



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
10.04.2019 Patentblatt 2019/15

(51) Int Cl.:
B61L 19/06 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **18193105.6**

(22) Anmeldetag: **07.09.2018**

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

(71) Anmelder: **Siemens Mobility GmbH**
81739 München (DE)

(72) Erfinder:
• **Bolm, Andreas**
38122 Braunschweig (DE)
• **Bolz, Gert**
36154 Hosenfeld (DE)
• **Gehrke, Thomas**
38102 Braunschweig (DE)
• **Günther, Jens-Christian**
38114 Braunschweig (DE)

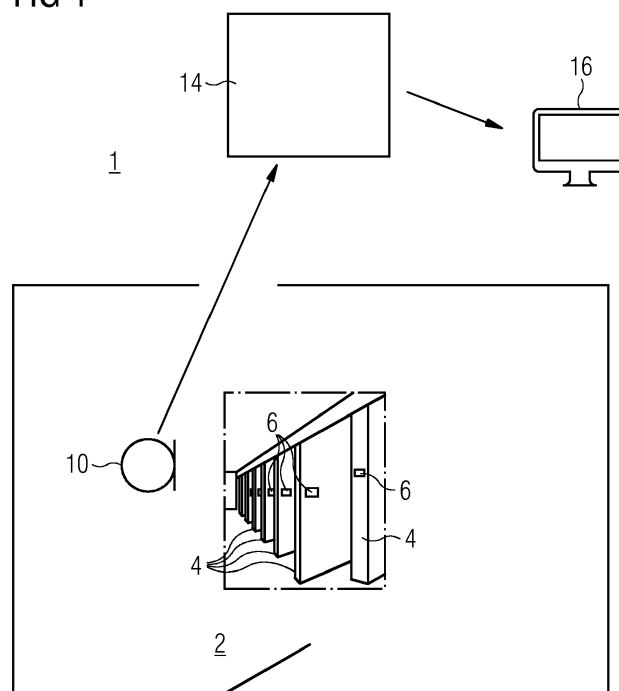
(30) Priorität: **29.09.2017 DE 102017217488**

(54) **VERFAHREN UND SYSTEM ZUM AKUSTISCHEN ANALYSIEREN EINES STELLWERKRAUMS**

(57) Offenbart ist ein Verfahren zum akustischen Analysieren eines Stellwerkraums, in welchem zumindest ein elektromechanisches Bauelement angeordnet ist, wobei akustische Messdaten von mindestens einem Schaltvorgang des mindestens einen elektromechanischen Bauelements durch mindestens einen Schallauf-

nehmer aufgezeichnet werden, wobei die Messdaten mit Referenzdaten verglichen werden und wobei anhand des Vergleichs eine Funktion des elektromechanischen Bauelements beurteilt wird. Des Weiteren ist ein System zum akustischen Analysieren des Stellwerkraums offenbart.

FIG 1



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum akustischen Analysieren eines Stellwerkraums mit mindestens einem in dem Stellwerkraum angeordneten elektromechanischen Bauelement sowie ein System zum Durchführen des Verfahrens.

[0002] Im Bereich von Schienenfahrzeugen sind Stellwerke bekannt, deren Funktionen insbesondere auf elektromechanischen Bauelementen, wie beispielsweise Relais, bzw. auf der Verschaltung von Relais basieren. Derartige Stellwerke sind auch als Relaisstellwerke bekannt. Die Informationsverarbeitung von Betriebszuständen und von Betriebsabläufen, die beispielsweise in einem elektronischen Stellwerk per Mikrocomputer geschieht, wird in Relaisstellwerken durch Relais erledigt. In einem Relaisstellwerk werden die Betriebszustände durch einzelne Schaltzustände von Relais bzw. durch Kombinationen von Schaltzuständen von Relais repräsentiert, die wiederum unter Einbeziehung von äußeren betrieblichen Zuständen oder Bedienhandlungen zur Fortschaltung und damit zum Übergang in einen neuen Zustand bzw. eine neue Zustandskombination führen. Bei einem elektronischen Stellwerk stehen die vorhandenen Daten und Zustände auf informationstechnischer Ebene zur Verfügung und können daher technisch einfach für die Diagnose verwendet werden.

[0003] Bei Relaisstellwerken ist die Diagnose der Schaltzustände und Schaltabläufe technisch an zugänglichen Klemmen, beispielsweise durch direkte Messung des Stroms bzw. der Spannung, aufwendig bis unmöglich, wenn ein Relais z.B. in einer Relaisgruppe so angeordnet ist, dass ohne konstruktive Änderung weder die Spulenanschlüsse noch Anschlüsse von Kontakten des jeweiligen Relais mittelbar oder unmittelbar für Anschaltungen erreichbar sind.

[0004] Da Relais elektromechanische Bauteile sind, ist deren Arbeitsverhalten durch einen Arbeitsbereich charakterisiert, innerhalb dessen die korrekte Funktion des Relais noch gegeben ist. Außerhalb dieses Arbeitsbereichs ist die korrekte Funktion des Relais nicht gegeben. Einflussfaktoren für das Arbeitsverhalten des Relais sind zum Beispiel Kontaktwiderstände und Wartungszustand. Ein erhöhter Kontaktwiderstand kann beispielsweise die Anzugszeit eines Relais verlängern. Ein schlechter Wartungszustand kann, insbesondere bei Stützrelais, die für das Umstützen benötigte Zeit verlängern. Eine schleichende Verschlechterung dieser Einflussfaktoren hat erst dann eine Auswirkung in Form einer Störung oder eines Ausfalls, wenn die betroffene Funktion nicht mehr erbracht werden kann, sei es durch Nicht-Anzug eines Relais oder durch zu späten Anzug oder Abfall eines Relais. Die Zuverlässigkeit der Relais-technik hängt somit wesentlich von vorbeugender Wartung ab. Hierfür werden Relaisgruppen regelmäßig ausgebaut und inspiziert oder durch neue bzw. aufgearbeitete Relaisgruppen in zeitlichen Abständen getauscht.

[0005] Derartige vorbeugende Wartungen sind jedoch

nicht ökonomisch, da ein hoher Personalaufwand notwendig ist. Tritt eine Störung oder ein Defekt in einem Relaisstellwerk auf, so kann eine Diagnose zum Orten des Defekts durch erfahrene Instandhalter von Relaisstellwerken erfolgreich durchgeführt werden. Sie können in der Lage sein, anhand von Rhythmus und Klang der Relaisspiele im Rahmen von beispielsweise Stellvorgängen die Funktion der Relaisanlage zu beurteilen und können so aufgrund ihrer Erfahrung Fehler und Fehlerorte stark eingrenzen. Hierfür kann jedoch ein hoher Zeitaufwand notwendig sein. Des Weiteren kann zum Lokalisieren von defekten Bauelementen oder Relaisgruppen ein direkter Eingriff in einen Betrieb des Stellwerks notwendig sein.

[0006] Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zum Ermitteln und zum Lokalisieren eines defekten Bauelements in einem Stellwerk vorzuschlagen. Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist ein System zum Durchführen eines entsprechenden Verfahrens. Gelöst wird die Aufgabe durch die unabhängigen Patentansprüche. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand von jeweils abhängigen Unteransprüchen.

[0007] Es wird ein Verfahren zum akustischen Analysieren eines Stellwerkraums vorgeschlagen, in welchem zumindest ein elektromechanisches Bauelement angeordnet ist. Es werden akustische Messdaten von mindestens einem Schaltvorgang des mindestens einen elektromechanischen Bauelements durch mindestens einen Schallaufnehmer aufgezeichnet. Die Messdaten werden mit Referenzdaten verglichen und anhand des Vergleichs wird eine Funktion des elektromechanischen Bauelements beurteilt. Beispielsweise kann eine korrekte Funktionsweise ermittelt werden. Zudem kann eine Alterung des Bauelements erkannt werden, wenn die akustischen Messdaten von den Referenzdaten abweichen.

[0008] In einer Ausführung wird bei einer vorgegebenen Abweichung der Messdaten von den Referenzdaten eine Position des elektromechanischen Bauelements innerhalb des Stellwerkraums ermittelt. Dies kann beispielsweise anhand der ermittelten Messdaten erfolgen. Damit kann das Bauelement einfacher gefunden werden, um es zu überprüfen, zu ersetzen oder zu reparieren.

[0009] In einer Ausführung wird als Schallaufnehmer ein Luftschallaufnehmer oder ein Körperschallaufnehmer verwendet.

[0010] In einer Ausführung werden die Messdaten des mindestens einen Schaltvorgangs des elektromechanischen Bauelements durch mindestens einen in und/oder an einem tragbaren Gerät angeordneten Schallaufnehmer aufgezeichnet. Das tragbare Gerät kann als Mobiltelefon, Laptop oder tragbare Recheneinheit ausgebildet sein.

