brücken oder (Inspektions-)Hallen befestigt sind.
- 20 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), Γ-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 hal-
- 25
- 30

MODUL UND INSPEKTIONSSYSTEM ZUR INSPEKTION VON FAHRENDEN GEGENSTÄNDEN

5

PATENTANSPRÜCHE

1. Modul (1) zur Nahinspektion eines technischen Funktionszustandes eines an dem Modul vorbeifahrenden Fahrzeuges in einer Hochspannungsumgebung, das mindestens eine in dem Modul (1) angeordnete Inspektionseinrichtung zur zumindest optischen Inspektion mindestens eines Inspektionsabschnitts des Fahrzeugs (9), beispielsweise mindestens einen in dem Modul (1) angeordneten optischen Sensor, umfasst,
- dadurch gekennzeichnet, dass
- die mindestens eine Inspektionseinrichtung zumindest abschnittsweise mit einem Erdungsgehäuse zum Überspannungsschutz umgeben ist, wobei das Erdungsgehäuse (3) zumindest ein elektrisch leitfähiges Außengehäuse (4) und ein in dem Außengehäuse (4) angeordnetes und elektrisch isolierendes Innengehäuse (3) umfasst, wobei das Außengehäuse (4)
- a. dazu ausgelegt ist, die Inspektionseinrichtung in einem Abstand von 70 cm von einer eine Hochspannung von 15 kV tragenden Hochspannungsleitung zu betreiben, und/oder
- b. zumindest einen Verbinder zur lösbaren mechanischen Verbindung des Außengehäuses (3) mit einem Modulträger (8) eines Inspektionssystems (7), mit einem weiteren Modul (1) und/oder mit dem Innengehäuse (3) aufweist, wobei der Verbinder zur Daten- und Energieübertragung ausgelegt ist.
2. Modul (1) nach Anspruch 1,
- dadurch gekennzeichnet, dass
- das Außengehäuse (4) eine elektrische Flächenleitfähigkeit von zumindest 1000 Sm, bevorzugt zumindest 4000 Sm, aufweist.
3. Modul (1) nach Anspruch 1 oder 2,
- dadurch gekennzeichnet, dass
- das Außengehäuse (4) zumindest eine, bevorzugt genau eine, Aussparung aufweist, wobei die Aussparung in einem optischen Weg von dem Inspektionsabschnitt zu der Inspektionseinrichtung angeordnet ist.

4. Modul (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Innengehäuse (3) von dem Außengehäuse (4) mechanisch entkoppelt, wobei
das Modul (1) bevorzugt eine Bewegungseinrichtung zur Bewegung des Innenge-
häuses (3) gegenüber dem Außengehäuse (4) umfasst.
5. Modul (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Innengehäuse (3) staubdicht und/oder wasserdicht, bevorzugt der Schutzklasse
IP64, besonders bevorzugt IP67, entsprechend, ausgestaltet ist.
6. Modul (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Verbinder zumindest ein mechanisches oder elektromechanisches Arretierele-
ment zur mechanisch stabilen Arretierung des Außengehäuses (3) an dem Modulträ-
ger (8), an dem weiteren Modul (1) und/oder dem Innengehäuse (4) umfasst.
7. Modul (1) nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Arretierelement zumindest ein mechanisches oder elektromechanisches Auslö-
semittel zum Lösen der Arretierung und/oder ein Prüfmittel zum Prüfen einer ord-
nungsgemäßen Arretierung umfasst, wobei das Modul bevorzugt ein Kommunikati-
onsmittel zur Kommunikation zwischen dem Auslösemittel und/oder dem Prüfmittel
und einer externen Steuer- und/oder Überwachungsvorrichtung umfasst.
8. Modul (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Verbinder von dem Außengehäuse (3) elektrisch isoliert ist.
9. Modul (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Außengehäuse (3) eine Anschlussvorrichtung für eine Ableitung zur elektrisch
leitenden Verbindung des Außengehäuses (3) mit einer Bahnerde oder sonstigen Er-
dung umfasst, wobei die Ableitung bevorzugt eine Kupferleitung, besonders bevor-
zugt eine 0,5 cm bis 5 cm starke Kupferleitung umfasst.

