

(19)



(11)

EP 1 862 593 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
19.10.2011 Patentblatt 2011/42

(51) Int Cl.:
E01B 35/06^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **07010752.9**

(22) Anmeldetag: **31.05.2007**

(54) **Verfahren und Vorrichtung zum Erfassen des Zustands von Linienbauwerken**

Method and device for detecting the condition of track way

Procédé et appareil pour détecter l'état d'une voie ferrée

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL PL PT RO SE
SI SK TR**

(30) Priorität: **01.06.2006 DE 102006026048**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
05.12.2007 Patentblatt 2007/49

(73) Patentinhaber: **GBM Wiebe Gleisbaumaschinen
GmbH
28832 Achim (DE)**

(72) Erfinder: **Niessen, Jürgen
28357 Bremen (DE)**

(74) Vertreter: **Birken, Lars
Eisenführ, Speiser & Partner
Johannes-Brahms-Platz 1
20355 Hamburg (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**EP-A- 1 582 632 WO-A-00/61419
WO-A-01/90738 DE-A1- 4 340 254**

EP 1 862 593 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Erfassen des Zustands von Linienbauwerken gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1, und eine Vorrichtung zum Durchführen dieses Verfahrens gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 22.

[0002] Unter einem Linienbauwerk wird in diesem Zusammenhang ein sich im Wesentlichen in einer Länge, insbesondere einer Fahrtrichtung erstreckendes Bauwerk, wie beispielsweise ein Gleisweg, eine Strasse, eine Brücke, ein Tunnel, ein Deich oder dergleichen verstanden.

[0003] Die Inspektion von Linienbauwerken wie beispielsweise Gleiswegen ist zur Sicherstellung der Betriebssicherheit in der laufenden Nutzung und zur Qualitätsüberwachung nach erfolgten Umbau- oder Reparaturmaßnahmen eine wichtige Messaufgabe. Unter Gleiswegen sollen in diesem Zusammenhang die direkten Gleisanlagen, d.h. Schwellen, Schienen und Schienenbefestigungselemente, der Gleisunterbau, in der Regel bestehend aus Schotterbett und Planumssehtschicht, sowie das darunter und seitlich liegende Bodenumfeld bzw. Erdreich und bauliche oder natürliche Strukturen, die in das Profil des Gleisfahrgewegs hineinragen oder dazu benachbart sind, verstanden werden. Neben den üblichen, in zeitlich regelmäßigen Abständen durchgeführten Inspektionsvorgängen, welche Verschleißerscheinungen oder durch den Betrieb hervorgerufene Schädigungen aufdecken sollen, hat die Qualitätssicherung nach Neubau oder Umbau eine erhebliche Bedeutung gewonnen.

[0004] Im Zuge der zunehmenden Beanspruchung von Gleiswegen durch hohe Fahrgeschwindigkeiten der Züge und stark frequente Nutzung der Gleiswege wird es in naher Zukunft erforderlich werden, die Zeitintervalle, in denen eine regelmäßige Inspektion durchgeführt wird, erheblich zu verkürzen, um die Betriebssicherheit und Wirtschaftlichkeit sicherzustellen. Aufgrund der durch höhere Achslasten und Fahrgeschwindigkeiten erheblich gestiegenen Beanspruchungen der Gleiswege ist es erforderlich, bei der Inspektion von Gleiswegen weitergehende Analysen durchzuführen, um sich abzeichnende Schädigungen im Gleis- oder Schwellenbereich oder im Bereich des Gleisbettes oder Unterbaus erkennen und beheben zu können, bevor diese eine starke Beschädigung des Gleiswegs verursachen und folglich kostenintensive Reparaturen nach sich ziehen. Es ist aus wirtschaftlichen Gründen wünschenswert, die Anzahl der Inspektionen zu verringern und die Inspektion in einem kurzen Zeitraum durchzuführen, um den durch die Inspektion verursachten Nutzungsausfall des Gleiswegs möglichst kurz zu halten.

[0005] Schließlich ist es für heutige und zukünftige Inspektionsaufgaben erforderlich, die bei der Inspektion gewonnenen Ergebnisse möglichst schnell in einer solchen Weise aufzubereiten, dass Schäden rasch erkannt und behoben werden können. Diese rasche Erkennung

und Zuordnung muss in einem weit verzweigten Streckennetz mit hoher Präzision erfolgen können.

[0006] Aus EP 1 420 113 A2 ist ein Messwagen bekannt, der über ein Gleis bewegt werden kann und an dem ein Laserscanner montiert ist, mit dem das Bettungsprofil einer Schotterbettung eines Gleises abgetastet werden kann, um überschüssigen oder fehlenden Schotter zu orten. Hierzu wird in diskreten Abständen ein Querschnittprofil des Schotterbetts abgetastet und mit einem Soll-Querschnittprofil verglichen, um auf diese Weise Abweichungen des Ist-Werts vom Soll-Wert zu ermitteln. Das Verfahren weist den Nachteil auf, dass nur eine oberflächliche Inspektion eines einzelnen, die Qualität des Gleisweges beeinflussenden Faktors vorgenommen wird und zudem die Auswertung der Daten im Zusammenhang mit dem integrierten Wegsensor aufwendig ist und die nachträgliche Zuordnung von Schotterbettfehlern eine aufwendige nachträgliche Datenverarbeitung erfordert.

[0007] Aus JP 200 506 20 34 A ist ein Messverfahren zur Überprüfung der Höhe und des Verlaufs von Gleisen bekannt, bei dem Prismen an den Gleisen befestigt werden und durch einen Laser abgetastet werden. Das Verfahren weist den Nachteil auf, dass es zwar einzelne Streckenabschnitte, in denen es installiert ist, zuverlässig inspizieren kann, jedoch eine schnelle Inspektion über weite Streckenbereiche entweder zeitlich zu aufwendig oder zu kostenintensiv ist aufgrund der erforderlichen aufwendigen Montage des Systems an den Schienen.

[0008] Aus EP 1 120 493 A2 ist ein Verfahren zur Untersuchung des Zustands des Oberbaus von Schienenwegen bekannt, bei dem durch Eindringen eines Probenrohres in den Oberbau und eine Gammastrahlungsuntersuchung die Dichte des Oberbaus schichtweise bestimmt wird. Das Verfahren weist den Nachteil auf, dass es eine schnelle Untersuchung des Gleiswegs nicht ermöglicht und zudem nur isolierte Parameter über den Zustand des Gleiswegs ermittelt.

[0009] Aus WO 01/90738 A2 ist es bekannt, eine Wirbelstrom-Prüfsonde entlang einer Schiene zu führen und das Signal der Sonde ortsabhängig aufzuzeichnen. Zur Ortsbestimmung wird eine GPS-Einheit verwendet. Das Verfahren weist den Nachteil auf, dass es lediglich einen einzelnen Parameter zur Bestimmung des Zustands einer Schiene erfasst und zudem nur Schäden im oberflächennahen Bereich von verlegten Schienen und Weichenbauteilen detektiert werden können.

[0010] Aus DE 43 40 254 C2 ist schließlich ein Verfahren zur Erfassung des Zustandes des Oberbaus, Unterbaus und Untergrundes von Eisenbahngleisen bekannt, bei dem mittels einer Sende- und Empfangsantenne eines Georadarsystems der Untergrund unterhalb der Gleise erfasst wird. Das Verfahren ermöglicht eine verhältnismäßig schnelle Analyse des Bodenbereichs unterhalb von Gleisen, ist jedoch noch weiter verbesserungsfähig.

[0011] So besteht ein Bedarf für ein Verfahren, bei dem

eine Analyse von Linienbauwerken wie Gleiswegen, insbesondere des Gleisbetts und Bodenbereichs unterhalb und seitlich des Gleises, möglich ist, ohne dass punktuelle Aufschlüsse erforderlich sind.

[0012] Weiterhin besteht ein Bedarf dahingehend, das Verfahren so weiterzubilden, dass eine schnellere und präzisere Erfassung des Zustands des Linienbauwerks, insbesondere des Unterbaus von Gleiswegen möglich ist.

[0013] Es besteht weiterhin ein Bedarf für ein Analyseverfahren für Linienbauwerke, bei dem eine Zuordnung der Messdaten zu Ortungsdaten in präziserer Form erfolgen kann.

[0014] Weiterhin besteht ein Bedarf für ein Analyseverfahren für Linienbauwerke, bei dem die gemessenen Daten solcherart aufbereitet werden, dass die geologischen Schichten und etwaige, kritische geologische Strukturen sowie Fehlstellen im Gleisunterbau schneller erfasst und zugeordnet werden können.

[0015] Weiterhin besteht ein Bedarf für ein Verfahren, welches in der Lage ist, die Betriebssicherheit eines Linienbauwerks umfassend innerhalb eines kurzen Untersuchungszeitraums zu prüfen und zu dokumentieren.

[0016] Diese Aufgaben werden gemäß der Erfindung mit einem Verfahren nach Anspruch 1 und eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 22 gelöst.

[0017] Es ist bevorzugt, dass die Abtastvorrichtung zumindest eine Sensorvorrichtung umfasst, die mittels einer Antennenvorrichtung mit einem elektrischen Dipol eine elektromagnetische Schwingung erzeugt, und die mittels eines Hohlleiters, dessen Querschnittsfläche sich quer zur Ausbreitungsrichtung der elektromagnetischen Schwingung vom Dipol zu einer Austrittsöffnung hin vergrößert, die elektromagnetische Schwingung an die Umgebungsluft koppelt.

[0018] Die Erfindung beruht auf der Erkenntnis, dass zwar mit üblichen Radarantennen eine Abbildung von Bereichen eines Linienbauwerks wie des Unterbaus von Gleiswegen möglich ist, die Radarantenne hierzu jedoch möglichst nahe an die Oberfläche des Linienbauwerks, wie des Gleisbetts herangeführt werden muss und selbst dann die Abbildungsqualität für eine hochauflösende Analyse nicht ausreichend ist. Der geringe Abstand zwischen Linienbauwerk, insbesondere Gleisbettsoberfläche und Antenne verursacht jedoch erhebliche Sicherheitsrisiken bei Kollision mit etwaigen Gegenständen im Bereich des Linienbauwerks. Zudem ist es beispielsweise erforderlich, die Radarantenne im Bereich bestimmter Gleisanlagen, beispielsweise Weichen oder Bahnübergängen, hoch zu setzen. Dies erfolgt nach dem Stand der Technik durch manuelle Betätigung einer Hebevorrichtung, wodurch die Fahrtgeschwindigkeit des Messzuges erheblich vermindert wird.

[0019] Indem man eine Antennenvorrichtung mit einem solchen Hohlleiter verwendet, kann der Abstand zwischen Linienbauwerk, insbesondere Gleisbett und Antenne erhöht werden und hierdurch einerseits eine Luftankopplung erreicht werden, wodurch größere Ab-

stände zwischen Antenne und Boden möglich werden und hierbei die Sicherheit der Vorrichtung auch bei schnellen Fahrgeschwindigkeiten des Messwagens sichergestellt werden. Die spezielle Antennenanordnung stellt einerseits eine ausgeprägte Richtcharakteristik bereit, sodass die elektromagnetische Schwingung in einer Richtung mit einem geringen Öffnungswinkel ausgesendet wird. Die erfindungsgemäße Antennenvorrichtung kann eine oder mehrere solcher Antennenvorrichtungen mit Hohlleiter aufweisen: Die Antennenvorrichtungen können senkrecht in Richtung des Bodens abstrahlen oder gegenüber der Senkrechten geneigt sind, um in einer schrägen Richtung in den Boden hinein zu messen, beispielsweise um von seitlich unterhalb eines Gleises zu messen oder die Bodenbereiche seitlich vom Gleis zu messen. Es hat sich für die Vermessung von Gleiswegen gezeigt, dass insbesondere eine mittig zwischen den beiden Gleissträngen angeordnete Antennenvorrichtung mit senkrechter Abstrahlrichtung eine besonders günstige Erfassung des Unterbaus von Gleiswegen ermöglicht. Die Antennenvorrichtung mit Hohlleiter kann in einem sicheren Höhenabstand oberhalb des Gleises angeordnet werden, so dass Kollisionen mit sonstigen Gleisanlagen, Bauteilen oder Fremdkörpern ausgeschlossen werden können.