[0011] In einer Ausführung werden die aufgenommenen Messdaten von dem Schallaufnehmer zur Auswertung einer Auswerteeinheit, insbesondere einem Rechnersystem oder einem tragbaren Gerät bereitgestellt. Die Auswerteeinheit vergleicht die Messdaten mit den Referenzdaten.

renzdaten und beurteilt anhand des Vergleichs eine Funktion des elektromechanischen Bauelements. Insbesondere kann die Auswerteeinheit Diagnosedaten erstellen.

[0012] In einer Ausführung werden die der Auswerteeinheit bereitgestellten Messdaten und/oder mittels der Auswerteeinheit daraus ermittelten Diagnosedaten von der Auswerteeinheit bereitgestellt, insbesondere abrufbereit bereitgestellt.

[0013] In einer Ausführung werden die von der Auswerteeinheit bereitgestellten Messdaten und/oder die daraus ermittelten Diagnosedaten über eine Webschnittstelle oder eine Software an ein tragbares Gerät oder einen Rechner übertragen.

[0014] In einer Ausführung ist vorgesehen, dass zusätzlich zu dem zumindest einen Schallaufnehmer ein zu diesem versetzt angeordneter weiterer Schallaufnehmer synchron weitere Messdaten von dem zumindest einem Schaltvorgang des mindestens einen elektromechanischen Bauelements aufzeichnet und die Position des elektromechanischen Bauelements innerhalb des Stellwerkraums durch mindestens eine Laufzeitanalyse der Messdaten des zumindest einen Schallaufnehmers und der weiteren Messdaten des weiteren Schallaufnehmers ermittelt wird. Auf diese Weise kann die Position des Bauelements abgeschätzt bzw. bestimmt werden.

[0015] In einer Ausführung wird eine Position des Schallaufnehmers innerhalb des Stellwerkraums durch Pegeldifferenzanalyse von mindestens zwei zueinander versetzt angeordneten Schallgebern, insbesondere Geräuschquellen ermittelt wird.

[0016] In einer Ausführung wird eine Position des Bauelements innerhalb des Stellwerkraums durch Pegeldifferenzanalyse von mindestens zwei zueinander versetzt angeordneten Schallaufnehmern ermittelt.

[0017] In einer Ausführung wird die Position des elektromechanischen Bauelements innerhalb des Stellwerkraums anhand von Informationen zum Aufbau des Stellwerks, insbesondere anhand von Gruppenverbindungsplänen oder Gestellbesetzungsplänen, ermittelt.

[0018] In einer Ausführung wird eine Auswertung der durch den Schallaufnehmer ermittelten Messdaten durch eine trainierbare oder eine selbsterlernende Software durchgeführt.

[0019] In einer Ausführung wird zur Verbesserung einer Diagnose und/oder einer Ausfallvorhersage eine Information über eine Ansteuerung des Bauelements bei der Auswertung der aufgenommenen Messdaten berücksichtigt. Dadurch können die akustischen Messdaten genauer zu einzelnen Schaltvorgängen der Bauelemente zugeordnet werden.

[0020] In einer Ausführung ist das elektromechanische Bauelement als Relais oder Relaisbaugruppe ausgebildet.

[0021] Es wird ein System zum akustischen Analysieren eines Stellwerkraums mit mindestens einem in dem Stellwerkraum angeordneten elektromechanischen Bauelement vorgeschlagen, das zumindest einen

Schallaufnehmer und zumindest eine Auswerteeinheit aufweist. Der Schallaufnehmer ist ausgebildet, um Messdaten von mindestens einem Schaltvorgang des elektromechanischen Bauelements aufzuzeichnen. Die Auswerteeinheit ist ausgebildet, um die aufgezeichneten Messdaten mit Referenzdaten zu vergleichen und eine vorgegebene Abweichung zwischen den Referenzdaten und den aufgezeichneten Messdaten zu erkennen.

[0022] In einer Ausführung ist die Auswerteeinheit ausgebildet, um bei Erkennen einer vorgegebenen Abweichung zwischen den Referenzdaten und den aufgezeichneten Messdaten ein Signal anzuzeigen oder auszugeben.

[0023] In einer Ausführung ist die Auswerteeinheit ausgebildet, um bei einer vorgegebenen Abweichung der Messdaten des mindestens einen Schaltvorgangs von hinterlegten Referenzdaten eine Position des mindestens einen elektromechanischen Bauelements innerhalb des Stellwerkraums zu ermitteln.

[0024] In einer Ausführung ist zumindest ein Schallaufnehmer ausgebildet, um Messdaten von Luftschallwellen oder Körperschallwellen in dem Stellwerkraum aufzuzeichnen.

[0025] Für eine Überwachung der Relaisanlage von Stellwerken und insbesondere für eine Diagnose von Ausfällen und Störungen von Relaisstellwerken können vorzugsweise von elektromechanischen Bauelementen erzeugte Schallwellen gemessen und ausgewertet werden. Die elektromechanischen Bauelemente können beispielsweise Relais oder Relaisgruppen sein. Die Überwachung oder Diagnose des Stellwerkraums kann beispielsweise rechnergestützt mittels einer trainierbaren oder selbstlernenden Software, beispielsweise mit künstlichen neuronalen Netzen, erfolgen.

[0026] Basierend auf den durch den mindestens einen Schallaufnehmer ermittelten akustischen Messwerten können die erkannten Ereignisse des mindestens einen elektromagnetischen Bauelements, wie beispielsweise Schaltvorgänge, bewertet oder verglichen werden. Ein Schaltvorgang kann somit als konstant bzw. normal oder als verschlechtert bewertet werden. Des Weiteren kann ein Verschlechterungsgrad berechnet werden. Abhängig davon, wie stark die ermittelten akustischen Messwerte von den Referenzdaten abweichen, kann eine Warnung erzeugt und beispielsweise an einen Steuerrechner gesendet werden. Die unterschiedlichen Messwerte können vorzugsweise mit zeitlichen Informationen verknüpft werden, sodass die Messwerte zeitlich definierten Steuersignalen im Stellwerkraum zugeordnet werden können.

[0027] Bei einem Vergleich der Messdaten können Messunsicherheiten und Fertigungstoleranzen des mindestens einen elektromechanischen Bauelements berücksichtigt werden. Hierdurch kann nur dann eine vorgegebene Abweichung der ermittelten Messwerte von den Referenzdaten festgestellt werden, wenn ein zuvor definierter und/oder ein dynamischer Grenzwert bei einem Vergleich der Messdaten mit den Referenzdaten

überschritten wird.

[0028] Zum Durchführen der Ortung bzw. Lokalisierung des elektromechanischen Bauelements kann beispielsweise mit dem mindestens einem Schallaufnehmer ein relativer Abstand zu dem Bauelement abgeschätzt werden. Alternativ oder zusätzlich können die ermittelten akustischen Messdaten zeitlich mit an den Stellwerkraum gesendeten Befehlen verknüpft werden, sodass ein betroffener Anlagenteil oder eine betroffene Funktion eingegrenzt werden kann. Die ermittelten Messdaten und Informationen können vorzugsweise digital gespeichert werden. Damit ist eine weitere Nutzung dieser Informationen vor Ort oder an entfernten Orten, wie beispielsweise einer Betriebsleitzentrale, möglich. Die aus den ermittelten Messdaten gewonnenen Informationen können im Rahmen einer Erfassung von betrieblich relevanten Zuverlässigkeitsdaten für weitere Datenverarbeitungssysteme verwendet werden.

[0029] Vorzugsweise erfolgt die Ermittlung der Messdaten durch eine akustische Aufnahme von mindestens einem Schaltvorgang des mindestens einen elektromechanischen Bauelements. Der mindestens eine Schallaufnehmer kann zum Zweck der Lokalisierung einer Quelle eines Schaltereignisses bzw. des mindestens einen elektromechanischen Bauelements systematisch in dem Stellwerkraum angeordnet sein. Dies kann, beispielsweise über eine Laufzeitanalyse von erzeugten Schallwellen eines über verschiedene Schallaufnehmer erfassten Schallereignisses, eine Bestimmung eines geografischen Ortes ermöglichen.

[0030] Durch eine Geräuschanalyse des Stellwerkraums können Abweichungen von einem Normalzustand festgestellt werden. Das mindestens eine von dem Normalzustand abweichende elektromechanische Bauelement bzw. einen Ursprung einer Geräuschveränderung kann als Geräuschquelle identifiziert und eine Position der Geräuschquelle festgestellt oder zumindest örtlich eingegrenzt werden. Beispielsweise kann das Verfahren mit einer Kommunikationseinrichtung kombiniert werden, welche bei Veränderungen oder Warnungen entsprechende Meldungen erzeugen und zuständigen Abteilungen oder Überwachungseinheiten senden kann. Des Weiteren kann das Verfahren für eine ökonomische Ursachenanalyse vor Ort benutzt werden. Durch das Verfahren kann beispielsweise ein Wartungstechniker oder Instandhalter, auch ohne einen Eingriff in die entsprechende Anlage eines Stellwerks, bei einer Diagnose oder Fehlersuche unterstützt werden.