10. Modul (1) nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Anschlussvorrichtung
ein Prüfmittel zum Prüfen eines ordnungsgemäßen Anschlusses der Ableitung an
dem Außengehäuse (3) umfasst, wobei
- 5 a. das Modul bevorzugt ein Kommunikationsmittel zur Kommunikation zwischen
dem Prüfmittel und einer externen Überwachungsvorrichtung umfasst
und/oder
- 10 b. das Prüfmittel bevorzugt zur Freigabe der Daten- und Energieübertragung
durch den Verbinder bei ordnungsgemäßigem Anschluss der Ableitung an dem
Außengehäuse (3) ausgelegt ist.
11. Modulares Inspektionssystem (7) zur Inspektion eines fahrenden Fahrzeugs (9) im
Betriebszustand, umfassend mindestens ein Modul (1) nach einem der vorstehenden
15 Ansprüche und mindestens einen Modulträger (8) mit dem das mindestens eine Mo-
dul (1), insbesondere über zumindest einen Verbinder des Moduls, mechanisch ver-
bunden ist.
12. Modulares Inspektionssystem (7) nach Anspruch 11,
20 gekennzeichnet durch
eine Mehrzahl von Modulen (1) und einen Bus zur Daten- und/oder Energieübertra-
gung, wobei die Module über den Bus mit einer Datenverarbeitungsvorrichtung
und/oder einer Energieversorgungsvorrichtung verbunden sind, wobei der Bus bevor-
zugt ein gemeinsames Kabel zur Daten- und Energieübertragung umfasst.
- 25 13. Modulares Inspektionssystem (7) nach Anspruch 11 oder 12,
gekennzeichnet durch
eine Mehrzahl von Modulen (1), wobei zumindest zwei Module (1) symmetrisch beid-
seitig eines Fahrweges des Fahrzeugs (9) angeordnet sind.
- 30 14. Modulares Inspektionssystem (7) nach einem der Ansprüche 11 bis 13,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Inspektionssystem (7) und/oder der Modulträger (8) zumindest abschnittsweise
ausgeformt ist als I-Träger, L-Träger, U-Träger, O-Träger, C-Träger, n-Träger, Γ-
35 Träger, M-Träger, W-Träger, T-Träger oder OO-Träger, wobei zumindest ein Modul
(1) an einem lateralen Abschnitt eines solchen Trägers zur Inspektion wenigstens ei-

ner Seitenfläche des Fahrzeugs (9), zumindest ein Modul an einem oberen Abschnitt eines solchen Trägers zur Inspektion eines Dachs des Fahrzeugs (9) und/oder zumindest ein Modul an einem unteren Abschnitt eines solchen Trägers zur Inspektion eines Unterbodens des Fahrzeugs (9) eingerichtet ist.

5

15. Modulares Inspektionssystem (7) nach einem der Ansprüche 11 bis 14,

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

mindestens ein Modulträger (8) an zumindest einem externen Streckenbauwerken, bevorzugt über eine Einrichtung zur Schwingungsentkopplung, lösbar und/oder mit

10

einem Sicherungsmechanismus, befestigt ist, wobei das Streckenbauwerk insbesondere ein Tunnel, eine Brücke, ein Hochspannungsmast, ein Träger von Streckensignalanlagen, eine Krananlage oder eine Halle ist.