[0020] Bei einer ersten vorteilhaften Fortbildung ist es bevorzugt, dass die Abtastvorrichtung mit einer weiteren Sensorvorrichtungen das Linienbauwerk abtastet, wobei die weitere Sensorvorrichtung vorzugsweise nach einem unterschiedlichen Messverfahren als die Antennenvorrichtung arbeitet. Hierdurch wird eine Multisensorvorrichtung im erfindungsgemäßen Verfahren eingesetzt, welche zumindest zwei, vorzugsweise mehr als zwei Sensorvorrichtungen umfasst, insbesondere Sensorvorrichtungen, die mit unterschiedlichen Messverfahren arbeiten. Hierdurch wird es bei hochpräziser örtlicher Zuordnung der unterschiedlichen Messergebnisse möglich, eine differenzierte Darstellung des untersuchten Linienbauwerks zu erhalten.

[0021] Insbesondere ist es bevorzugt, wenn mit der Antennenvorrichtung ein Gleisunterbau und Boden im Bereich zwischen Schienen und vorzugsweise auch unter diesen Schienen abgetastet wird. Die Abtastung dieses Bereichs mittels der Antenne ermöglicht bei Vermessung von Gleiswegen eine sichere Beurteilung des besonders wichtigen Bereichs zwischen und unter den Schienen.

[0022] Weiterhin ist es bevorzugt, dass die Antennenvorrichtung im Radarfrequenzbereich arbeitet. Der Radarfrequenzbereich beinhaltet Frequenzen, die sowohl eine differenzierte Darstellung geologischer Schichten ermöglichen als auch eine ausreichende Eindringtiefe in den untersuchten Bodenbereich aufweisen.

[0023] Das erfindungsgemäße Verfahren kann weiter fortgebildet werden, indem die geographische Position durch ein satellitengestütztes Ortungssystem ermittelt wird. Hierdurch wird die Kombination einer Radarvermessung des Untergrundes von Gleiswegen mit einer

satellitengestützten Ortung, beispielsweise mittels GPS, bereitgestellt und somit einerseits eine genaue Standortbestimmung und andererseits eine schnelle Datenauswertung erzielt.

[0024] Dabei ist es besonders bevorzugt, wenn die Daten des satellitengestützten Ortungssystems mit den Daten einer Streckendatenbank zur Ortsbestimmung und/oder mit einem Dopplerradar zur Geschwindigkeitsbestimmung abgeglichen werden. Die Genauigkeit derzeit verfügbarer Satelliten-Navigationssysteme ist für viele Anwendungsfälle bei der Erfassung von Gleiswenzuständen nicht ausreichend, um eine rasche Lokalisierung aufgefundener Fehlstellen zu ermöglichen. Ein Streckennetz wie beispielsweise für Gleiswege, Straßenführungen oder dergleichen verfügbar, mit seinen exakten Daten bezüglich Richtungen, Radien, Verzweigungen und Längen einzelner Streckenabschnitte ist in den Streckennetzen vieler Länder in einer Streckendatenbank abgelegt. Bei Abgleich der durch Satellitennavigation erhaltenen Daten mit den Daten einer solchen Streckendatenbank kann die Genauigkeit der Positionsbestimmung erheblich gesteigert werden. Dies kann beispielsweise erfolgen, indem aus den durch Satellitennavigation erhaltenen Daten typische charakteristische Daten der Streckendatenbank berechnet werden und durch Vergleich der berechneten Daten mit den in der Streckendatenbank gespeicherten Daten eines zuvor eingeschränkten Streckenbereichs eine exakte Standortbestimmung erfolgen. Als Abgleich wird hierbei verstanden, dass mit dem Satelliten-Ortungssystem bestimmte Positionen und Positionsverschiebungen mit den Gleiswegen des Streckendatennetzes verglichen werden und anhand aufgefundener Kongruenzen bzw. Ähnlichkeiten eine exakte Positionsbestimmung erfolgt.

[0025] Mittels eines zusätzlichen oder alternativen Abgleichs der durch Satellitennavigation erhaltenen Positionsdaten mit den relativen Daten eines Dopplerradars oder den absoluten Daten einer Streckendatenbank kann die Genauigkeit der Navigation erheblich verbessert werden und somit eine Genauigkeit von bis zu einem Meter erzielt werden. Unter Abgleich soll in diesem Zusammenhang verstanden werden, dass einerseits die mit dem Dopplerradar ermittelte Geschwindigkeit bzw. daraus errechnete Distanz mit derjenigen des Satellitenavigationssystems verglichen wird und ein Abweichungsfaktor bestimmt wird und dieser Abweichungsfaktor als Korrekturwert der mit dem Satellitenavigationssystem erhaltenen Daten verwendet wird. Des weiteren kann mittels der Dopplerradar-Daten ein Streckenabschnitt oder Zeitraum überbrückt werden, in dem kein Satellitenempfang möglich ist, beispielsweise in Tunnels. In diesem Fall wird eine Extrapolation der bisherigen, gefahrenen Richtung anhand der Dopplerradardaten vorgenommen und der aktuelle Standort berechnet.

[0026] Erfindungsgemäß werden die mit der Antennenvorrichtung ermittelten Daten mit Referenzdaten vorbekannter geologischer Schichtzusammensetzungen, die in einer Referenzdatenbank abgelegt sind, mittels ei-

ner digitalen Datenverarbeitung verglichen und bestimmten geologischen Schichtzusammensetzungen zugeordnet.

[0027] Bei einer ausreichenden Auflösung der mit der Radarvorrichtung ermittelten Daten geben typische geologische Schichtzusammensetzungen ein charakteristisches Radarsignal ab, welches auf die konkrete Schichtzusammensetzung der gemessenen Schicht schließen lässt. Hierbei kann eine erhebliche Differenzierung erfolgen und beispielsweise ein Schotterbett aus neuem Schotter mit scharfen Kanten von einem Schotterbett aus altem Schotter mit abgerundeten Kanten und verschmutztem Schottergestein unterschieden werden. Dieser Aspekt der Erfindung geht das Problem an, dass eine Auswertung der Daten über lange Streckenabschnitte nur durch aufwendige Analyse durch einen Fachmann für jeden einzelnen Quer- bzw. Längsschnitt erfolgen kann und somit sehr zeitaufwendig ist. Verschiebungen von geologischen Schichten oder Veränderungen geologischer Schichten, wie beispielsweise Hohlraumbildungen oder Flüssigkeitseindringungen können auf diese Weise erst nach langer Auswertungszeit erkannt werden. Dieser Nachteil kann erheblich verringert werden, wenn anhand von Referenzdaten ein Vergleich und eine Zuordnung der gemessenen Daten mit vorbekannten geologischen Schichtzusammensetzungen erfolgt. Auf diese Weise kann die Auswertung sich darauf beschränken, Unregelmäßigkeiten in erkannten geologischen Schichten aufzusuchen und unerkannte geologische Schichten zu untersuchen bzw. den Verlauf der bekannten geologischen Schichten zu verfolgen. Diese Untersuchungsmaßnahmen verursachen erheblich weniger Zeitaufwand als die Einzelanalyse mit Zuordnung und Prüfung jeder einzelnen mit der Radarvorrichtung ermittelten Daten.

[0028] Der Vergleich und die Zuordnung mittels digitaler Datenverarbeitung kann durch Vergleich der Radardaten in bestimmten Flächenabschnitten oder Volumenabschnitten mit den in der Referenzdatenbank abgelegten Daten unter Berücksichtigung eines bestimmten Toleranzbereichs erfolgen, um auf diese Weise eine Zuordnung der Schichtzusammensetzung vorzunehmen. Die automatische Identifikation der geologischen Schichtstruktur ermöglicht eine wesentlich schnellere Auswertung der erhaltenen Messdaten und somit eine schnellere Auffindung möglicher kritischer Schichtstrukturen, Schichtstrukturveränderungen oder Fehlstellen in den Schichtstrukturen.

[0029] Dabei ist es besonders bevorzugt, dass die Zuordnung durch eine Visualisierung der Schichtstrukturen aus den gemessenen Radardaten und einen Vergleich dieser Schichtstrukturen mit den zuvor aus Radardaten visualisierten Schichtstrukturen geologischer Schichten mit vorbekannter Schichtzusammensetzung erfolgt. Diese Visualisierung ermöglicht einem Benutzer der Vorrichtung, der nicht zwangsläufig ein Radarfachmann sein muss, Unregelmäßigkeiten in bekannten Schichten oder ungünstige Schichtzusammensetzungen auf einfache

Weise zu erkennen sowie sich ändernde Verläufe von Schichtstrukturen sofort zu erkennen.

[0030] Weiterhin ist es bevorzugt, dass die Schichten in zweidimensionalen Schnittansichten, insbesondere Quer- und Längsschnitten durch bzw. entlang des Gleiswegs, auf einer Bildausgabevorrichtung angezeigt werden und die Schichtzusammensetzungen durch vorzugsweise genormte Symbole oder Flächenausfüllungen visualisiert werden. Auf diese Weise wird dem Benutzer des erfindungsgemäßen Verfahrens eine Darstellung der Messdaten zur Verfügung gestellt, die eine schnelle, nachvollziehbare Auswertung ermöglicht.

[0031] Es ist weiterhin bevorzugt, dass während des Datenerfassungsvorgangs mit der Antennenvorrichtung das Oberflächenprofil oder Abschnitte des Oberflächenprofils des Gleiswegs mittels einer Laserabtastrvorrichtung abgetastet wird, vorzugsweise mittels senkrecht zur Fahrbewegung des Messwagens oszillierendem Abtasten durch den Laserstrahl. Dies ermöglicht es, beispielsweise bei der Vermessung von geschotterten Gleiswegen, dass fehlender oder überschüssiger Schotter detektiert wird und dient so einer Qualitätsüberwachung der Gleiseinbettung. Insbesondere kann so eine dreidimensionale Ansicht des Oberflächenprofils ermittelt werden, die eine umfassende Bewertung des Schotterbettungsprofils erlaubt.

[0032] Weiterhin ist es bevorzugt, wenn während des Datenerfassungsvorgangs mit der Antennenvorrichtung die Umgebung und/oder die Oberfläche des Linienbauwerks mittels einer digitalen Bilderfassungsvorrichtung erfasst wird. Durch diese Fortbildung wird einem Benutzer einerseits die Zuordnung bestimmter Daten des ermittelten Datensatzes zu bestimmten Örtlichkeiten erleichtert und auf diese Weise die Auswertungsmöglichkeit verbessert. Weiterhin können mit dieser Fortbildung ergänzende Daten bereitgestellt werden, die für die Erfassung des Zustands des Linienbauwerks maßgeblich sind.

[0033] Dabei ist es weiterhin bevorzugt, dass mit der digitalen Bilderfassungsvorrichtung die Fahrdrasteinrichtungen oder Teile der Fahrdrasteinrichtungen des Gleiswegs, die Oberfläche und der Fahrkantenbereich beider Schienenstränge des Gleiswegs, und/oder die Oberfläche der Schwellen und/oder einer festen Fahrbahntrasse aufgezeichnet werden.