[0031] Des Weiteren kann ein durch einen Schaltvorgang erzeugter Rhythmus und Klang eine primäre Beurteilung eines Zustandes des mindestens einen elektromechanischen Bauelements ermöglichen. Die genau spezifizierten Geräuschquellen im Stellwerkraum können zusätzlich zu einer örtlichen Orientierung bzw. Lokalisierung des mindestens einen elektromechanischen Bauelements dienen.

[0032] Durch das beschriebene Verfahren kann eine Zuverlässigkeit eines Stellwerks erhalten oder verbessert werden.

Dies kann insbesondere durch eine frühzeitige Offenbarung von Verschlechterungen von elektromechanischen Komponenten des Stellwerkraums realisiert werden, welche noch nicht zu einer Störung führen. Dabei kann eine individuelle vorbeugende Wartung durchgeführt werden, bei der die entsprechend lokalisierten elektromechanischen Bauelemente getauscht oder gewartet werden können. Insbesondere kann durch eine im Vorfeld durchgeführte Lokalisierung bzw. Ermittlung der Position des mindestens einen elektromechanischen Bauelements eine Wartung erleichtert und beschleunigt werden, da das entsprechende Bauelement oder Baugruppe bereits eingegrenzt werden kann.

[0033] Gemäß dem beschriebenen Verfahren werden Messdaten des mindestens einen Schaltvorgangs des mindestens einen elektromechanischen Bauelements durch mindestens ein in dem Stellwerkraum angeordnetes Schallaufnehmer aufgezeichnet. Hierdurch kann in dem zu analysierenden Stellwerkraum ein oder mehrere Mikrofone zum Messen von Luftschall angeordnet werden. Beispielsweise kann in einer oder in mehreren Ecken des Stellwerkraums ein Mikrofon positioniert und zu einer Raummitte des Stellwerkraums ausgerichtet sein. Insbesondere können in dem entsprechenden Stellwerksraum Mikrofone fest installiert werden. Diese können die Geräusche der Schaltvorgänge im Stellwerkraum in Form von akustischen Messdaten aufzeichnen und z.B. in ein lokales Computersystem oder ein entfernt angeordnetes zentrales Computersystem, wie beispielsweise eine Cloud, übermitteln. Hierfür kann der mindestens eine Schallaufnehmer mit einer Auswerteeinheit verbunden sein, welche die erzeugten akustischen Messdaten auslesen und an das zentrale Computersystem senden kann. Dort kann anschließend eine Analyse der Messdaten durchgeführt werden. Die Ergebnisse dieser Analyse können dann beispielsweise über eine Webschnittstelle von einem tragbaren Gerät abrufbar sein. In dieser Lösung können auch über die Webschnittstelle Veränderung im akustischen Schaltverhalten identifiziert und in Form einer Warnung oder Benachrichtigung an das tragbare Gerät gesendet werden.

[0034] Zudem können die Messdaten des mindestens einen Schaltvorgangs des mindestens einen elektromechanischen Bauelements durch mindestens einen in dem Stellwerkraum angeordneten Körperschallaufnehmer aufgezeichnet werden. Alternativ oder zusätzlich können die von dem mindestens einen elektromechanischen Bauelement während eines Schaltvorgangs erzeugten Schallwellen in Form von Körperschall aufgezeichnet werden. Es können beispielsweise die über eine Befestigung bzw. Halterung von Relaisgruppen übertragenen Schwingungen durch einen an einer entsprechenden Relaisanlage angeordneten Körperschallaufnehmer gemessen werden. Hierdurch können Schaltvorgänge beispielsweise auch in unübersichtlich aufgebauten Stellwerkräumen akustisch überwacht und analysiert werden.

[0035] Weiterhin können die Messdaten des mindestens

tens einen Schaltvorgangs des mindestens einen elektromechanischen Bauelements akustisch durch mindestens einen in und/oder an einem tragbaren Gerät angeordneten Schallaufnehmer aufgezeichnet. Alternativ oder zusätzlich zu fest in dem Stellwerkraum installierten Schallaufnehmern kann mindestens ein tragbares Gerät verwendet werden, welches zusätzliche oder alleinige Schallaufnehmer bereitstellen und betreiben kann. Insbesondere können in dem tragbaren Gerät ein oder mehrere Schallaufnehmer integriert sein. Alternativ können mit dem tragbaren Gerät externe Schallaufnehmer verbindbar sein. Hierdurch können auch beispielsweise fest installierte Schallaufnehmer mit dem tragbaren Gerät verbindbar und betreibbar sein. Insbesondere kann hierdurch eine mobile Analyse von Stellwerkräumen realisiert werden. Somit ist eine Installation von Schallaufnehmern in einer Vielzahl an Stellwerkräumen nicht notwendig, sodass eine Analyse eines Stellwerkraums wirtschaftlicher durchgeführt werden kann. Das tragbare Gerät kann beispielsweise ein Smartphone, ein Notebook oder ein Tablet mit einer Software bzw. App und einer Schnittstelle zum Empfangen der akustischen Messdaten sein. Die Software bzw. App kann vorzugsweise die empfangenen Messdaten der Schallaufnehmer verarbeiten und auswerten. Vorzugsweise kann die Software bzw. App eine Basisfunktionalität ohne eine notwendige Internetverbindung aufweisen. Für eine erweiterte Analyse und für eine nachträgliche Auswertung der akustischen Messdaten kann eine direkte Internetverbindung zu einer externen Servereinheit herstellbar sein. In der externen Servereinheit oder Cloud kann anschließend die Software bzw. App aktualisiert und die Messdaten weiterverarbeitet werden. Hierdurch kann eine übergreifende Analyse von mehreren Stellwerken ermöglicht werden.

[0036] Die akustischen Messdaten des mindestens einen Schaltvorgangs des mindestens einen elektromechanischen Bauelements können an eine externe Servereinheit gesendet werden. Hierdurch können die von dem mindestens einen Schallaufnehmer ermittelten Messdaten durch eine Kommunikationsvorrichtung aus dem zu analysierenden Stellwerkraum an die externe Servereinheit versendet und dort im Rahmen einer weiterführenden Verarbeitung ausgewertet werden. Die akustischen Messdaten des mindestens einen Schallaufnehmers können bereits im Vorfeld oder von der externen Servereinheit aufbereitet werden. Im Rahmen einer Aufbereitung der Messdaten kann beispielsweise eine Filterung von unerwünschten oder irrelevanten Bestandteilen sowie eine Verstärkung der Messdaten erfolgen.

[0037] Die an die externe Servereinheit gesendeten akustischen Messdaten können von der externen Servereinheit abrufbereit bereitgestellt werden. Dadurch können die verarbeiteten und aufbereiteten Messdaten von jeder befugten Person abrufbar sein. Hierdurch kann eine zentrale Stelle zum Sammeln und Bereitstellen von Analyseinformationen über die überwachten Stellwerke

eingerrichtet werden, sodass beispielsweise eine erweiterte Diagnose bei wiederholt auftretenden Fehlern ermöglicht werden kann.

[0038] Weiterhin können die von der externen Servereinheit bereitgestellten akustischen Messdaten über eine Webschnittstelle oder eine Software von einem tragbaren Gerät oder einem Rechner abgerufen werden. Es kann beispielsweise ein Zugriff auf die ermittelten Messdaten über eine Internetschnittstelle oder über eine Software bzw. App erfolgen. Hierdurch können die ermittelten akustischen Messdaten und die daraus hergeleiteten Informationen flexibel und vielseitig bereitgestellt und abgerufen werden.

[0039] Die durch den mindestens einen Schallaufnehmer aufgezeichneten akustischen Messdaten können durch das tragbare Gerät oder die externe Servereinheit verarbeitet werden. Hierdurch kann abhängig von Anforderungen und der verwendeten Hardware eine zentrale oder eine dezentrale Auswertung der ermittelten Messdaten durchgeführt werden. Dezentral ausgewertete Messdaten und entsprechend hergeleitete oder berechnete Informationen können nachträglich an die externe Servereinheit übertragen werden. Die entsprechende Auswertung der Messdaten kann den Rhythmus, den Klang, wie beispielsweise eine spektrale Analyse, oder Analyse der Kurvenform, und/oder die Analyse von Laufzeitunterschieden zwischen verschiedenen Schallaufnehmern umfassen.