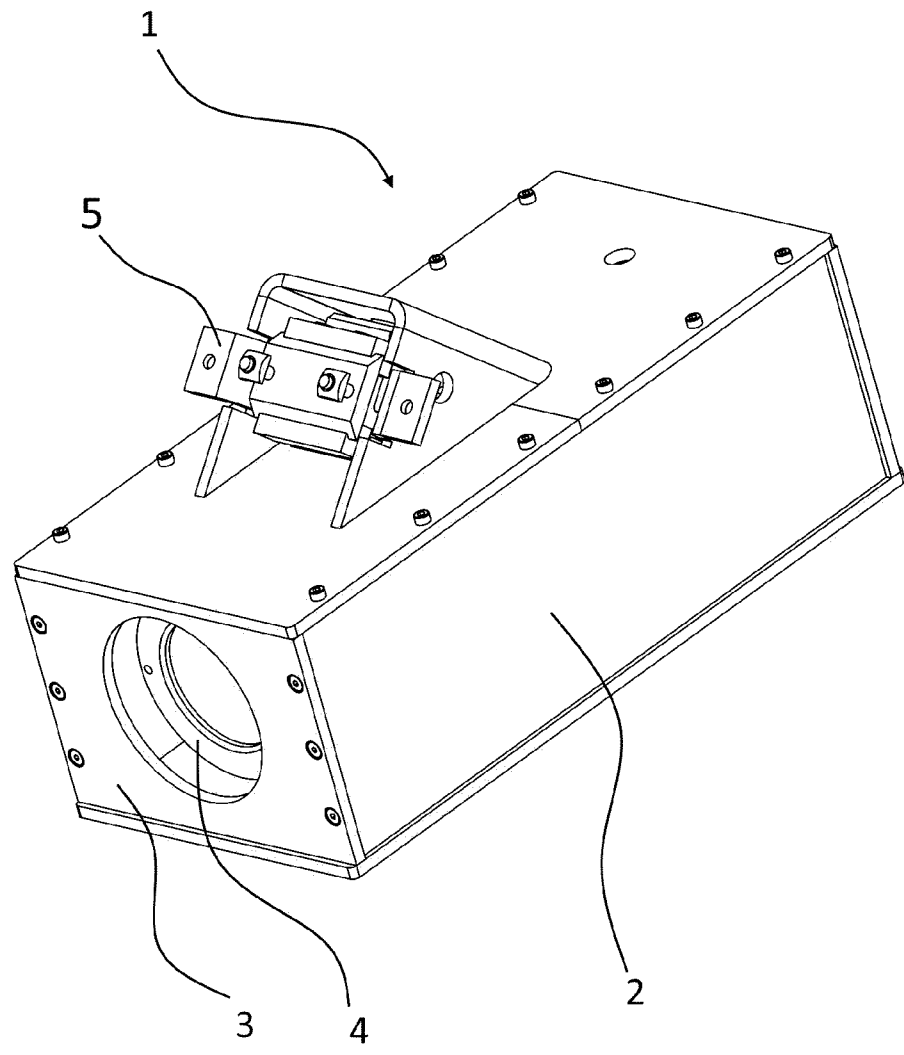


Fig.1

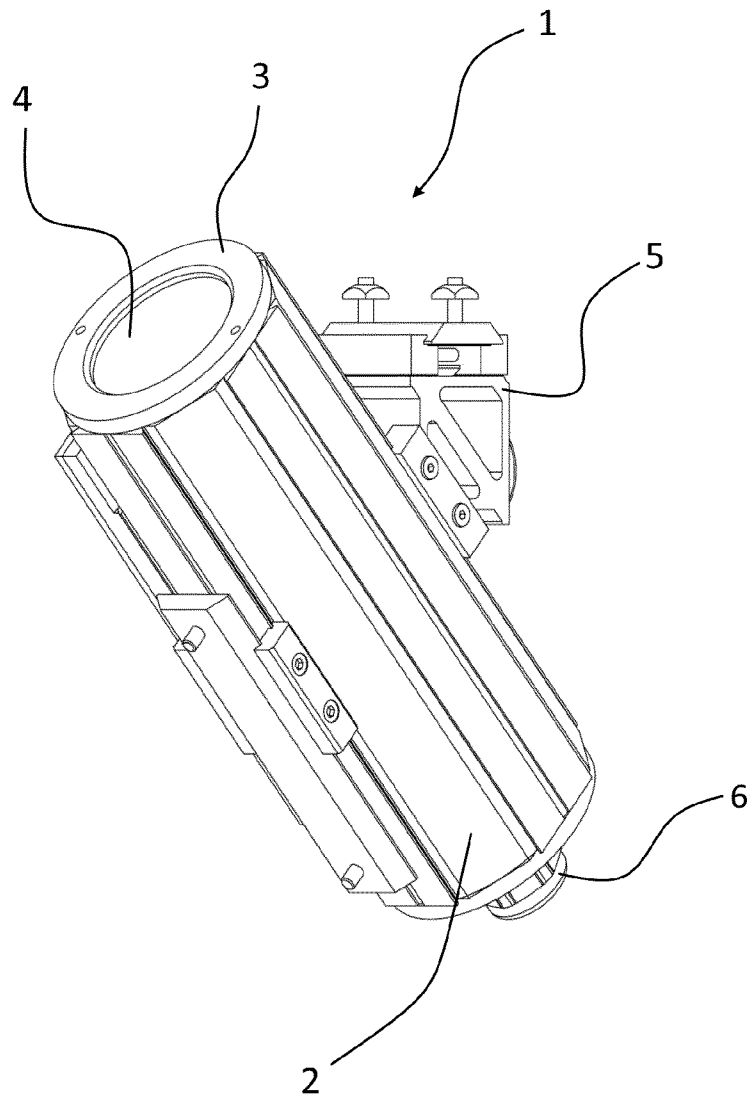


Fig.2

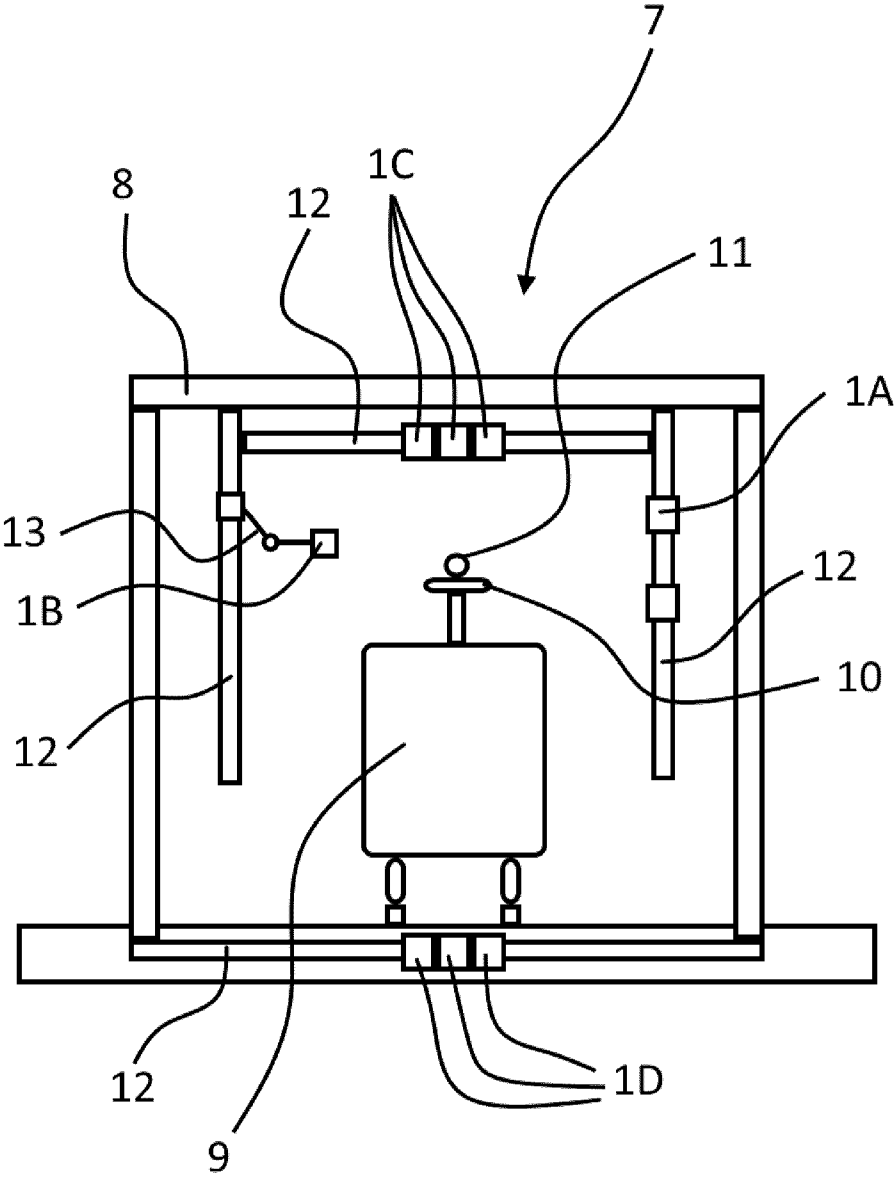


Fig.3

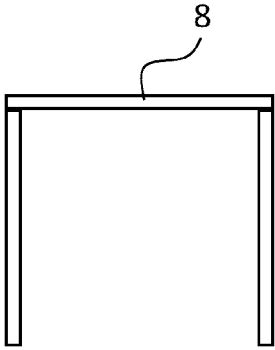


Fig. 4

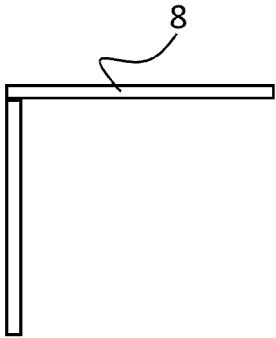


Fig. 5

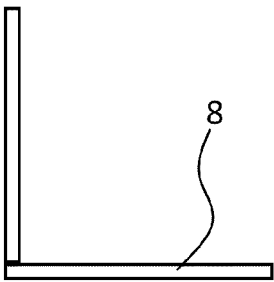


Fig. 6

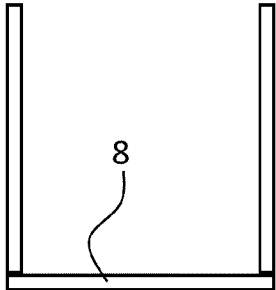


Fig. 7

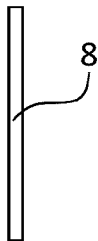


Fig. 8

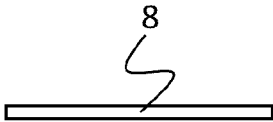


Fig. 9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2018/080948

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**B61L 15/00**(2006.01)i; **B61L 27/00**(2006.01)i; **H01R 33/00**(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B61L; H01R