[0034] Diese Fortbildung der Erfindung verbessert den Nachteil bekannter Verfahren dahingehend, dass ein Inspektionsverfahren für Gleiswege bereitgestellt wird, bei dem zugleich auch eine umfassende Bilderfassung mehrerer relevanter Untersuchungsbereiche erfolgt. Es können so Beschädigungen des Fahrdrahtes des Gleiswegs anhand einer Auswertung der digitalen Bilddaten erkannt werden. Zudem können Ausbrüche, Risse oder Verschleißbereiche in der Oberfläche oder im Fahrkantenbereich der Schienenstränge erfasst und dargestellt werden. Dies wird vorzugsweise durch senkrechte oder leicht schräge Aufnahmerichtung auf die Oberfläche der Schienenstränge mittels zweier einzelner digitaler Bilder-

fassungseinrichtungen vorgenommen, die vorzugsweise jeweils von innen schräg auf die Schienenstränge gerichtet sind. Auf diese Weise kann insbesondere der Verschleißzustand der Fahrkanten ermittelt werden und gegebenenfalls erforderlichen Maßnahmen zur Verlängerung der Standzeit der Schiene oder zur Behebung starker Verschleißerscheinungen vorgenommen werden. Weiterhin ermöglicht diese Fortbildung einerseits die leichtere Zuordnung von Fehlstellen, die mittels einer Radar- oder Laseruntersuchung detektiert worden sind, zu einer bestimmten Stelle entlang des Gleiswegs, da diese anhand der zugleich erfassten Bilddaten besser aufgefunden werden kann. Dies kann einerseits ein besseres Zurechtfinden eines Benutzers innerhalb der untersuchten Umgebung anhand der zusätzlichen Bilddaten oder eine direkte Zuordnung der Bilddaten zu den Radardaten oder Laserabtastdaten erlauben.

[0035] Andererseits ermöglicht diese Fortbildung des Verfahrens auch, dass neben der Radar- oder Laseruntersuchung eine differenzierte zusätzliche Untersuchung sicherheitsrelevanter Merkmale aus der Umgebung und/oder der Oberfläche des Gleiswegs erfolgt. Auf diese Weise kann mit dem erfindungsgemäßen Verfahren eine zeitgleiche Erfassung relevanter Radar- oder Laserdaten und relevanter Bilddaten erfolgen, die eine umfassende Beurteilung des Zustands des Gleiswegs erlaubt. Die digitale Bilderfassungsvorrichtung kann dabei beispielsweise mit einer zeilenabtastenden Videokamera erfolgen. Weiterhin kann die digitale Bilderfassung durch in diskreten Abständen aufgenommene digitale Einzelbilder erfolgen, deren Abstand vorzugsweise so gewählt ist, dass sich anhand der aufgenommenen Bildabschnitte eine lückenlose Abbildung des Gleiswegs ergibt. Vorzugsweise werden mehrere digitale Bilderfassungsvorrichtungen verwendet, insbesondere digitale Video- oder Fotokameras, die versetzt zueinander und/oder in unterschiedlichen Ausrichtungen relevante Ausschnitte der Umgebung und/oder des Gleiswegs erfassen.

[0036] Schließlich eignet sich diese Fortbildung auch für die Analyse fester Fahrbahntrassen. Diese sind typischerweise aus Beton gefertigt und werden zunehmend für Hochgeschwindigkeitsfahrtrassen verwendet. Für solche Trassen werden Schwellen aus Beton verwendet. Bei diesem Material ist es erforderlich, in regelmäßigen Abständen eine Überprüfung auf Risse durchzuführen, was in komfortabler Weise durch eine digitale Bilderfassung der Oberfläche der Bauteile erfolgen kann. Dabei kann vorzugsweise eine digitale Bildauswertung erfolgen, die die Risse automatisch detektiert und markiert.

[0037] Die digitale Bilderfassung kann weiter fortgebildet werden, indem mit der digitalen Bilderfassungsvorrichtung die Befestigungselemente der Schienen an den Schwellen aufgezeichnet werden und vorzugsweise durch eine digitale Bildauswertung automatisch auf Vorhandensein und richtige Lage geprüft werden. Befestigungselemente zwischen Schiene und Schwelle können sich lockern oder durch Vandalismus gelockert oder sogar entfernt werden. Eine Überprüfung dieser Befesti-

gungselemente in regelmäßigen Abständen ist erforderlich und kann vorzugsweise mit dem erfindungsgemäßen Verfahren erfolgen. Hierbei ist es, wie zuvor beschrieben, bevorzugt, mittels digitaler Bildauswertung eine automatische Detektion einer eventuellen Lockerung oder eines Fehlens dieser Befestigungselemente zu detektieren und anzuzeigen.

[0038] Gemäß eines weiteren Aspekts der Erfindung wird das eingangs genannte Verfahren oder die zuvor beschriebenen Verfahrensfurtherbildungen weiter fortgebildet, indem mit der Antennenvorrichtung, der digitalen Bilderfassungsvorrichtung und/oder der Laserabtastvorrichtung die Wandung eines Tunnels untersucht wird. Die Führung von Gleiswegen durch Tunnels hat im Zuge der Trassenmodernisierung zunehmend Bedeutung gewonnen. In diesem Zusammenhang ist es erforderlich, auch die Wandung von Tunnels, d.h. Tunneloberbau, Ulmen in regelmäßigen Abständen zu prüfen, um lockeres Gestein oder Feuchtigkeit zu detektieren. Weiterhin ist es nach dem Bau eines Tunnels zur Bauabnahme oftmals vorteilhaft, diese Parameter zu überprüfen und die Felsdicke zu ermitteln. Dies kann mit dem erfindungsgemäßen Verfahren in vorteilhafter Weise ausgeführt werden, indem mit der Antennenvorrichtung die Wandung des Tunnels untersucht wird. Hierzu muss die Antennenvorrichtung zumindest eine Antenne aufweisen, die entsprechend zur Tunnelwand ausgerichtet ist. Vorzugsweise umfasst die Antennenvorrichtung mehrere Antennen, insbesondere Radarantennen die vorzugsweise in senkrechter Richtung zur Tunnelwandung messen.

[0039] Es hat sich dabei überraschend herausgestellt, dass mit der erfindungsgemäßen Antennenvorrichtung mit Hohlleiter auch eine beabstandete durchgeführte Abtastung der Tunnelwandung durchgeführt werden kann und hierbei die Tunnelwandoberfläche dargestellt und ein Reliefnachweis geführt werden kann. Auf diese Weise können Ausbrüche, vorstehende Bauelemente oder Versätze in der Tunnelwandung erfasst werden, was mit bisher bekannten Methoden nicht in einer vertretbaren Zeitspanne möglich war.

[0040] Das erfindungsgemäße Verfahren kann hinsichtlich aller erfindungsgemäßer Verfahrensaspekte und -fortbildungen weiter fortgebildet werden, indem die mit der Antennenvorrichtung und/oder der digitalen Bilderfassungsvorrichtung und/oder der Laserabtastvorrichtung gemessenen Daten durch eine digitale Datenauswertung analysiert werden und hierbei Schichtgrenzen und/oder Fehlstellen durch Vergleich mit Referenzdaten und/oder durch Vergleichen der lokalen gemessenen Daten mit einem über einen bestimmten Umgebungsbereich gemittelten Daten und/oder durch Vergleichen benachbarter Daten oder Datenbereiche identifiziert und markiert werden.

[0041] Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren können so insbesondere gleichzeitig während einer einzigen Messfahrt eine Reihe unterschiedlicher Messdaten ermittelt werden, beispielsweise Radarmessdaten zur Inspektion des Unterbaus des Gleiswegs, Bildmessdaten

zur Inspektion der Oberfläche des Oberbaus des Gleiswegs, des Fahrdrabes sowie der Umgebung und laserermittelte Messdaten zur Überprüfung der Lage von Gleis und Schwellen oder des Schotterbetts. Die Auswertung dieser Daten muss oftmals in kurzer Zeit erfolgen und die Auswertungszeit kann maßgeblich reduziert werden, wenn von der bekannten manuellen Begutachtung der Daten abgegangen wird und eine automatische Analyse durch Vergleich mit Referenzdaten vorgenommen wird. Hierbei kann entweder ein Vergleich lokaler Daten mit gemittelten Daten erfolgen, um Abweichungen vom gemittelten Normalzustand zu detektieren.

[0042] Weiterhin kann das erfindungsgemäße Verfahren hinsichtlich aller Aspekte und Fortbildungen fortgebildet werden, indem jede automatisch oder manuell erkannte Fehlstelle in eine von mindestens zwei Gruppen einsortiert wird und diese Gruppen die zu ergreifenden Maßnahmen zur Behebung der Fehlstelle charakterisieren. Dies ermöglicht eine schnelle Übersicht über den gesamten Zustand eines Linienbauwerks und verbessert die Koordinierung von Reparaturmaßnahmen erheblich. Insbesondere ist diese Fortbildung vorteilhaft, wenn das erfindungsgemäße Inspektionsverfahren im Zusammenhang mit unmittelbar folgenden Reparaturmaßnahmen, gegebenenfalls sogar unmittelbar angekoppelt an den Messwagen, eingesetzt wird, um eine schnelle Entscheidung über die Art und Weise der Reparatur einer Fehlstelle zu treffen. Die Einsortierung in die Gruppen erfolgt dabei anhand des Ausmaßes bzw. der Art und Weise der erkannten Fehlstelle und den aus zuvor durchgeführten Reparaturen bekannten Maßnahmen, die zur Behebung einer solchen Fehlstelle erforderlich sind. Unter Maßnahme kann hierbei auch eine präventive Bearbeitung verstanden werden, die die Standzeit des Gleiswegs oder Teilen davon erhöhen soll.

[0043] Bei einer besonders vorteilhaften Verfahrensfurtherbildung werden die Messdaten der Radarvorrichtung, der Laserabtastvorrichtung und/oder der Bilderfassungseinrichtung einander für einen Messbereich zugeordnet und in eine Datenbank zusammengeführt und es wird eine Messdatenaussage gebildet, die aus zumindest zwei dieser Datensätze zusammengesetzt ist. Die mit dem erfindungsgemäßen Verfahren mögliche gleichzeitige Erfassung von Messdatensätzen mittels unterschiedlicher Messverfahren ermöglicht nicht nur eine Verkürzung der für die Inspektion erforderlichen Zeit, sondern erlaubt es auch, die Messdaten einer gemeinsamen Betrachtung zu unterziehen und hierdurch weitergehende Erkenntnisse aus den solcherart kombinierten Messdatensätzen zu gewinnen. So können oftmals Analysen aus einem Messdatensatz mit Hilfe eines anderen Messdatensatzes verifiziert werden. Des Weiteren erlaubt die Kombination mehrerer Messdatensätze die vollumfängliche Bewertung von Fehlstellen, beispielsweise, indem die oberflächlichen Abmessungen eines Risses aus den Bilderfassungsdaten und die Tiefe des Risses aus den Laserabtastdaten oder den Radarmessdaten gewonnen wird.

[0044] Schließlich besteht eine weitere wichtige Verfahrensfortbildung darin, dass zumindest zwei Messungen an einem Ort oder in einem Bereich zeitlich versetzt zueinander durchgeführt, die Messdaten aus den zwei zeitlich versetzt zueinander durchgeführten Messungen mittels einer digitalen Datenverarbeitung geographisch übereinstimmenden Positionen zugeordnet werden, miteinander verglichen werden, wobei vorzugsweise Unterschiede zwischen den Messdaten aus den zwei zeitlich versetzt zueinander durchgeführten Messungen automatisch markiert werden. So können durch wiederholte Inspektion eines Gleiswegs die bei einer aktuellen Messung aufgenommenen Daten durch die exakte Positionsbestimmung mit den entsprechenden Daten einer vorherigen Messung verglichen werden und auf diese Weise Veränderungen, die zwischen den beiden Messungen erfolgt sind, erfasst werden. Die so detektierten Fehlstellen bzw. Veränderungen können in Bilddarstellungen visualisiert und hervorgehoben werden. Auf diese Weise wird einerseits ein Monitoring, also eine zeitversetzte Mehrfachkontrolle des Gleiswegs, ermöglicht, was die Beobachtung eines Schadensfortschritts erlaubt, um den richtigen Zeitpunkt für Reparaturmaßnahmen zu bestimmen. Weiterhin können die Ergebnisse einer einfachen manuellen Nachkontrolle am Bildschirm oder in einem Ausdruck unterzogen werden, um zu entscheiden, ob Maßnahmen zur Behebung der Fehlstelle/Veränderung getroffen werden müssen bzw. um eine Beschreibung der erfassten Fehlstelle/Veränderung vorzunehmen. Des Weiteren können die mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung aufgenommenen Daten mit zu anderen Zeitpunkten aufgenommenen Fremddaten abgeglichen werden, sofern diese ebenfalls über eine ausreichend genaue Positionsinformation verfügen.