[0040] Die Position des mindestens einen elektromechanischen Bauelements kann innerhalb des Stellwerkraums durch mindestens eine Laufzeitanalyse ermittelt werden. Durch die Laufzeitanalyse eines über die verschiedenen Schallaufnehmer erfassten Schallereignisses kann der geografische Ort des Schallereignisses, wie beispielsweise eines schaltenden Relais oder einer Relaisgruppe in der Relaisstellwerksanlage bzw. dem Stellwerkraum zumindest eingegrenzt oder vorzugsweise bestimmt werden. Dabei kann ein Schallaufnehmer und ein zu diesem örtlich versetzt angeordneter weiterer Schallaufnehmer synchron Messdaten von einem Schaltvorgang des elektromechanischen Bauelements aufzeichnen. Mithilfe der zwei aufgezeichneten Messdaten der zwei Schallaufnehmer kann die Position des elektromechanischen Bauelements innerhalb des Stellwerkraums durch eine Laufzeitanalyse der zwei Messdaten ermittelt werden.

[0041] Die Position des mindestens einen Schallaufnehmers kann durch eine Pegeldifferenzanalyse von mindestens zwei zueinander versetzt angeordneten Geräuschquellen, insbesondere Schallgeber ermittelt werden. Durch eine Pegeldifferenzanalyse können bei mehreren verwendeten Schallgebern die ermittelten Amplituden eines Schallereignisses gemessen und anhand einer Differenz der Amplituden bzw. der Signalstärke der Messdaten eine Richtung und die Position des Schallaufnehmers relativ zu den Schallgebern berechnet werden.

[0042] Die Position des mindestens einen elektrome-

chanischen Bauelements kann innerhalb des Stellwerkraums anhand der Verknüpfung von Informationen von Stellbefehlen (z.B. Bedienung zur Einstellung einer Zugstraße) mit Informationen über den Aufbau des Stellwerks selbst (beispielsweise aus Gruppenverbindungsplänen, Gestellbesetzungsplänen) ermittelt werden. Weiterhin kann der Rhythmus der Schaltspiele des elektromechanischen Bauelements beim Schalten von einer Schaltposition in eine andere Schaltposition und damit der Zustand des elektromechanischen Bauelements anhand der Verknüpfung von Informationen von Stellbefehlen (z.B. Bedienung zur Einstellung einer Zugstraße) mit Informationen über den Aufbau des elektromechanischen Bauelements bzw. des Stellwerks selbst (beispielsweise aus Gruppenverbindungsplänen, Gestellbesetzungsplänen) bewertet werden.

[0043] Dabei kann mit den Informationen der Bedienungshandlungen und den Rückmeldungen über die Ausleuchtung des Stelltischs eine trainierbare bzw. selbstlernende Softwarefunktion gezielt mit Informationen versorgt werden, die das Training bzw. den Lernvorgang unterstützen und beschleunigen.

[0044] Ebenso können die Informationen von Stellbefehlen (z.B. Bedienung zur Einstellung einer Zugstraße) von Fernsteuerungslösungen für Relaisstellwerke empfangen werden.

[0045] Weiterhin können die Informationen zur Stelltischausleuchtung von Fernsteuerungslösungen für Relaisstellwerken empfangen werden.

[0046] Die Referenzdaten werden durch den mindestens einen Schallaufnehmer durch eine trainierbare oder eine selbstlernende Software ermittelt. Somit kann beispielsweise über ein Eingabegerät eine durchgeführte Wartung erfasst und zum Trainieren bzw. Lernen an die trainierbare oder selbstlernende Softwarefunktion übermittelt werden. Die trainierbare oder selbstlernende Software bzw. Softwarefunktion kann vorzugsweise mindestens ein künstliches neuronales Netzwerk aufweisen. Hierdurch kann eine Auswertung und Analyse der ermittelten Informationen kontinuierlich beschleunigt und optimiert werden.

[0047] Die akustischen Messdaten können durch den mindestens einen Schallaufnehmer kontinuierlich aufgezeichnet werden. Hierdurch kann eine kontinuierliche Überwachung und Diagnose von Funktionseinheiten der Stellwerkstechnik in dem Stellwerkraum in Echtzeit oder in regelmäßigen zeitlichen Abständen für eine Optimierung der Zuverlässigkeit bei gleichzeitiger Optimierung des Instandhaltungsaufwandes realisiert werden. Diese Möglichkeit besteht beispielsweise für Relaisstellwerksanlagen bisher nicht. Die Möglichkeit der kontinuierlichen Überwachung und Diagnose für Relaisstellwerke kann, neben einem Vertrieb von entsprechenden technischen Einrichtungen, auch den Bestand an vorhandenen Relaisstellwerksanlagen sichern bzw. sicherstellen.

[0048] Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung wird ein System zum Durchführen des Verfahrens bereitgestellt. Das System weist mindestens einen Stell-

werkraum, mindestens ein auf einer Halterung im Stellwerkraum angeordnetes elektromechanisches Bauelement und mindestens ein System mit mindestens einem Schallaufnehmer und einer Auswertelektronik auf. Es ist der mindestens eine Schallaufnehmer zum Aufzeichnen von Luftschallwellen in dem Stellwerkraum oder zum Aufzeichnen von Körperschallwellen an den tragenden Teilen der Relaisanlage (Gestelle, Halterungen) oder an weiteren, mit den tragenden Teilen der Relaisanlage mechanisch verbundenen Teilen angeordnet. Dabei ist eine Position des mindestens einen elektromechanischen Bauelements durch den mindestens einen Schallaufnehmer basierend auf einer Laufzeitmessung von Schallwellen eines Schaltvorgangs des mindestens einen elektromechanischen Bauelements oder durch einen Abgleich mit einem Schaltplan ermittelbar.

[0049] Hierdurch kann ein Stellwerkraum technisch einfach auch ohne vorliegende Diagnosemöglichkeiten auf korrekte Funktionalität überprüft werden. Insbesondere bei einer Vielzahl an in dem Stellwerkraum angeordneten elektromechanischen Bauelementen, wie Relais, kann durch das System die Schallemission von Schaltvorgängen ermittelt und auf eventuelle Verschlechterungen oder Veränderungen geprüft werden. Bei einer festgestellten Veränderung der Schallemission kann durch die Schallaufnehmer der Ort der veränderten Schallemission bestimmt oder zumindest eingegrenzt werden, sodass entsprechende Bauelemente schneller ermittelt und ausgetauscht werden können. Hierdurch kann auch ohne einen Eingriff in den laufenden Betrieb des Stellwerks eine Fehlerdiagnose bereits vor einem Ausfall des Stellwerks durchgeführt und eine Ausfallsicherheit von entsprechenden Stellwerken erhöht werden.

[0050] Die oben beschriebenen Eigenschaften, Merkmale und Vorteile dieser Erfindung sowie die Art und Weise, wie diese erreicht werden, werden klarer und deutlicher verständlich durch die Erläuterung der folgenden stark vereinfachten schematischen Darstellungen bevorzugter Ausführungsbeispiele.

FIG 1 zeigt ein erstes System mit einem ortsfesten Schallaufnehmer in einem Stellwerkraum, wobei der Schallaufnehmer mit einem externen Rechnersystem in Verbindung steht.

FIG 2 zeigt ein zweites System mit einem mobilen Schallaufnehmer in einem Stellwerksraum, wobei der mobile Schallaufnehmer mit einem externen Rechnersystem in Verbindung steht.

FIG 3 zeigt ein drittes System mit einem mobilen Schallaufnehmer in einem Stellwerksraum ohne Verbindung zu einem externen Rechnersystem.

FIG 4 zeigt ein viertes System mit einem mobilen Schallaufnehmer in einem Stellwerksraum, der mit einem externen Rechnersystem in Verbindung

steht, wobei mehrere Schallgeber vorgesehen sind.

[0051] Hierbei zeigt die FIG 1 eine schematische Darstellung eines Systems 1 gemäß einer Ausführungsform. Das System 1 weist einen Stellwerkraum 2 auf. In dem Stellwerkraum 2 ist eine Vielzahl von Gestellen 4 angeordnet, welche als Halterungen für elektromechanische Bauelemente 6 dienen. Die elektromechanischen Bauelemente 6 sind hierbei beispielsweise einzelne Schütze oder einzelne Relais oder Relaisgruppen mit jeweils mehreren miteinander elektrisch verbundenen Relais. Die elektromechanischen Bauelemente 6 werden beispielsweise dazu verwendet, um Fahrwegelemente beispielsweise Weichen und/oder Signale für Schienenfahrzeuge zu schalten. In dem Stellwerkraum 2 ist ein Schallaufnehmer 10 angeordnet. Abhängig von der gewählten Ausführung können auch mehr als ein Schallaufnehmer 10, beispielsweise zwei oder drei Schallaufnehmer 10 vorgesehen sein. Gemäß dem Ausführungsbeispiel ist der mindestens eine Schallaufnehmer 10 ein Mikrofon 10 zum Messen von Luftschall oder ein Körperschallsensor zum Messen von Körperschall.