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2011035983 A1 (SIEMENS AG [DE]; KAISER JOACHIM [DE]; THEUNE NILS-MICHAEL [DE]) 31 March 2011 (2011-03-31) figures 1-3; page 1, lines 7-11 and page 11, lines 5-8	1-15
X	EP 2546120 A1 (ALSTOM TRANSPORT SA [FR]) 16 January 2013 (2013-01-16) figures 1 and 2; paragraphs [0029]-[0042] and [0062]	1-15
A	US 2016108590 A1 (WYDOTIS LEONARD [US] ET AL) 21 April 2016 (2016-04-21) figures 3 and 4; paragraphs [0012], [0013] and [0015]	1-15
A	US 2010128455 A1 (OPHOVEN TIMOTHY M [US] ET AL) 27 May 2010 (2010-05-27) figure 1; paragraphs [0010] - [0013]	1-15

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

20 February 2019

Date of mailing of the international search report

28 February 2019

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Plützer, Stefan

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2018/080948

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
WO	2011035983	A1	31 March 2011	CA	2775394	A1	31 March 2011
				DE	102009043215	A1	19 May 2011
				DK	2483127	T3	20 March 2017
				EP	2483127	A1	08 August 2012
				ES	2621016	T3	30 June 2017
				PL	2483127	T3	30 June 2017
				PT	2483127	T	30 March 2017
				US	2012274759	A1	01 November 2012
				WO	2011035983	A1	31 March 2011
EP	2546120	A1	16 January 2013	EP	2546120	A1	16 January 2013
				ES	2470145	T3	23 June 2014
US	2016108590	A1	21 April 2016	CA	2908750	A1	17 April 2016
				US	2016108590	A1	21 April 2016
US	2010128455	A1	27 May 2010	DE	102009052658	A1	02 June 2010
				FR	2938971	A1	28 May 2010
				GB	2465665	A	02 June 2010
				US	2010128455	A1	27 May 2010

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. B61L15/00 B61L27/00 H01R33/00
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 B61L H01R

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 2011/035983 A1 (SIEMENS AG [DE]; KAISER JOACHIM [DE]; THEUNE NILS-MICHAEL [DE]) 31. März 2011 (2011-03-31) Figuren 1 - 3; Seite 1, Zeilen 7 - 11 und Seite 11, Zeilen 5 - 8 -----	1-15
X	EP 2 546 120 A1 (ALSTOM TRANSPORT SA [FR]) 16. Januar 2013 (2013-01-16) Figuren 1 und 2; Absätze [0029] - [0042] und [0062] -----	1-15
A	US 2016/108590 A1 (WYDOTIS LEONARD [US] ET AL) 21. April 2016 (2016-04-21) Figuren 3 und 4; Absätze [0012], [0013] und [0015] -----	1-15
A	US 2010/128455 A1 (OPHOVEN TIMOTHY M [US] ET AL) 27. Mai 2010 (2010-05-27) Figur 1; Absätze [0010] - [0013] -----	1-15



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

20. Februar 2019

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

28/02/2019

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Plützer, Stefan

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2018/080948

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2011035983 A1	31-03-2011	CA 2775394 A1	31-03-2011
		DE 102009043215 A1	19-05-2011
		DK 2483127 T3	20-03-2017
		EP 2483127 A1	08-08-2012
		ES 2621016 T3	30-06-2017
		PL 2483127 T3	30-06-2017
		PT 2483127 T	30-03-2017
		US 2012274759 A1	01-11-2012
		WO 2011035983 A1	31-03-2011

EP 2546120 A1	16-01-2013	EP 2546120 A1	16-01-2013
		ES 2470145 T3	23-06-2014

US 2016108590 A1	21-04-2016	CA 2908750 A1	17-04-2016
		US 2016108590 A1	21-04-2016

US 2010128455 A1	27-05-2010	DE 102009052658 A1	02-06-2010
		FR 2938971 A1	28-05-2010
		GB 2465665 A	02-06-2010
		US 2010128455 A1	27-05-2010