[0045] Dabei können insbesondere die zeitlich versetzten Messungen an einem Ort jeweils Messdaten aus zumindest zwei unterschiedlichen Messverfahren umfassen. So wird ein Monitoring mit differenzierten Messdaten für verschiedene Eigenschaften des Linienbauwerks ermöglicht.

[0046] Insbesondere eignet sich das erfindungsgemäße Verfahren zum Erfassen des Zustands von Deichbauten wobei das Messfahrzeug auf der Deichkrone fährt und mittels zumindest einer an einem Auslegerarm montierten Antennenvorrichtung der Zustand des Deichs vor und/oder hinter der Deichkrone erfasst wird.

[0047] Ein weiterer Aspekt der Erfindung ist eine Vorrichtung zum Erfassen des Zustands von Linienbauwerken, insbesondere Gleiswegen, umfassend: eine an einem Messfahrzeug befestigte Abtastvorrichtung zum Vermessen des Gleiswegs, eine zentrale Datenspeichervorrichtung zum Speichern der von der Abtastvorrichtung erfassten Messdaten, und eine Navigationsvorrichtung zum Ermitteln der geographischen Position der Abtastvorrichtung entlang des Gleiswegs bei der die Abtastvorrichtung eine Antennenvorrichtung mit einem elektrischen Dipol zur Erzeugung einer elektromagnetischen Schwingung und einen Hohlleiter zur Kopplung

der Schwingung an die Umgebungsluft umfasst, dessen Querschnittsfläche sich quer zur Ausbreitungsrichtung der elektromagnetischen Schwingung vom Dipol zu einer Austrittsöffnung hin vergrößert.

[0048] Die erfindungsgemäße Vorrichtung kann fortgebildet werden nach den Ansprüchen 22 bis 38. Diese fortgebildeten Vorrichtungen weisen Merkmale auf, die sie insbesondere dafür geeignet machen, zur Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens und seiner Fortbildungen verwendet zu werden. Zu den Ausführungsformen, spezifischen Merkmalen, Varianten und Vorteilen der Merkmale dieser Vorrichtungen und Vorrichtungsfortbildungen wird auf die vorangegangene Beschreibung zu den entsprechenden Verfahrensmerkmalen verwiesen.

[0049] Schließlich ist ein weiterer Aspekt der Erfindung die Verwendung einer zuvor beschriebenen Vorrichtung, um damit den Zustand von Deichbauten oder den Zustand von Fahrwegen, insbesondere Straßen, zu erfassen. Es hat sich überraschend herausgestellt, dass die erfindungsgemäße Vorrichtung insbesondere gut dafür geeignet sind, um sich anbahnende Schäden im Bereich von Deichbauten und Fahrwegen im Vorfeld zu erfassen, beispielsweise indem beginnende Unterspülungen detektiert werden. Das erfindungsgemäße Verfahren kann dabei zum Erfassen des Zustands von Deichbauten fortgebildet werden, indem es mittels eines Auslegearms mit daran montierten Radarantennen den Zustand des Deichs vor und hinter der Deichkrone erfasst und auf diese Weise sowohl die Deichsubstanz unmittelbar unter der Deichkrone mit Hilfe der direkt in Messfahrzeugnähe installierten Radarantennen erfasst werden als auch die Deichsubstanz im Bereich des Fußes des Deichs, indem entsprechend Radarantennen am Auslegerarm in diesem Bereich angeordnet werden.

[0050] Eine bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird anhand der Figuren beschrieben. Es zeigen:

Figur 1: Eine schematische Seitenansicht eines Messfahrzeugs mit einer daran montierten erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens, und

Figur 2: Einen schematischen Datenflussplan für den Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0051] Bezug nehmend auf Figur 1 ist an einem Messfahrzeug 10 ein sich in Fahrtrichtung erstreckender Auslegarm 21 mit daran befestigtem Querausleger 22 montiert.

[0052] Am äußeren Ende des Längsauslegers 21 ist eine Antennenvorrichtung mit Hohlleiter 30 befestigt, die in senkrechter Richtung nach unten abstrahlt und zwischen zwei Schienensträngen 11,12, auf denen der Messwagen 10 rollt, hindurchmisst. Am Querausleger 22 sind zwei Radarantennen 31,32 angeordnet. Die in Fahrtrichtung links liegende Radarantenne 31 misst am

linken Schienenstrang 11 seitlich vorbei, die in Fahrtrichtung rechts liegende Radarantenne 32 misst am rechten Schienenstrang 21 seitlich vorbei.

[0053] Die Antennenvorrichtung mit Hohlleiter 30 misst bis zu 4m in Erdreich und Unterbau unterhalb der Gleisstränge 11,12 hinein und erlaubt somit eine Auswertung dieses Erdreichs, des Unterbaus und des Oberbaus, d.h. der Schwellen und des Schotterbetts des Gleiswegs. Die Radarantennen 31,32 messen im typischen Frequenzbereich bis zu 4m in den Unterbau und das Erdreich hinein, bei besonders abgestimmten Frequenzbereichen auch noch tiefer, und erlauben eine Auswertung von Ober-, Unterbau und Erdreich in diesem seitlichen Bereich. Die Radarmessung kann bei Geschwindigkeiten bis zu 200km/h mit einer horizontalen Auflösung erfolgen, die Fehlstellen ab einer Größe von einigen Metern erkennbar macht.

[0054] Im Bereich hinter den beiden vorderen Laufrädern 13,14 des Messwagens 10 ist eine Laserabtastvorrichtung 40 angeordnet, welche das Schotterprofil abtastet und mit einem Sollprofil vergleicht, um auf diese Weise überschüssigen oder fehlenden Schotter zu detektieren. Die Abtastung kann ebenfalls bei Geschwindigkeiten bis zu 200km/h erfolgen.

[0055] Des weiteren sind zwischen den beiden Laufradsätzen 13,14 bzw. 15,16 des Messwagens 10 mehrere digitale Zeilenkameras 50,51,52 angeordnet, welche die Oberfläche des Gleiswegs aufnehmen. Hierunter sind zwei digitale Zeilenkameras 50,52, welche auf den Schienenkopf im Bereich der Fahrkante gerichtet sind und diesen mit einer Auflösung von 0,1 x 0,5mm aufnehmen. Diese Aufnahmen ermöglichen einen sogenannten "Head Check" und die Detektion von Kantenausbrüchen im Bereich der Fahrkante. Weiterhin werden Schweißstellen und Isolierstöße erfasst.

[0056] Eine weiterer Satz digitaler Zeilenkameras 51 ist auf die Gleiswegoberfläche im mittleren Bereich gerichtet und erlaubt es, eine feste Fahrbahn 17 sowie die Schwellen 18 auf Risse zu untersuchen. Hierzu wird ein Kamerasatz 51 eingesetzt, der aus vier digitalen Zeilenkameras besteht, die Risse mit einer Breite von 0,1mm oder mehr erfassen können. Von dem Kamerasatz 51 sind jeweils zwei Zeilenkameras pro Schiene angeordnet, die in Fahrtrichtung links und rechts von dieser Schiene die Fahrbahn- und Schwellenoberfläche erfassen.

[0057] Schließlich befinden sich an der Frontseite des Messwagens noch weitere digitale Zeilenkameras 60,61, die auf Schwenk- und Neigeköpfen montiert sind und dazu dienen, dass Gleisumfeld, das Oberleitungssystem und den Zustand der seitlichen Entwässerung zu erfassen. Diese Zeilenkameras können manuell oder automatisch bedient werden oder mit einer festen Achsausrichtung eingesetzt werden.

[0058] Auf dem Dach des Messwagens 10 ist eine GPS-Antenne 70 angeordnet, die mit einem GPS-Verarbeitungsgerät 71 gekoppelt ist. Die Daten des GPS-Verarbeitungsgeräts werden mit den Daten eines Radin-

krementalgeber 72 abgeglichen, um hierdurch eine Genauigkeit von 1m bei der Bestimmung der Position des Messwagens zu erzielen.

[0059] Die Messdaten der Radarantennen 30-32, des Laserabtastsystems 40, der digitalen Zeilenkameras 50-52 und 60-61 und der Positionsdaten aus der GPS-Einheit 70,71 und dem Radinkrementalgeber 72 werden einem zentralen Speicherungs- und Auswertungsrechner 90 zugeführt.

[0060] Die Verarbeitung der Daten wird anhand von Figur 2 beschrieben.

[0061] In Figur 2 sind symbolisch eine Radarvorrichtung 130 mit mehreren Radarantennen, eine Laserabtastvorrichtung 140, eine digitale Bilderfassungsvorrichtung 150 zur Beobachtung der Oberfläche einer festen Fahrbahntrasse und der Schwellen, eine digitale Bilderfassungsvorrichtung zur Erfassung des Fahrleitungsdrahtes des Gleiswegs, eine digitale Bilderfassungsvorrichtung zur Erfassung der Umgebung 161 und ein inkrementaler Weggeber 172 zur Erfassung der Umdrehungszahl und Drehstellung eines Rades des Messwagens schematisch abgebildet. Diese Messdatenerfassungselemente 130,140,150,160,161 und 172 geben ihre Messdaten über eine Eingangsschnittstelle zu einer ersten Datenverarbeitungsstation 200 innerhalb einer zentralen Datenverarbeitungseinrichtung 190.

[0062] Die erste Datenverarbeitungsstation 200 empfängt weiterhin Daten von einer GPS-Antenne 170 über die Laufzeitsignale zu bestimmten Satelliten. Innerhalb der ersten Datenverarbeitungsstation 200 werden die von der GPS-Antenne empfangenen Signale mit den Daten des Inkrementalgebers 172 und den in einer Speichereinheit 210 abgespeicherten Streckennetzdaten abgeglichen, um auf diese Weise den Standort des Messwagens auf 1m genau zu bestimmen.

[0063] Hiernach werden die Daten zu einer zweiten Datenverarbeitungsstation 220 weitergeleitet. In der zweiten Datenverarbeitungsstation 220 werden die Messdaten der einzelnen Messerfassungseinrichtungen mit den in einer zweiten Speichervorrichtung 230 abgespeicherten Referenzdaten verglichen. Die in der zweiten Speichervorrichtung abgespeicherten Referenzdaten stellen typische Messwerte, wie beispielsweise Grauwerte oder Grauwertverläufe für bekannte Zuordnungswerte dar, wobei unter Zuordnungswerten beispielsweise die Verschleißbreite im Bereich der Laufkante einer Schiene oder bestimmte Bodenarten oder Gleisunterbauarten, beispielsweise verschmutzter oder neuer Schotter oder dergleichen zu verstehen sind.

[0064] Die Verarbeitung der Messdaten in der zweiten Datenverarbeitungsstation 220 ermöglicht daher die Zuordnung bestimmter Schichteigenschaften oder Oberflächeneigenschaften zu den gewonnenen Messdaten. Die so zugeordneten Eigenschaften werden durch einen Visualisierungsparameter den Messdaten im identifizierten Bereich zugeordnet und können auf diese Weise durch manuelle Datenauswertung oder bei einer Visualisierung der Messdaten auf einem Bildschirm oder in

einem Ausdruck entsprechend hervorgehoben oder abgebildet werden.

[0065] In der zweiten Datenverarbeitungsstation 220 erfolgt weiterhin eine Auswertung der Messdaten im Hinblick auf etwaige Fehlstellen. Dies kann auf verschiedene, bekannte Weisen erfolgen. So kann beispielsweise ein Einzelmesswert mit einem Mittelwert der Messwerte in seiner Umgebung verglichen werden und bei Abweichung des Einzelmesswerts von diesem Mittelwert um einen bestimmten Betrag eine Fehlstelle an der Stelle des Einzelmesswerts erkannt werden. Auf diese Weise können beispielsweise Risse in den Messdaten einer Oberfläche der festen Fahrbahntrasse erkannt werden oder Unterspülungen im Unterbau des Gleisbetts aus den Radarmessdaten erkannt werden.