[0052] Die mit dem mindestens einen Mikrofon 10 aufgenommenen akustischen Informationen werden an ein Rechnersystem 14 übermittelt und verarbeitet. Der Ort des Rechnersystems 14 ist unerheblich. Das Rechnersystem 14 kann innerhalb oder außerhalb des Stellwerkraums 2 angeordnet sein. In einer ersten Ausführung werden während des Betriebes der Bauelemente 6 akustische Signale mithilfe des wenigstens einen Schallaufnehmers 10 aufgenommen und an das Rechnersystem 14 weiter geleitet. Der Schallaufnehmer 10 kann drahtgebunden oder drahtlos mit dem Rechnersystem 14 in Verbindung stehen. Während einer Anlernphase werden die vom Schallaufnehmer 10 erfassten akustischen Signale vom Rechnersystem 14 zu Referenzdaten verarbeitet. Dabei wird vorausgesetzt, dass das wenigstens eine Bauelement 6 korrekt funktioniert und z.B. ein neues Bauelement 6 darstellt. Somit entsprechen die Referenzdaten einem korrekt funktionierenden neuen Bauelement 6. In einer Ausführung erhält das Rechnersystem 14 eine Information darüber, welches Bauelement zu welcher Zeit geschaltet wird. Dadurch kann ein zeitliches Verhalten des akustischen Signals eines individuellen Bauelements für die Bildung der Referenzdaten berücksichtigt werden. Zudem kann das akustische Signal jedes individuellen Bauelements für die Erstellung der Referenzdaten berücksichtigt werden. In einer weiteren Ausführung können die Referenzdaten bereits im Rechnersystem 14 abgespeichert sein und es kann auf die Anlernphase verzichtet werden.

[0053] Nach Erstellen der Referenzdaten werden vom Schallaufnehmer 10 weiterhin akustische Signale aufgenommen und an das Rechnersystem 14 weiter geleitet. Das Rechnersystem 14 vergleicht die übermittelten akustischen Signale mit den Referenzdaten. Aus dem Vergleich können Veränderungen oder Unterschiede zwischen den akustischen Signalen und den Referenz-

daten erkannt werden. Dabei können Amplituden und/oder Frequenzen der Referenzdaten und der akustischen Signale verglichen werden. Zudem können im Rechnersystem Grenzwerte für Unterschiede zwischen den Referenzdaten und den erfassten akustischen Messdaten (Signalen) abgespeichert sein, ab denen das Rechnersystem eine vorgegebene Abweichung und/oder eine Fehlfunktion oder eine Alterung der Bauelemente erkennt. Wird ein Grenzwert überschritten, so gibt das Rechnersystem 14 ein entsprechendes Signal z.B. an einen Computer 16 oder an eine mobile Einheit weiter. Somit können auf der Grundlage der Referenzdaten Abweichungen der akustischen Messdaten nach Abschluss der Lernphase zur Diagnose und alternativ oder zusätzlich zur Meldung von bevorstehenden Ausfällen über einen Computer 16 oder ein mobiles Gerät verfügbar gemacht werden.

[0054] Abhängig von der Genauigkeit der Referenzdaten und abhängig von der Art der Bauelemente kann evtl. zusätzlich ermittelt werden, welches Bauelement eine Änderung des akustischen Signals aufweist. Dies ist dann möglich, wenn sich aufgrund der unterschiedlichen akustischen Signale die Bauelemente unterscheiden lassen oder das zeitliche Verhalten der akustischen Signale für den Schallaufnehmer 10 unterscheiden. Dazu ist es erforderlich, dass das Rechnersystem die Schaltzeiten der Bauelemente übermittelt bekommt. Die elektromechanischen Bauelemente 6 sind hierbei beispielsweise einzelne Schütze oder einzelne Relais oder Relaisgruppen mit jeweils mehreren miteinander elektrisch verbundenen Relais.

[0055] Zusätzlich kann durch die Anordnung von mehreren Schallaufnehmern 10 im Stellwerkraum 2 die Ortung des Ursprunges einer Abweichung der Messdaten von den Referenzdaten auch mittels Analyse des Laufzeitunterschiedes zwischen den verschiedenen Schallaufnehmern 10 erfolgen.

[0056] Zusätzlich oder alternativ können Informationen über den Aufbau des Stellwerks selbst (beispielsweise Gruppenverbindungspläne, Gestellbesetzungspläne) in die Verarbeitung der aufgenommenen akustischen Informationen im Rechnersystem 14 einbezogen werden und daraus der Ort eines akustischen Ereignisses im Stellwerkraum bestimmt werden. Die Informationen über den Aufbau des Stellwerks sind z.B. in einem Speicher des Rechnersystems abgelegt.

[0057] Zusätzlich zu den aufgenommenen akustischen Informationen können zur Verbesserung der Diagnose und Ausfallvorhersage die Informationen eines Fernsteuerungssystems über Bedienhandlungen am Stellisch des Stellwerks und Zustände der Stellischausleuchtung an das Rechnersystem 14 übermittelt werden und bei der Verarbeitung mit den aufgenommenen akustischen Informationen verknüpft werden.

[0058] FIG 2 zeigt eine weitere Ausführung des Systems, das im Wesentlichen der FIG 1 entspricht, wobei jedoch im Gegensatz zu dem wenigstens einen ortsfesten Schallaufnehmer 10 der FIG 1 wenigstens eine mo-

bile Einheit 12 vorgesehen ist, die mindestens einen Schallaufnehmer 10 z.B. in Form eines Mikrofons aufweist. Die mobile Einheit 12 ist beispielsweise ein Mobiltelefon oder ein Laptop. Die mit dem mindestens einen Mikrophon 10 der mobilen Einheit 12 aufgenommenen akustischen Informationen werden analog zu FIG 1 an die Auswerteeinheit 14 gesendet. Die Auswerteeinheit 14 führt den Vergleich mit den Referenzdaten durch und gibt entsprechende Informationen an die mobile Einheit 12 und/oder an den Computer 16 weiter. Die mobile Einheit 12 kann eine Beurteilung der Funktion des wenigstens einen elektromechanischen Bauelements 6 anzeigen oder ausgeben. Die Informationen über den Aufbau des Stellwerks sind z.B. in einem Speicher der mobilen Einheit 12 abgelegt.

[0059] FIG 3 zeigt eine weitere Ausführung des Systems, das im Wesentlichen der FIG 1 entspricht, wobei jedoch im Gegensatz zu dem wenigstens einen ortsfesten Schallaufnehmer 10 der FIG 1 wenigstens eine mobile Einheit 12 vorgesehen ist, die mindestens einen Schallaufnehmer 10 z.B. in Form eines Mikrofons aufweist. Die mobile Einheit 12 ist beispielsweise ein Mobiltelefon oder ein Laptop. Die mit dem mindestens einen Mikrophon 10 der mobilen Einheit 12 aufgenommenen akustischen Informationen werden entgegen zur Ausführung der FIG 2 nicht an eine Auswerteeinheit gesendet, sondern von der mobilen Einheit 12 selbst verarbeitet.

[0060] Die mit dem mindestens einen Mikrophon 10 aufgenommenen akustischen Informationen werden von der mobilen Einheit 12 verarbeitet. Dazu weist die mobile Einheit 12 eine entsprechende Software und/oder ein entsprechendes Rechensystem auf. In einer ersten Ausführung werden während des Betriebes der Bauelemente 6 akustische Signale mithilfe des wenigstens einen Schallaufnehmers 10 der mobilen Einheit 12 aufgenommen. Während einer Anlernphase werden die vom Schallaufnehmer 10 erfassten akustischen Signale von der mobilen Einheit 12 zu Referenzdaten verarbeitet. Dabei wird vorausgesetzt, dass das wenigstens eine Bauelement 6 korrekt funktioniert und z.B. ein neues Bauelement 6 darstellt. Somit entsprechen die Referenzdaten einem korrekt funktionierenden neuen Bauelement 6. In einer Ausführung erhält die mobile Einheit 12 eine Information darüber, welches Bauelement zu welcher Zeit geschaltet wird. Dadurch kann ein zeitliches Verhalten des akustischen Signals eines individuellen Bauelements für die Bildung der Referenzdaten berücksichtigt werden. Zudem kann das akustische Signal jedes individuellen Bauelements für die Erstellung der Referenzdaten berücksichtigt werden. In einer weiteren Ausführung können die Referenzdaten bereits in der mobilen Einheit 12 abgespeichert sein und es kann auf die Anlernphase verzichtet werden.

[0061] Nach Erstellen der Referenzdaten werden vom Schallaufnehmer 10 weiterhin akustische Signale aufgenommen und an die mobile Einheit 12 weiter geleitet. Die mobile Einheit 12 vergleicht die übermittelten akustischen Signale mit den Referenzdaten. Aus dem Ver-

gleich können Veränderungen oder Unterschiede zwischen den akustischen Signalen und den Referenzdaten erkannt werden. Dabei können Amplituden und/oder Frequenzen der Referenzdaten und der akustischen Signale verglichen werden. Zudem können im Rechnersystem Grenzwerte für Unterschiede zwischen den Referenzdaten und den erfassten akustischen Signalen abgespeichert sein, ab denen das Rechnersystem eine vorgegebene Abweichung und/oder eine Fehlfunktion oder eine Alterung der Bauelemente erkennt. Wird ein Grenzwert überschritten, so gibt die mobile Einheit 12 das Signal aus. Zudem kann die mobile Einheit 12 das Signal auch an einen Computer oder an eine weitere mobile Einheit weiter geben. Somit können auf der Grundlage der Referenzdaten Abweichungen der akustischen Messdaten nach Abschluss der Lernphase zur Diagnose und alternativ oder zusätzlich zur Meldung von bevorstehenden Ausfällen verfügbar gemacht werden.