[0066] Aus der zweiten Datenverarbeitungsstation 220 werden die so parametrisierten Messdaten an eine dritte Datenverarbeitungsstation 240 geleitet. In der dritten Datenverarbeitungsstation 240 wird anhand der Parameter der Messdaten aus einem dritten Datenspeicher 250, der einen Maßnahmenkatalog beinhaltet, jeder aufgefundenen Fehlstelle eine Maßnahme zugeordnet, die zum Erhalt der Streckensicherheit bzw. zur Verlängerung der Standzeit der Strecke getroffen werden muss bzw. soll.

[0067] In der dritten Datenverarbeitungsstation 240 können weiterhin Messdaten aus unterschiedlichen Messwertaufnehmern miteinander verglichen werden, um auf diese Weise beispielsweise anhand der durch Laserabtastung gewonnen Oberflächenprofilaten und der durch digitale Bilderfassung gewonnen Bilddaten einer Untersuchungsstelle einen Rückschluss auf die Tiefe eines Risses oder die Ausrichtung einer Verschleißfläche zu gewinnen. Grundsätzlich können in der dritten Datenverarbeitungsstation 240 die Daten aller Messwertaufnehmer für einen beliebigen Untersuchungsort einander zugeordnet werden, um auf diese Weise eine umfassende Beurteilung eines Untersuchungsortes zu ermöglichen. Weiterhin können in der dritten Datenverarbeitungsstation die Messdaten aus einer früheren Messung gespeichert werden und mit den Messdaten der aktuellen Messung verglichen werden. Auf diese Weise kann ein Monitoring des Gleiswegs erfolgen, um den Fortschritt von Fehlstellen zu erfassen und den rechtzeitigen Zeitpunkt für eine Wartungs- oder Reparaturmaßnahme zu bestimmen.

[0068] Die Messdaten werden in parametrierter und aufbereiteter Weise an einen Bildschirm weitergeleitet, um auf diesem Bildschirm eine Visualisierung für einen Benutzer vorzunehmen. Der Benutzer kann hierzu auf dem Bildschirm Längs- oder Querprofile des untersuchten Gleiswegs einblenden und zugleich ein Oberflächenbild und ein Oberflächenprofil dieses Gleiswegs an der entsprechenden Stelle abrufen und darstellen. Weiterhin können die geografischen Positionsdaten für die untersuchte Stelle abgerufen werden und zum besseren Zuordnen Bilder der Umgebung dieses Orts eingeblendet werden.

[0069] Mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens und der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist somit durch einmaliges Abfahren eines Gleiswegs eine umfassende Beurteilung des Gesamtzustands des Oberbaus, der Unterbaus und des Gleisstrangs sowie der Fahrbahntrasse und der Schwellen selbst möglich. Die Messwertaufnehmer sind ausgebildet, um bei Geschwindigkeiten oberhalb von 50km/h zu messen, eine Reihe von Messwertaufnehmern kann bei Geschwindigkeiten bis 200km/h messen. Die Datenaufbereitung erlaubt eine Differenzierung und Identifizierung von Fehlstellen durch digitale Bildauswertung und Zuordnung von Messdaten aus verschiedenen Messsystemen für eine Untersuchungsstelle und ermöglicht einem Benutzer daher, eine schnelle Erkennung von Fehlstellen oder Veränderungen im Bereich eines Gleiswegs.

[0070] Mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens und der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist weiterhin nach mehrmaligem Abfahren eines Gleiswegs eine umfassende Beurteilung von Veränderungen des Gesamtzustands des Oberbaus, der Unterbaus und des Gleisstrangs sowie der Fahrbahntrasse und der Schwellen selbst möglich, um auf diese Weise ein Monitoring mit einer automatisierten Unterscheidung zwischen sich rasch ändernden Fehlstellen und stabilen Fehlstellen oder Beschädigungen zu treffen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Erfassen des Zustands von Linienbauwerken, mit den Schritten:

- Abtasten des Linienbauwerks mittels einer an einem Messfahrzeug (10) befestigten Abtastvorrichtung,
- Übertragen und Speichern der von der Abtastvorrichtung erfassten Daten zu bzw. in einer zentralen Datenspeichervorrichtung (90), und
- Ermitteln der geographischen Position der Abtastvorrichtung entlang des Linienbauwerks,

dadurch gekennzeichnet, dass die mit der Abtastvorrichtung ermittelten Daten mit Referenzdaten (230) vorbekannter geologischer Schichtzusammensetzungen, die in einer Referenzdatenbank (230) abgelegt sind, mittels einer digitalen Datenverarbeitung verglichen und bestimmten geologischen Schichtzusammensetzungen zugeordnet werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet, dass die Zuordnung durch eine Visualisierung der Schichtstrukturen aus gemessenen Radardaten und einen Vergleich dieser Schichtstrukturen mit den zuvor aus Radardaten visualisierten Schichtstrukturen geologischer Schichten mit vorbekannter Schichtzusammensetzung erfolgt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass die Schichten in zweidimensionalen Schnittansichten, insbesondere Quer- und Längsschnitten durch bzw. entlang des Gleiswegs, auf einer Bildausgabevorrichtung angezeigt werden und die Schichtzusammensetzungen durch vorzugsweise genormte Symbole oder Flächenausfüllungen visualisiert werden.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die geographische Position durch ein satellitengestütztes Ortungssystem (70, 71) ermittelt wird.
5. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch,
dadurch gekennzeichnet, dass die Daten des satellitengestützten Ortungssystems mit den Daten einer Streckendatenbank (210) zur Ortsbestimmung und/oder mit einem Dopplerradar zur Geschwindigkeitsbestimmung abgeglichen werden.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche oder dem Oberbegriff von Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass die Abtastvorrichtung zumindest eine Sensorvorrichtung umfasst, die mittels einer Antennenvorrichtung mit einem elektrischen Dipol eine elektromagnetische Schwingung erzeugt.
7. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch,
dadurch gekennzeichnet, dass die Antennenvorrichtung mittels eines Hohlleiters, dessen Querschnittsfläche sich quer zur Ausbreitungsrichtung der elektromagnetischen Schwingung vom Dipol zu einer Austrittsöffnung hin vergrößert, die elektromagnetische Schwingung an die Umgebungsluft koppelt.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 6-7,
dadurch gekennzeichnet, dass die Abtastvorrichtung mit einer weiteren Sensorvorrichtung das Linienbauwerk abtastet, wobei die weitere Sensorvorrichtung vorzugsweise nach einem unterschiedlichen Messverfahren als die Antennenvorrichtung arbeitet.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 6-8,
dadurch gekennzeichnet, dass die Antennenvorrichtung im Radarfrequenzbereich arbeitet.
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass mit der Abtastvorrichtung, insbesondere der Antennenvorrichtung, ein Gleisunterbau und Boden im Bereich zwischen Schienen und vorzugsweise auch unter diesen Schienen abgetastet wird.
11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass während des Datenerfassungsvorgangs mit der Abtastvorrichtung, insbesondere der Antennenvorrichtung, das Oberflächenprofil oder Abschnitte des Oberflächenprofils des Linienbauwerks mittels einer Laserabtastvorrichtung (40) abgetastet wird, vorzugsweise mittels senkrecht zur Fahrbewegung des Messwagens oszillierendem Abtasten durch den Laserstrahl.
12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass während des Datenerfassungsvorgangs mit der Abtastvorrichtung, insbesondere der Antennenvorrichtung, die Umgebung und/oder die Oberfläche des Linienbauwerks mittels einer digitalen Bilderfassungsvorrichtung (50 - 52, 60, 61) erfasst wird.
13. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch,
dadurch gekennzeichnet, dass mit der digitalen Bilderfassungsvorrichtung
- die Fahrdrasteinrichtungen oder Teile der Fahrdrasteinrichtungen eines Gleiswegs,
 - die Oberfläche und der Fahrkantenbereich beider Schienenstränge dieses Gleiswegs, und/oder
 - die Oberfläche der Schwellen (51) dieses Gleiswegs und/oder einer festen Fahrbahntrasse
- aufgezeichnet werden.
14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** mit der digitalen Bilderfassungsvorrichtung (51) Befestigungselemente von Schienen an Schwellen eines Gleiswegs aufgezeichnet werden und vorzugsweise durch eine digitale Datenauswertung automatisch auf Vorhandensein und richtige Lage geprüft werden.
15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 9, 11 und/oder 12,
dadurch gekennzeichnet, dass mit der Radarvorrichtung, der digitalen Bilderfassungsvorrichtung und/oder der Laserabtastvorrichtung die Wandung eines Tunnels untersucht wird.
16. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 9 und/oder 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mit der Radarvorrichtung und/oder der digitalen Bilderfassungsvorrichtung gemessenen Daten

- durch eine digitale Datenauswertung analysiert werden und hierbei Schichtgrenzen und/oder Fehlstellen durch Vergleich mit Referenzdaten und/oder durch Vergleichen der lokalen gemessenen Daten mit einem über einen bestimmten Umgebungsbe-
reich gemittelten Daten und/oder durch Vergleichen benachbarter Daten oder Datenbereiche identifiziert und markiert werden.
17. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** jede automatisch oder manuell erkannte Fehlstelle in eine von mindestens zwei Gruppen (250) einsortiert wird und diese Gruppen die zu ergreifenden Maßnahmen zur Behebung der Fehlstelle charakterisieren.
18. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 9, 11 und/oder 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Messdaten der Radarvorrichtung, der Laserabtastvorrichtung und/oder der Bilderfassungseinrichtung einander für einen Messbereich zugeordnet und in eine Datenbank zusammengeführt werden und eine Messdatenausgabe gebildet wird, die aus zumindest zwei dieser Datensätze zusammengesetzt ist.
19. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest zwei Messungen an einem Ort zeitlich versetzt zueinander durchgeführt, die Messdaten aus den zwei zeitlich versetzt zueinander durchgeführten Messungen mittels einer digitalen Datenverarbeitung geographisch übereinstimmenden Positionen zugeordnet werden, miteinander verglichen werden, wobei vorzugsweise Unterschiede zwischen den Messdaten aus den zwei zeitlich versetzt zueinander durchgeführten Messungen automatisch markiert werden.
20. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zeitlich versetzten Messungen an einem Ort jeweils Messdaten aus zumindest zwei unterschiedlichen Messverfahren umfassen.
21. Verfahren zum Erfassen des Zustands von Deichbauten, mit den Merkmalen nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1-20, wobei das Messfahrzeug auf der Deichkrone fährt und mittels zumindest einer an einem Auslegerarm montierten Antennenvorrichtung der Zustand des Deichs vor und/oder hinter der Deichkrone erfasst wird.
22. Vorrichtung zum Erfassen des Zustands von Linienbauwerken, insbesondere Gleiswegen, umfassend:
- eine an einem Messfahrzeug (10) befestigte Abtastvorrichtung zum Vermessen des Gleis-
- wegs,
- eine zentrale Datenspeichervorrichtung (90) zum Speichern der von der Abtastvorrichtung erfassten Messdaten, und
 - eine Navigationsvorrichtung zum Ermitteln der geographischen Position der Abtastvorrichtung entlang des Gleiswegs,
- gekennzeichnet durch** eine Referenzdatenbank (230), in der Referenzdaten (230) vorbekannter geologischer Schichtzusammensetzungen abgelegt sind, und eine digitale Datenverarbeitungsvorrichtung zum Vergleichen der mit der Abtastvorrichtung ermittelten Daten mit den Referenzdaten und zum Zuordnen einer bestimmten geologischen Schichtzusammensetzung.
23. Vorrichtung nach dem vorhergehenden Anspruch, **gekennzeichnet durch** eine Visualisierungsvorrichtung zur Visualisierung geologischen Schichtzusammensetzungen aus den gemessenen Radardaten.
24. Vorrichtung nach dem vorhergehenden Anspruch 22 oder 23 oder dem Oberbegriff von Anspruch 22, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abtastvorrichtung eine Antennenvorrichtung mit einem elektrischen Dipol zur Erzeugung einer elektromagnetischen Schwingung und einen Hohlleiter zur Kopplung der Schwingung an die Umgebungsluft umfasst, dessen Querschnittsfläche sich quer zur Ausbreitungsrichtung der elektromagnetischen Schwingung vom Dipol zu einer Austrittsöffnung hin vergrößert.
25. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 22-24, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abtastvorrichtung zumindest eine weitere Messvorrichtung umfasst, deren Messverfahren vorzugsweise unterschiedlich zu der Antennenvorrichtung ist.
26. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 22-25 und Anspruch 24, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Antennenvorrichtung so ausgebildet und angeordnet ist, dass der Gleisunterbau und Boden im Bereich zwischen den Schienen und vorzugsweise auch unter den Schienen abgetastet wird.
27. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 22-26 und Anspruch 24, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Antennenvorrichtung eine elektromagnetische Schwingung im Radarfrequenzbereich erzeugt.
28. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 22-27, **gekennzeichnet durch** ein satelli-

tengestütztes Ortungssystem (70, 71) zum Ermitteln der geographischen Position.