[0062] Abhängig von der Genauigkeit der Referenzdaten und abhängig von der Art der Bauelemente kann evtl. zusätzlich ermittelt werden, welches Bauelement eine Änderung des akustischen Signals aufweist. Dies ist dann möglich, wenn sich aufgrund der unterschiedlichen akustischen Signale die Bauelemente unterscheiden lassen oder das zeitliche Verhalten der akustischen Signale für den Schallaufnehmer 10 unterscheiden. Dazu ist es erforderlich, dass die mobile Einheit 12 die Schaltzeiten der Bauelemente 6 übermitteln bekommt. Die elektromechanischen Bauelemente 6 sind hierbei beispielsweise einzelne Schütze oder einzelne Relais oder Relaisgruppen mit jeweils mehreren miteinander elektrisch verbundenen Relais.

[0063] Zusätzlich kann durch die zeitlich nacheinander folgende Aufnahmen von Messwerten der Schaltung des gleichen Bauelementes an verschiedenen Positionen der mobilen Einheit 12 im Stellwerkraum 2 die Ortung des Ursprunges des Bauelementes mittels Analyse des Laufzeitunterschiedes zwischen den verschiedenen Schallaufnehmern 10 erfolgen.

[0064] Zusätzlich oder alternativ können Informationen über den Aufbau des Stellwerks selbst (beispielsweise Gruppenverbindungspläne, Gestellbesetzungspläne) in die Verarbeitung der aufgenommenen akustischen Informationen in der mobilen Einheit 12 einbezogen werden und daraus der Ort eines akustischen Ereignisses im Stellwerkraum bestimmt werden.

[0065] Zusätzlich zu den aufgenommenen akustischen Informationen können zur Verbesserung der Diagnose und Ausfallvorhersage die Informationen eines Fernsteuerungssystems über Bedienhandlungen am Stelltisch des Stellwerks und Zustände der Stelltischausleuchtung an die mobile Einheit 12 übermittelt werden und bei der Verarbeitung mit den aufgenommenen akustischen Informationen verknüpft werden.

[0066] FIG 4 zeigt eine weitere Ausführung des Systems, das im Wesentlichen der Ausführung der FIG 2 entspricht, wobei jedoch zusätzlich in dem Stellwerkraum 2 mindestens drei genau spezifizierte Geräusch-

quellen als Schallgeber 8 angeordnet sind. Gemäß dem Ausführungsbeispiel sind vier Schallgeber 8 in jeder Ecke des rechteckig geformten Stellwerkraums 2 positioniert. Sie dienen der Ortung. Mit den genau spezifizierten Geräuschquellen als Schallgeber 8 ist es nach einem Einmessen der Örtlichkeit mittels des mindestens einen Mikrofons 10 der mobilen Einheit 12 möglich, den Ort der mobilen Einheit 12 im Stellwerkraum zu bestimmen. Die Schallgeber 8 sind in einer für die Ortung geeigneten Weise, vorzugsweise auf die Mitte des Stellwerkraumes gerichtet, im Raum angeordnet.

[0067] Alternativ oder zusätzlich werden die Informationen zum Ort der mobilen Einheit 12 innerhalb des Stellwerkraums 2 in die Verarbeitung der mit dem mindestens einen Mikrophon 10 der mobilen Einheit 12 aufgenommenen akustischen Informationen einbezogen. Alternativ oder zusätzlich werden die Informationen zum Ort der mobilen Einheit 12 innerhalb des Stellwerkraums 2 mit den Informationen verknüpft, die zur Diagnose und alternativ oder zusätzlich zur Meldung von bevorstehenden Ausfällen über die mobile Einheit 12 verfügbar gemacht werden.

[0068] Die mobile Einheit kann eine entsprechende App zur Verarbeitung und zum Vergleich der erfassten Messdaten mit den Referenzdaten aufweisen. Die Übermittlung der Messdaten an das Rechnersystem 14 ermöglicht eine rechnergestützte Analyse und Vergleich der Messdaten mit den Referenzdaten.

[0069] Zudem kann in allen Ausführungen bei der Erfassung der akustischen Signale die Steuersignale für das Bauelement berücksichtigt werden. Zudem können bei allen Ausführungsformen beispielsweise auch der Rhythmus und der Ort von Schallspielen ermittelt und beispielsweise zur Verbesserung der Leistungsfähigkeit der Auswerteeinheit bzw. deren Software genutzt werden.

[0070] In allen Ausführungsformen kann das durch den Schallaufnehmer erfasste akustische Signal einer Filterung zur Beseitigung nicht erwünschter Signalanteile und einer Verstärkung unterzogen werden, bevor ein Vergleich mit Referenzdaten erfolgt.

[0071] Obwohl die Erfindung im Detail durch die bevorzugten Ausführungsbeispiele näher illustriert und beschrieben wurde, so ist die Erfindung nicht durch die offenbarten Beispiele eingeschränkt und andere Variationen können vom Fachmann hieraus abgeleitet werden, ohne den Schutzbereich der Erfindung zu verlassen.

Bezugszeichen

[0072]

- 1 System
- 2 Stellwerkraum
- 4 Halterung
- 6 elektromechanisches Bauelement
- 8 genau spezifizierte Geräuschquellen (Schallgeber)

- 10 Schallaufnehmer
- 12 mobile Einheit
- 14 externe Servereinheit
- 16 Computer

Patentansprüche

1. Verfahren zum akustischen Analysieren eines Stellwerkraums (2), in welchem zumindest ein elektromechanisches Bauelement (6) angeordnet ist, wobei akustische Messdaten von mindestens einem Schaltvorgang des mindestens einen elektromechanischen Bauelements (6) durch mindestens einen Schallaufnehmer (10) aufgezeichnet werden, wobei die Messdaten mit Referenzdaten verglichen werden und wobei anhand des Vergleichs eine Funktion des elektromechanischen Bauelements (6) beurteilt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei einer vorgegebenen Abweichung der Messdaten von den Referenzdaten eine Position des elektromechanischen Bauelements (6) innerhalb des Stellwerkraums (2), insbesondere anhand der ermittelten Messdaten, ermittelt wird.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Schallaufnehmer (10) ein Luftschallaufnehmer oder ein Körperschallaufnehmer verwendet wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Messdaten des mindestens einen Schaltvorgangs des elektromechanischen Bauelements (6) durch mindestens einen in und/oder an einem tragbaren Gerät (12) angeordneten Schallaufnehmer (10) aufgezeichnet werden.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die aufgenommenen Messdaten von dem Schallaufnehmer (10) zur Auswertung einer Auswerteeinheit, insbesondere einem Rechnersystem (14) oder einem tragbaren Gerät (12), bereitgestellt werden und dass die Auswerteeinheit die Messdaten mit den Referenzdaten vergleicht und anhand des Vergleichs eine Funktion des elektromechanischen Bauelements beurteilt, insbesondere Diagnosedaten erstellt.
6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die an der Auswerteeinheit bereitgestellten Messdaten und/oder mittels der Auswerteeinheit daraus ermittelten Diagnosedaten von der Auswerteeinheit

bereitgestellt, insbesondere abrufbereit bereitgestellt werden.

7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6,
dadurch gekennzeichnet, dass
die von der Auswerteeinheit bereitgestellten Messdaten und/oder die daraus ermittelten Diagnosedaten über eine Webschnittstelle oder eine Software an ein tragbares Gerät (12) oder einen Rechner (16) übertragen werden.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet, dass zusätzlich zu dem zumindest einen Schallaufnehmer (10) ein zu diesem versetzt angeordneter weiterer Schallaufnehmer synchron weitere Messdaten von dem zumindest einem Schaltvorgang des mindestens einen elektromechanischen Bauelements (6) aufzeichnet und
die Position des elektromechanischen Bauelements (6) innerhalb des Stellwerkraums (2) durch mindestens eine Laufzeitanalyse der Messdaten des zumindest einen Schallaufnehmers (10) und der weiteren Messdaten des weiteren Schallaufnehmers ermittelt wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet, dass
eine Position des Schallaufnehmers (10) innerhalb des Stellwerkraums (2) durch Pegeldifferenzanalyse von mindestens zwei zueinander versetzt angeordneten Geräuschquellen (8) ermittelt wird.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9,
dadurch gekennzeichnet, dass
eine Position des Bauelements (6) innerhalb des Stellwerkraums (2) durch Pegeldifferenzanalyse von mindestens zwei zueinander versetzt angeordneten Schallaufnehmern (10) ermittelt wird.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Position des elektromechanischen Bauelements (6) innerhalb des Stellwerkraums (2) anhand von Informationen zum Aufbau des Stellwerks, insbesondere anhand von Gruppenverbindungsplänen oder Gestellbesetzungsplänen, ermittelt wird.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11,
dadurch gekennzeichnet, dass
eine Auswertung der durch den Schallaufnehmer (10) ermittelten Messdaten durch eine trainierbare oder eine selbsterlernende Software durchgeführt wird.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12,
dadurch gekennzeichnet, dass
zur Verbesserung einer Diagnose und/oder einer

Ausfallvorhersage eine Information über eine Ansteuerung des Bauelements bei der Auswertung der aufgenommenen Messdaten berücksichtigt werden.

- 5 14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das elektromechanische Bauelement als Relais oder Relaisbaugruppe ausgebildet ist.
- 10 15. System zum akustischen Analysieren eines Stellwerkraums (2) mit mindestens einem in dem Stellwerkraum (2) angeordneten elektromechanischen Bauelement (6),
gekennzeichnet, durch
zumindest einen Schallaufnehmer (10) und zumindest eine Auswerteeinheit (12, 14),
wobei der Schallaufnehmer (10) geeignet ausgebildet ist, Messdaten von mindestens einem Schaltvorgang des elektromechanischen Bauelements (6) aufzuzeichnen, und
20 wobei die Auswerteeinheit (12, 14) geeignet ausgebildet ist, die aufgezeichneten Messdaten mit Referenzdaten zu vergleichen und eine Abweichung zwischen den Referenzdaten und den aufgezeichneten Messdaten zu erkennen.
- 25 16. System nach Anspruch 15, wobei die Auswerteeinheit (12, 14) geeignet ausgebildet ist, bei Erkennen einer vorgegebenen Abweichung der aufgezeichneten Messdaten von den Referenzdaten ein Signal anzuzeigen oder auszugeben.
- 30 17. System nach Anspruch 15 oder 16, wobei die Auswerteeinheit (12, 14) geeignet ausgebildet ist, bei einer vorgegebenen Abweichung der Messdaten des mindestens einen Schaltvorgangs von hinterlegten Referenzdaten eine Position des mindestens einen elektromechanischen Bauelements (6) innerhalb des Stellwerkraums (2) zu ermitteln.
- 35 18. System nach einem der Ansprüche 15 bis 17,
gekennzeichnet, durch
zumindest einen Schallaufnehmer (10), der geeignet ausgebildet ist, Messdaten von Luftschallwellen oder Körperschallwellen in dem Stellwerkraum (2) aufzuzeichnen.
- 40
- 45
- 50
- 55