29. Vorrichtung nach dem vorhergehenden Anspruch, **gekennzeichnet durch** eine Speichervorrichtung zum Speichern einer Streckendatenbank (210) und/oder eine Dopplerradarvorrichtung zur Geschwindigkeitsbestimmung, zum Abgleich der Daten des satellitengestützten Ortungssystems. 5
30. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 22-29, **gekennzeichnet durch** eine Laserabtastvorrichtung (40) zum Abtasten des Oberflächenprofils oder von Abschnitten des Oberflächenprofils des Gleiswegs, wobei die Laserabtastvorrichtung vorzugsweise ausgebildet ist, um mittels senkrecht zur Fahrbewegung des Messwagens oszillierendem Laserstrahl abzutasten 15
31. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 22-30, **gekennzeichnet durch** eine digitale Bilderfassungsvorrichtung (50 - 52, 60, 61) zum Erfassen der Umgebung und/oder der Oberfläche des Gleiswegs. 20
32. Vorrichtung nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** die digitale Bilderfassungsvorrichtung (60, 61; 50-52) ausgebildet ist, um 25
 - die Fahrdrasteinrichtungen oder Teile der Fahrdrasteinrichtungen des Gleiswegs,
 - die Oberfläche und der Fahrkantenbereich beider Schienenstränge des Gleiswegs und/oder
 - die Oberfläche der Schwellen (51) und/oder einer festen Fahrbahntrasse aufzuzeichnen.30
33. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 22-32, **gekennzeichnet durch** eine digitale Bilderfassungsvorrichtung (51), die ausgebildet ist, um die Befestigungselemente der Schienen an den Schwellen aufzuzeichnen und **durch** eine digitale Datenauswertungsvorrichtung zum Prüfen der Befestigungselemente auf Vorhandensein und richtige Lage. 40
34. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 24, 30 und/oder 31, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Antennenvorrichtung, die digitale Bilderfassungsvorrichtung und/oder die Laserabtastvorrichtung zum Untersuchen der Wandung eines Tunnels ausgebildet ist. 50
35. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 24 oder 31, **gekennzeichnet durch** eine digitale Datenauswertungsvorrichtung zum Analysieren der mit der Antennenvorrichtung und/oder der digitalen Bilderfassungsvorrichtung gemessenen 55

Daten und zum Identifizieren und Markieren von Schichtgrenzen und/oder Fehlstellen **durch** Vergleichen mit Referenzdaten und/oder durch Vergleichen der lokalen gemessenen Daten mit einem über einen bestimmten Umgebungsbereich gemittelten Daten und/oder **durch** Vergleichen benachbarter Daten oder Datenbereiche.

36. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 24, 30 und/oder 31, **gekennzeichnet durch** 10
 - eine Speichervorrichtung zum Speichern eines mit der Antennenvorrichtung und/oder der digitalen Bilderfassungsvorrichtung und/oder der Laserabtastvorrichtung zu einem ersten Zeitpunkt gemessenen ersten Datensatzes und
 - eine digitale Datenauswertungsvorrichtung zum Zuordnen der Daten des ersten und eines mit der Antennenvorrichtung und/oder der digitalen Bilderfassungsvorrichtung und/oder der Laserabtastvorrichtung zu einem zweiten Zeitpunkt erfassten zweiten Datensatzes zu übereinstimmenden geographischen Positionen und zum Vergleichen des ersten und zweiten Datensatzes. 15
37. Vorrichtung nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** die digitale Datenauswertungsvorrichtung zum Identifizieren und Markieren von Unterschieden im ersten und zweiten Datensatz ausgebildet ist. 30
38. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 22-37, **gekennzeichnet durch** eine digitale Datenverarbeitungsvorrichtung zum Einsortieren jeder automatisch oder manuell erkannten Fehlstelle in eine von mindestens zwei Gruppen (250), welche die zu ergreifenden Maßnahmen zur Behebung der Fehlstelle charakterisieren. 35
39. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 22-38, **gekennzeichnet durch** eine zentrale Datenspeichervorrichtung, in der die Messdaten der Radarvorrichtung, der Laserabtastvorrichtung und/oder der Bilderfassungseinrichtung für einen Messbereich zusammengeführt werden und digitale Datenverarbeitungsvorrichtung zum Bilden einer Messdatenaussage, die aus zumindest zweien dieser Datensätze zusammengesetzt ist. 45
40. Verwendung einer Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 22-39 zum Erfassen des Zustands von Deichbauten. 50
41. Verwendung einer Vorrichtung nach einem der An-

sprüche 22-39 zum Erfassen des Zustands von Fahrwegen, insbesondere Strassen.

Claims

1. Method for recording the condition of line constructions with the steps:

- scanning the line construction by means of a scanning device attached to a measuring vehicle (10),
- transferring and storing the data recorded by the scanning device to or in a central data storage device (90), and
- determining the geographical position of the scanning device along the line construction,

characterised in that the data determined with the scanning device are compared with reference data (230) of previously known geological layer compositions that are filed in a reference database (230), by means of digital data processing and allocated to particular geological layer compositions.

2. Method according to claim 1, **characterised in that** allocation is carried out by visualisation of the layer structures from measured radar data and comparison of these layer structures with the layer structures, previously visualised from radar data, of geological layers with previously known layer composition.

3. Method according to claim 1 or 2, **characterised in that** the layers are displayed in two-dimensional sectional views, in particular cross-sections and longitudinal sections through or along the track, on an image output device and the layer compositions are visualised by preferably standardised symbols or filled areas.

4. Method according to one of the preceding claims, **characterised in that** the geographical position is determined by a satellite-supported location system (70, 71).

5. Method according to the preceding claim, **characterised in that** the data of the satellite-supported location system are matched with the data of a section database (210) for determining location and/or with a double radar for determining the speed.

6. Method according to one of the preceding claims or the preamble of claim 1, **characterised in that** the scanning device comprises at least one sensor device that creates an electromagnetic oscillation by means of an antenna device with an electric dipole.

7. Method according to the preceding claim, **characterised in that** the antenna device links the electromagnetic oscillation to the ambient air by means of a hollow conductor, the cross-sectional area of which increases at right angles to the direction of propagation of the electromagnetic oscillation from the dipole to an outlet.

8. Method according to one of the preceding claims 6 - 7, **characterised in that** the scanning device scans the line construction with a further sensor device, wherein the further sensor device preferably works in accordance with a different measuring method from the antenna device.

9. Method according to one of the preceding claims 6 - 8, **characterised in that** the antenna device works in the radar frequency range.

10. Method according to one of the preceding claims, **characterised in that** a track sub-structure and base in the area between rails and preferably also under these rails is scanned with the scanning device, preferably the antenna device.

11. Method according to one of the preceding claims, **characterised in that** during the data recording process with the scanning device, in particular the antenna device, the surface profile or sections of the surface profile of the line construction is scanned by means of a laser scanning device (40), preferably by means of scanning oscillating perpendicular to the travel movement of the measuring car by the laser beam.

12. Method according to one of the preceding claims, **characterised in that** during the data recording process with the scanning device, in particular the antenna device, the surroundings and/or surface of the line construction is recorded by means of a digital image acquisition device (50 - 52, 60, 61).

13. Method according to the preceding claim, **characterised in that**
- the contact wire means or parts of the contact wire means of a track,
 - the surface and the running edge area of both sections of rail of this track, and/or
 - the surface of the sleepers (51) of this track and/or a fixed carriageway

are recorded with the digital image acquisition device.

14. Method according to one of the preceding claims 12

- or 13,
characterised in that attachment elements of rails to sleepers of a track are recorded with the digital image acquisition device (51) and automatically checked for presence and correct position, preferably by a digital data evaluation. 5
15. Method according to one of the preceding claims 9, 11 and/or 12,
characterised in that the walls of a tunnel are examined with the radar device, the digital image acquisition device and/or the laser scanning device. 10
16. Method according to one of the preceding claims 9 and/or 12,
characterised in that the data measured with the radar device and/or the digital image acquisition device are analysed by a digital data evaluation and thus layer boundaries and/or defects are identified and marked by comparison with reference data and/or by comparing the local measured data with data averaged over a particular surrounding area and/or by comparing adjacent data or data ranges. 15 20
17. Method according to the preceding claim,
characterised in that each automatically or manually detected defect is sorted into one of at least two groups (250) and these groups characterise the measures to be taken to remedy the defect. 25 30
18. Method according to one of the preceding claims 9, 11 and/or 12,
characterised in that the measurement data from the radar device, the laser scanning device and/or the image acquisition device are allocated to each another for a measurement range and merged into a database and a measurement data report composed of at least two of these data sets is produced. 35 40
19. Method according to one of the preceding claims,
characterised in that at least two measurements are taken at a location time-staggered in relation to one another, the measurement data from the two measurements taken time-staggered in relation to one another are allocated by means of a digital data processing to geographically concurring positions, are compared with one another, wherein preferably differences between the measurement data from the two measurements taken time-staggered in relation to one another are automatically marked. 45 50
20. Method according to the preceding claim, **characterised in that** the time-staggered measurements at a location each comprise measurement data from at least two different measuring methods. 55
21. Method for recording the condition of dyke constructions with the features according to one of the preceding claims 1 - 20, wherein the measuring vehicle travels on the top of the dyke and the condition of the dyke in front of and/or behind the top of the dyke is recorded by means of at least one antenna device mounted on a radial arm.
22. Device for recording the condition of line constructions, in particular tracks, comprising:
- a scanning device attached to a measuring vehicle (10) for surveying the track,
- a central data storage device (90) for storing the measurement data recorded by the scanning device, and
- a navigation device for determining the geographical position of the scanning device along the track,
characterised by a reference database (230) in which reference data (230) of previously known geological layer compositions are filed, and a digital data processing device for comparing the data determined with the scanning device with the reference data and for allocating a particular geological layer composition.
23. Device according to the preceding claim, **characterised by** a visualisation device for visualising geological layer compositions from the measured radar data.
24. Device according to one of the preceding claims 22 or 23 or the preamble of claim 22,
characterised in that the scanning device comprises an antenna device with an electric dipole for creating an electromagnetic oscillation and a hollow conductor for linking the oscillation to the ambient air, the cross-sectional area of which increases at right angles to the direction of propagation of the electromagnetic oscillation of the dipole to an outlet.
25. Device according to one of the preceding claims 22 - 24,
characterised in that the scanning device comprises at least one further measuring device, the measuring method of which is preferably different to the antenna device.
26. Device according to one of the preceding claims 22 - 25 and claim 24,
characterised in that the antenna device is configured and arranged so that the track sub-structure and base in the area between the rails and preferably also under the rails is scanned.
27. Device according to one of the preceding claims 22 - 26 and claim 24,
characterised in that the antenna device creates

an electromagnetic oscillation in the radar frequency range.