FIG 1

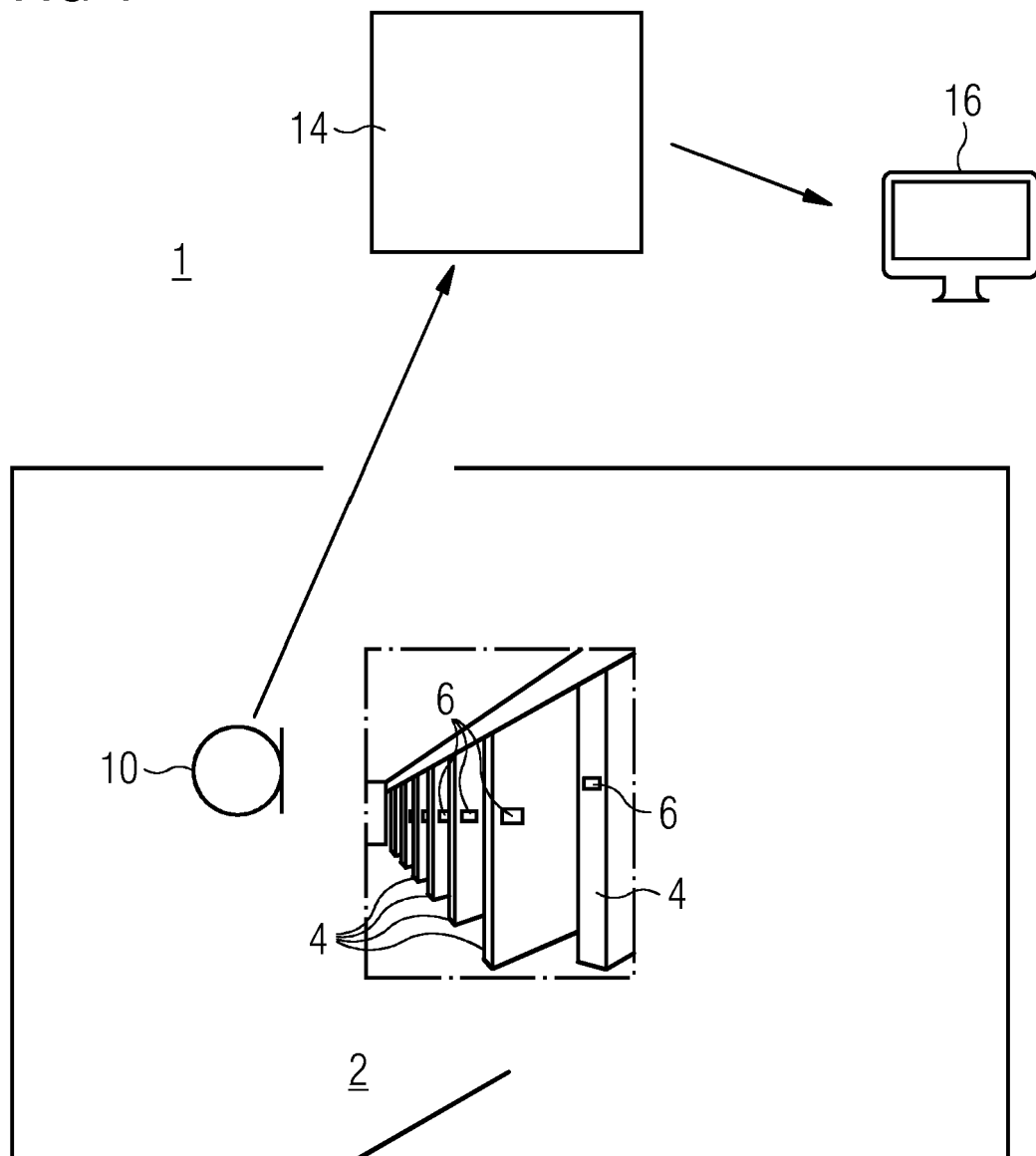


FIG 2

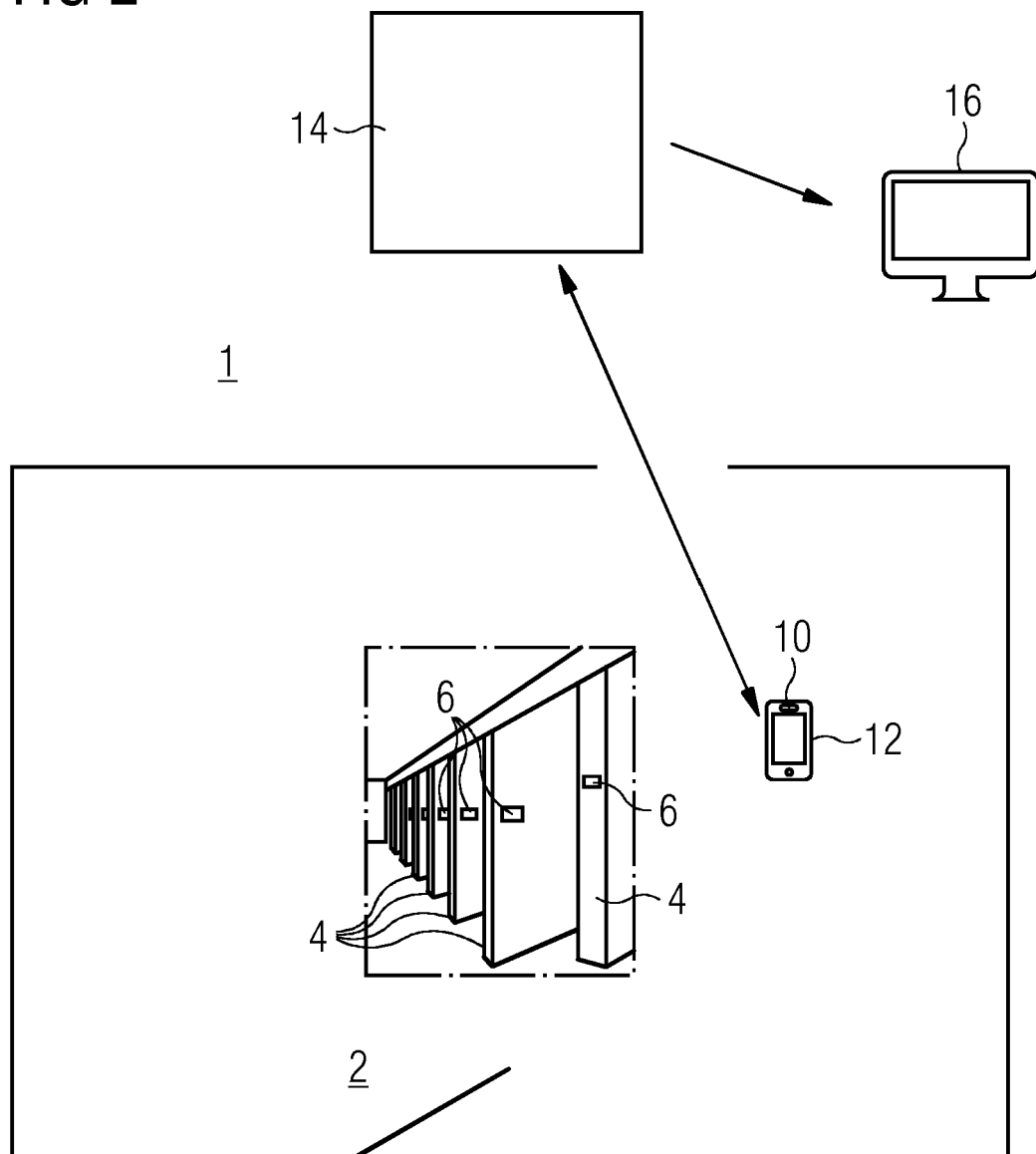


FIG 3

1

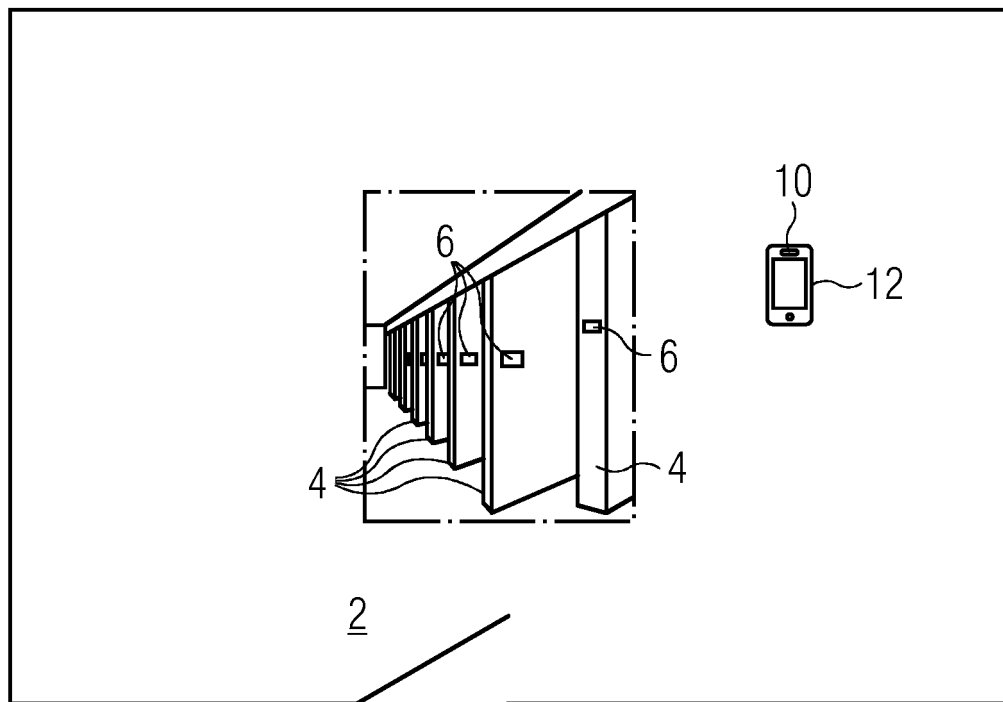
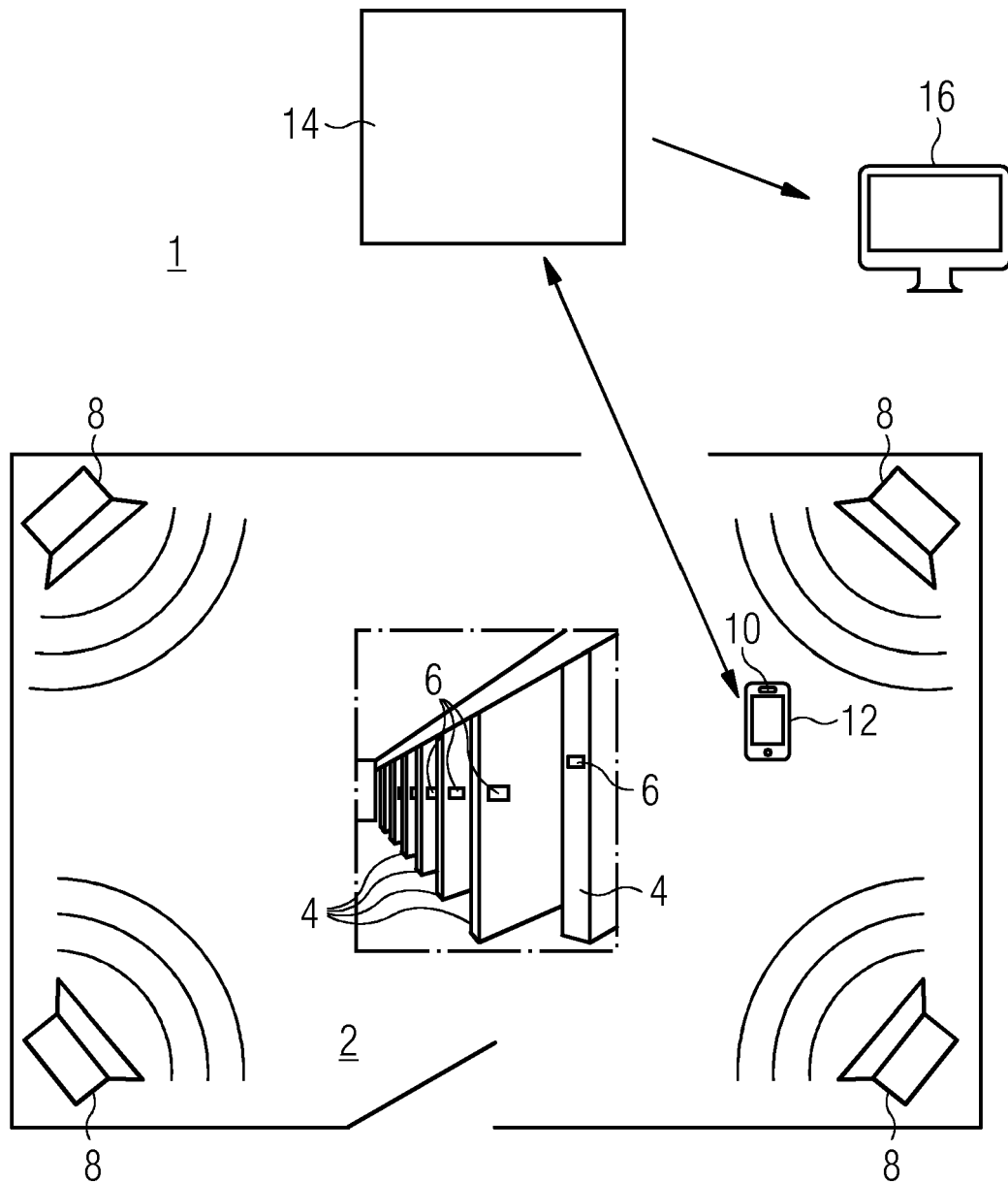


FIG 4





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
 EP 18 19 3105

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Y	DE 101 57 202 A1 (GIRBINGER MAX [DE]) 28. Mai 2003 (2003-05-28) * Absatz [0001] - Absatz [0004]; Abbildungen 1-3 *	1-18	INV. B61L19/06
Y	CH 704 430 A2 (SIGDATA AG SIGNAL UND DATENTECHNIK [CH]) 31. Juli 2012 (2012-07-31) * Absatz [0002] - Absatz [0031]; Abbildungen 1,2 *	1,15	
Y	DE 100 43 055 A1 (UNIV ILMENAU TECH [DE]) 14. März 2002 (2002-03-14) * Absatz [0002] - Absatz [0012]; Abbildung 1 *	2-14, 16-18	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B61L H02H G01S G01M
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 26. Februar 2019	Prüfer Kassner, Holger
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 18 19 3105

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten
 Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

26-02-2019

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	DE 10157202 A1	28-05-2003	KEINE	

15	CH 704430 A2	31-07-2012	KEINE	

	DE 10043055 A1	14-03-2002	KEINE	

20				
25				
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82