28. Device according to one of the preceding claims 22 - 27,
characterised by a satellite-supported location system (70, 71) for determining the geographical position.
29. Device according to the preceding claim,
characterised by a storage device for storing a section database (210) and/or a double radar device for determining the speed, to match the data of the satellite-supported location system.
30. Device according to one of the preceding claims 22 - 29,
characterised by a laser scanning device (40) for scanning the surface profile or sections of the surface profile of the track, wherein the laser scanning device is preferably configured to scan by means of laser beam oscillating perpendicular to the travel movement of the measuring car.
31. Device according to one of the preceding claims 22 - 30,
characterised by a digital image acquisition device (50 - 52, 60, 61) for recording the surroundings and/or the surface of the track.
32. Device according to the preceding claim,
characterised in that the digital image acquisition device (60, 61; 50 - 52) is configured to record
- the contact wire means or parts of the contact wire means of the track,
 - the surface and running edge area of both sections of rail of the track and/or
 - the surface of the sleepers (51) and/or a fixed carriageway.
33. Device according to one of the preceding claims 22 - 32,
characterised by a digital image acquisition device (51) which is configured to record the attachment elements of the rails to the sleepers and by a digital data evaluation device to check for presence and correct position of the attachment elements.
34. Device according to one of the preceding claims 24, 30 and/or 31,
characterised in that the antenna device, the digital image acquisition device and/or the laser scanning device is configured to examine the walls of a tunnel.
35. Device according to one of the preceding claims 24 or 31,
characterised by a digital data evaluation device

for analysing the data measured with the antenna device and/or the digital image acquisition device and for identifying and marking layer boundaries and/or defects by comparing with reference data and/or by comparing the local measured data with data determined over a particular surrounding area and/or by comparing adjacent data or data areas.

36. Device according to one of the preceding claims 24, 30 and/or 31,
characterised by
- a storage device for storing a first data set measured at a first point in time with the antenna device and/or the digital image acquisition device and/or the laser scanning device and
 - a digital data evaluation device for allocating the data of the first and a second data set recorded with the antenna device and/or the digital image acquisition device and/or the laser scanning device at a second point in time to concurring geographical positions and for comparing the first and second data sets.
37. Device according to the preceding claim, **characterised in that** the digital data evaluation device is configured for identifying and marking differences in the first and second data set.
38. Device according to one of the preceding claims 22 - 37,
characterised by a digital data processing device for sorting each automatically or manually detected defect into one of at least two groups (250) which characterise the measures to be taken to remedy the defect.
39. Device according to one of the preceding claims 22 - 38,
characterised by a central data storage device in which the measurement data of the radar device, the laser scanning device and/or the image acquisition device for a measuring range are merged and digital data processing device for producing a measurement data report which is composed of at least two of these data sets.
40. Use of a device according to one of the preceding claims 22 - 39 for recording the condition of dyke structures.
41. Use of a device according to one of claims 22 - 39 for recording the condition of travel ways, in particular roads.

Revendications

1. Procédé pour détecter l'état des voies ferrées, comportant les étapes :

- balayage de la voie ferrée au moyen d'un dispositif de balayage fixé à un véhicule de mesure (10),
- transfert des données enregistrées par le dispositif de balayage vers une mémoire de données (90) centrale et stockage des données dans celle-ci, et
- détermination de la position géographique du dispositif de balayage (d'analyse) le long de la voie ferrée,

caractérisé en ce que les données enregistrées avec le dispositif de balayage sont comparées, au moyen d'un traitement de données numériques, à des données de référence (230) relatives à des compositions de couches géologiques préalablement connues, qui sont stockées dans une base de données de référence (230), et sont associées à des compositions de couches géologiques déterminées.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le classement des données est effectué par une visualisation des structures de couches à partir de données mesurées par radar et par une comparaison des couches géologiques de ces structures de couches avec les structures de couche précédentes, visualisées à partir des données radar, s'effectue avec la composition de couches préalablement connues.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** les couches sont affichées sur un moniteur avec des vues en coupe bidimensionnelles, en particulier des coupes transversales et longitudinales à travers, respectivement le long, du tracé de la voie ferrée, et les compositions des couches sont visualisées de préférence par des symboles standard, ou des remplissages de surfaces.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la position géographique est déterminée par un système de localisation (70, 71) assisté par satellite.

5. Procédé selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** les données du système de localisation par satellite sont comparées aux données d'une base de données de routes (210) pour la détermination du lieu et/ou aux données d'un radar Doppler pour la détermination de la vitesse.

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes ou selon le préambule de la revendica-

tion 1, **caractérisé en ce que** le dispositif de balayage comprend au moins un système de capteurs qui, au moyen d'un dispositif à antenne avec un dipôle électrique, génère une oscillation électromagnétique.

7. Procédé selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** le dispositif à antenne couple l'oscillation électromagnétique à l'air ambiant au moyen d'un conducteur creux, dont la surface de section transversale s'agrandit transversalement à la direction de propagation de l'oscillation électromagnétique depuis le dipôle vers une ouverture de sortie.

8. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes 6 à 7, **caractérisé en ce que** le dispositif de balayage explore la voie ferrée avec un système de capteurs supplémentaire, ledit système de capteurs supplémentaire travaillant de préférence selon un procédé de mesure différent de celui du dispositif à antenne.

9. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes 6 à 8, **caractérisé en ce que** le dispositif à antenne travaille dans la plage des fréquences du radar.

10. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'une** infrastructure de voie et le sol dans la zone entre les rails et, de préférence aussi, en dessous desdits rails sont explorés avec le dispositif de balayage, en particulier par le dispositif à antenne.

11. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que**, pendant le processus d'enregistrement des données avec le dispositif de balayage, en particulier le dispositif à antenne, le profil superficiel ou des tronçons du profil superficiel de la voie ferrée sont balayés au moyen d'un dispositif de balayage par laser (40), de préférence par le rayon laser au moyen d'un balayage oscillant perpendiculairement au déplacement du véhicule de mesure.

12. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que**, pendant le processus d'enregistrement des données avec le dispositif de balayage, en particulier le dispositif à antenne, l'environnement et/ou la surface de la voie ferrée sont enregistrés au moyen d'un dispositif numérique d'enregistrement d'images (50 - 52, 60, 61).

13. Procédé selon la revendication précédente, **caractérisé en ce qu'au** moyen du dispositif numérique d'enregistrements d'images sont enregistrés

- des dispositifs de caténaire ou des parties des

- dispositifs de caténaire d'une voie ferrée,
 - la surface et le côté de roulement des deux
 files de rails de cette voie ferrée, et/ou
 - la surface des traverses (51) de ladite voie fer-
 rée et/ou un tracé de voie fixe. 5
14. Procédé selon l'une quelconque des revendications
 précédentes 12 ou 13, **caractérisé en ce qu'**au
 moyen du dispositif numérique d'enregistrements
 d'images sont enregistrés des éléments de fixation
 des rails sur les traverses d'une voie ferrée, et leur
 présence et position correcte sont contrôlées auto-
 matiquement de préférence par une analyse numé-
 rique des données. 10
15. Procédé selon l'une quelconque des revendications
 précédentes 9, 11 et/ou 12, **caractérisé en ce que**
 la paroi d'un tunnel est examinée au moyen du dis-
 positif radar, du dispositif numérique d'enregistre-
 ment d'images et/ou du dispositif de balayage par
 laser. 15
16. Procédé selon l'une des revendications précédentes
 9 et/ou 12, **caractérisé en ce que** les données me-
 surées avec le dispositif radar et/ou le dispositif nu-
 mérique d'enregistrement d'images sont analysées
 par une évaluation numérique des données et, à cet-
 te occasion, des interfaces entre des couches et/ou
 des défauts sont identifiés au moyen d'une compa-
 raison avec des données de référence et/ou d'une 20
 comparaison des données mesurées localement
 avec des données moyennées sur une zone envi-
 ronnante déterminée et/ou d'une comparaison entre
 des données voisines ou des plages de données
 voisines, et sont repérées. 25
17. Procédé selon la revendication précédente, **carac-
 térisé en ce que** chaque défaut détecté automati-
 quement ou manuellement est rangé dans un parmi
 au moins deux groupes (250) et lesdits groupes ca-
 ractérisent les mesures à prendre pour éliminer le
 défaut. 30
18. Procédé selon l'une quelconque des revendications
 précédentes 9, 11 et/ou 12, **caractérisé en ce que**
 les données de mesure du dispositif radar, du dis-
 positif de balayage par laser et/ou du dispositif d'en-
 registrement d'images sont associées entre elles
 pour une plage de mesure et sont acheminées vers
 une base de données, et une information sur les don-
 nées de mesure est générée, laquelle est formée
 par au moins deux de ces enregistrements de don-
 nées. 35
19. Procédé selon l'une quelconque des revendications
 précédentes, **caractérisé en ce qu'**au moins deux
 mesures sont effectuées sur un même lieu en étant
 décalées dans le temps, les données résultant de
- ces deux mesures effectuées de manière décalée
 dans le temps sont associées à des positions coïn-
 cidant géographiquement au moyen d'un traitement
 de données numériques, sont comparées entre el-
 les, de préférence les différences entre les données
 de mesure, résultant des deux mesures effectuées
 de manière décalée dans le temps, étant marquées
 automatiquement. 40
20. Procédé selon la revendication précédente, **carac-
 térisé en ce que** les mesures décalées dans le
 temps sur un lieu comprennent dans chaque cas des
 données de mesure résultant d'au moins deux pro-
 cédés de mesure différents. 45
21. Procédé pour détecter l'état des digues, comportant
 les caractéristiques selon l'une quelconque des re-
 vendications précédentes 1 à 20, selon lequel le vé-
 hicule de mesure circule sur le couronnement de la
 digue, et l'état de la digue devant et/ou derrière le
 couronnement de la digue est détecté au moyen d'au
 moins un dispositif à antenne monté sur une élinde.
22. Dispositif pour détecter l'état des ouvrages de lignes
 ferroviaires, en particulier des voies ferrées,
 comportant :
 - un dispositif de balayage, fixé à un véhicule de
 mesure (10), pour mesurer la voie ferrée,
 - une mémoire de données (90) centrale pour
 stocker les données de mesure enregistrées par
 le dispositif de balayage, et
 - un dispositif de navigation pour déterminer la
 position géographique du dispositif de balayage
 le long de la voie ferrée, 50
- caractérisé par** une base de données de référence
 (230) dans laquelle sont stockées des données de
 référence (230) relatives à des compositions de cou-
 ches géologiques préalablement connues, et un dis-
 positif de traitement des données numériques pour
 comparer les données enregistrées avec le dispositif
 de balayage avec les données de référence et pour
 les associer à une composition de couche géologi-
 que déterminée. 55
23. Dispositif selon la revendication précédente, **carac-
 térisé par** un dispositif de visualisation des compo-
 sitions de couches géologiques à partir des données
 mesurées par radar.
24. Dispositif selon la revendication précédente 22 ou
 23 ou le préambule de la revendication 22, **carac-
 térisé en ce que** le dispositif de balayage comprend
 un dispositif à antenne avec un dipôle électrique,
 destiné à générer une oscillation électromagnétique,
 et un conducteur creux, destiné à coupler l'oscillation
 à l'air ambiant, dont la surface de section transver-

sale s'agrandit transversalement à la direction de propagation de l'oscillation électromagnétique depuis le dipôle vers une ouverture de sortie.

25. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes 22 à 24, **caractérisé en ce que** le dispositif de balayage comprend au moins un dispositif de mesure supplémentaire, dont le procédé de mesure est de préférence différent de celui du dispositif à antenne. 5
26. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes 22 à 25 et la revendication 24, **caractérisé en ce que** le dispositif à antenne est configuré et disposé de manière à balayer l'infrastructure de la voie et le sol dans la zone entre les rails et, de préférence aussi, en dessous desdits rails. 10
27. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes 22 à 26 et la revendication 24, **caractérisé en ce que** le dispositif à antenne génère une oscillation électromagnétique dans la plage des fréquences du radar. 15
28. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes 22 à 27, **caractérisé par** un système de localisation (70, 71) assisté par satellite pour déterminer la position géographique. 20
29. Dispositif selon la revendication précédente, **caractérisé par** un dispositif de mémoire pour stocker une base de données des lignes de chemin de fer (210) et/ou un dispositif à radar Doppler pour déterminer la vitesse, en vue de l'alignement avec les données du système de localisation par satellite. 25
30. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes 22 à 29, **caractérisé par** un dispositif de balayage par laser (40) pour balayer le profil superficiel ou des tronçons du profil superficiel de la voie ferrée, le dispositif de balayage par laser étant configuré de préférence pour balayer avec un rayon laser oscillant perpendiculairement au déplacement du véhicule de mesure. 30
31. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes 22 à 30, **caractérisé par** un dispositif numérique d'enregistrement d'images (50 - 52, 60, 61) pour enregistrer l'environnement et/ou la surface de la voie ferrée. 35
32. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le dispositif numérique d'enregistrement d'images (60, 61, 50 - 52) est configuré pour enregistrer 40
 - des dispositifs de caténaire ou des parties des dispositifs de caténaire d'une voie ferrée,

- la surface et le côté de roulement des deux files de rails d'une voie ferrée, et/ou
- la surface des traverses (51) de ladite voie ferrée et/ou un tracé de voie fixe.

33. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes 22 à 32, **caractérisé par** un dispositif numérique d'enregistrement d'images (51) qui est configuré pour enregistrer les éléments de fixation des rails sur les traverses d'une voie ferrée et par un dispositif d'analyse des données numériques pour contrôler la présence et la position correcte des éléments de fixation. 45
34. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes 24, 30 et/ou 31, **caractérisé en ce que** le dispositif à antenne, le dispositif numérique d'enregistrement d'images et/ou le dispositif de balayage par laser sont configurés pour examiner la paroi d'un tunnel. 50
35. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes 24 ou 31, **caractérisé par** un dispositif de traitement des données numériques pour analyser les données mesurées avec le dispositif à antenne et/ou le dispositif numérique d'enregistrement d'images, et pour identifier et marquer les interfaces entre les couches et/ou des défauts au moyen d'une comparaison avec des données de référence et/ou d'une comparaison des données mesurées localement avec des données moyennées sur une zone environnante déterminée et/ou d'une comparaison entre des données voisines ou des plages de données voisines. 55
36. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes 24, 30 et/ou 31, **caractérisé par**
 - un dispositif de mémoire pour stocker un premier enregistrement de données mesurées à un premier instant avec le dispositif à antenne et/ou le dispositif numérique d'enregistrement d'images et/ou le dispositif de balayage par laser, et
 - un dispositif d'analyse des données numériques pour associer les données du premier enregistrement de données et d'un deuxième enregistrement de données, relatif à des positions géographiques coïncidentes, enregistrées à un deuxième instant avec le dispositif à antenne et/ou le dispositif numérique d'enregistrement d'images et/ou le dispositif de balayage par laser, et pour comparer le premier enregistrement de données avec le deuxième enregistrement de données.
37. Dispositif selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** le dispositif d'analyse des données numériques est configuré pour identifier et marquer

les différences dans le premier et le deuxième enregistrement de données.

- 38.** Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes 22 à 37, **caractérisé par** un dispositif de traitement de données numériques pour ranger chaque défaut détecté automatiquement ou manuellement dans l'un de au moins deux groupes (250), lesquels caractérisent les mesures à prendre pour éliminer le défaut. 5 10
- 39.** Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes 22 à 38, **caractérisé par** une mémoire de données centrale, dans laquelle sont réunies les données de mesure du dispositif radar, du dispositif de balayage par laser et/ou du dispositif d'enregistrement d'images pour une plage de mesure, un dispositif de traitement des données numériques pour générer une information sur les données de mesure, laquelle est formée par au moins deux de ces enregistrements de données. 15 20
- 40.** Utilisation d'un dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes 22 à 39, pour détecter l'état des digues. 25
- 41.** Utilisation d'un dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes 22 à 39, pour détecter l'état des voies de circulation, en particulier les routes. 30

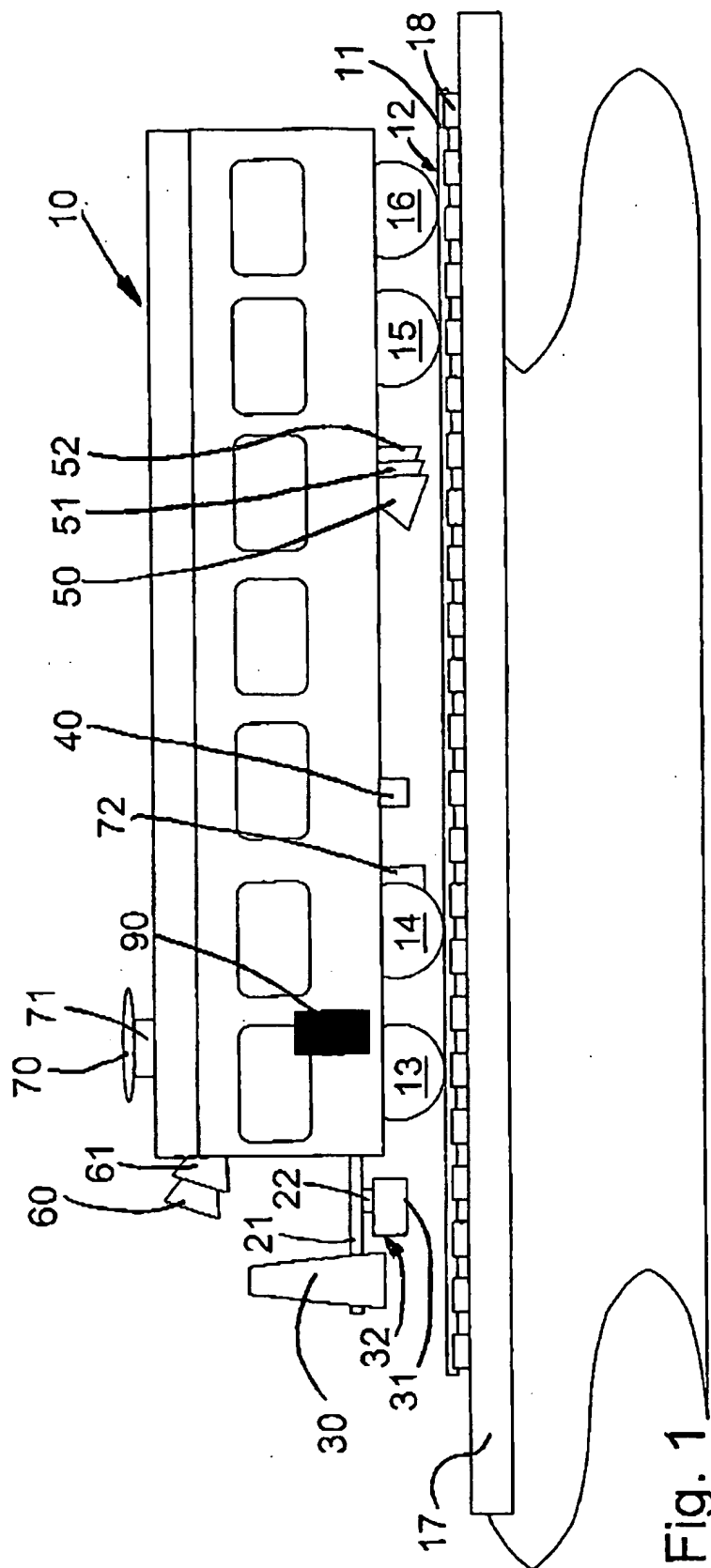
35

40

45

50

55



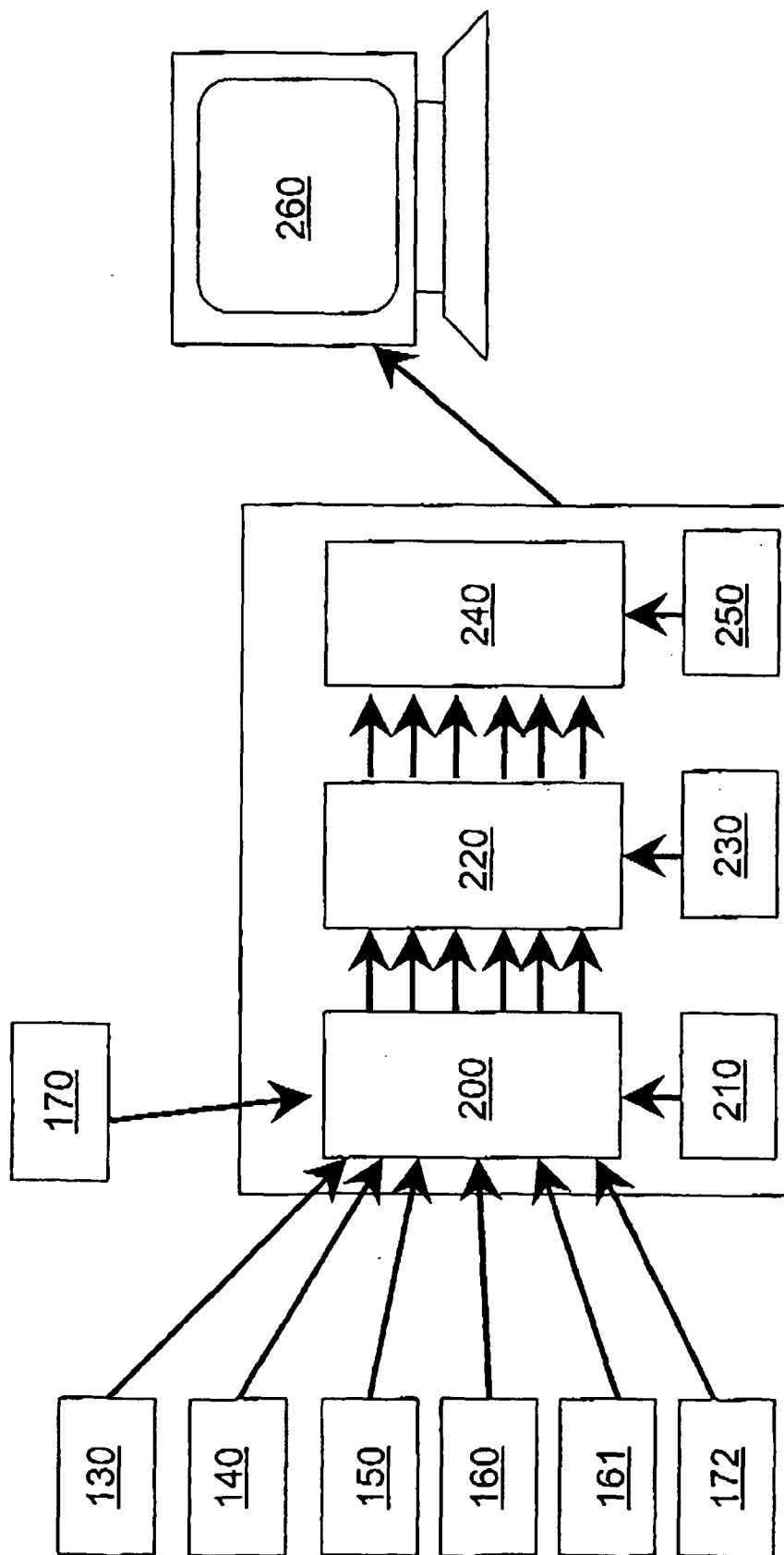


Fig. 2

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 1420113 A2 [0006]
- JP 2005062034 A [0007]
- EP 1120493 A2 [0008]
- WO 0190738 A2 [0009]
- DE 4340254 C2 [0010]