

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

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
08. März 2018 (08.03.2018)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2018/041569 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

G06Q 10/00 (2012.01) G06Q 10/06 (2012.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2017/070203

(22) Internationales Anmeldedatum:

09. August 2017 (09.08.2017)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

10 2016 116 415.1

02. September 2016 (02.09.2016) DE

(71) Anmelder: **KNORR-BREMSE SYSTEME FÜR
SCHIENENFAHRZEUGE GMBH** [DE/DE]; Moosacher
Str. 80, 80809 München (DE).

(72) Erfinder: **NOCK, Marco**; Beethovenstr. 19, 85622 Feld-
kirchen (DE).

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

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

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

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: DEVICE AND METHOD FOR DETERMINING THE STATE OF RAILWAYS

(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUM ERMITTELN DES ZUSTANDS VON SCHIENENWEGEN

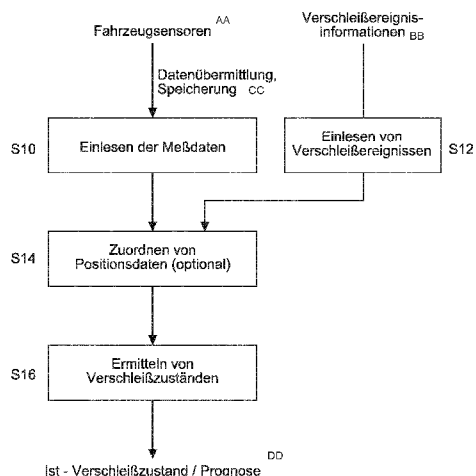


Fig. 1

AA Vehicle sensors
BB Wear event information
CC Data transmission, storage
S10 Measurement data
S12 Input of wear events
S14 Assignment of position data (optional)
S16 Determination of wear states
DD Actual wear state / Prognosis

(57) Abstract: The invention relates to a method for determining the state of rail-
ways, wherein by means of an available sensor system of at least one rail vehicle
at different times and under different environmental conditions measurement data
(20, 21), which have been collected while the at least one rail vehicle was trav-
elling on a railway, are input and wear states (24) of the railway are determined
from the measurement data (20, 21). The invention further relates to a device for
determining the state of railways.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Ermitteln des
Zustands von Schienenwegen, wobei mittels vorhandener Sensorik wenigstens ein-
es Schienenfahrzeugs zu verschiedenen Zeiten und unter unterschiedlichen Um-
weltbedingungen erfasste Messdaten (20, 21), die beim Fahren des wenigstens ein-
en Schienenfahrzeugs auf einem Schienenweg erfasst wurden, eingelesen wer-
den und aus den Messdaten (20, 21) Verschleißzustände (24) des Schienenwegs
ermittelt werden. Die Erfindung betrifft ferner eine Vorrichtung zum Ermitteln des
Zustands von Schienenwegen.

WO 2018/041569 A1

BESCHREIBUNG

Vorrichtung und Verfahren zum Ermitteln des Zustands von Schienenwegen

- 5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Ermitteln des Zustands von Schienenwegen. Die Erfindung betrifft ferner eine Vorrichtung zum Ermitteln des Zustands von Schienenwegen.

Es ist bekannt, Schienenwege mittels Spezialfahrzeugen zu vermessen und zu
10 überprüfen. Dies erfolgt in regelmäßigen Abständen und erfordert Fahrzeuge, die mit spezieller Sensorik ausgestattet sind, sowie gesonderte Fahrten mit diesen Fahrzeugen über die Schienenwege. Daher gestalten sich diese Messfahrten aufgrund der erforderlichen Spezialfahrzeuge, des erforderlichen Personals und der dabei erforderlichen Streckenbelegung als aufwendig.

15 Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein verbessertes Verfahren und eine verbesserte Vorrichtung zum Erfassen von Verschleißzuständen von Schienenwegen bereitzustellen.

20 Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren zum Ermitteln des Zustands von Schienenwegen mit den Verfahrensschritten des Anspruchs 1 sowie durch eine Vorrichtung zum Ermitteln des Zustands von Schienenwegen mit den Merkmalen des Anspruchs 10 gelöst. Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

25 In einem erfindungsgemäßen Verfahren zum Ermitteln des Zustands von Schienenwegen werden Messdaten eingelesen, die mittels vorhandener Sensorik wenigstens eines Schienenfahrzeugs zu verschiedenen Zeiten und unter unterschiedlichen Umweltbedingungen beim Fahren des wenigstens einen
30 Schienenfahrzeugs auf einem Schienenweg erfasst werden können. Aus den Messdaten werden Verschleißzustände des Schienenwegs ermittelt.

Die Messdaten, aus denen die Verschleißzustände ermittelt werden, sind Messdaten, die mittels der üblicherweise in einem normalen Schienenfahrzeug vorhandenen Sensorik erfasst werden können. Dies sind die Sensoren, die im Fahrzeug für einen normalen Fahrbetrieb erforderlich sind. Es werden daher keine zusätzlichen Sensoren
5 benötigt, wie sie beispielsweise in Spezialfahrzeugen für Streckeninspektion benötigt werden.

Die Messungen werden vorzugsweise bei den üblichen Fahrten von Schienenfahrzeugen über den Schienenweg durchgeführt und die Daten im
10 Schienenfahrzeug aufgezeichnet. Dabei kann es sich um die Daten von einem einzelnen Schienenfahrzeug, vorzugsweise jedoch um die Daten, die von mehreren Schienenfahrzeugen erfasst wurden, handeln. Die Aufzeichnung der Messdaten, die im erfindungsgemäßen Verfahren eingelesen werden, kann zu verschiedenen Zeiten und unter unterschiedlichen Umweltbedingungen erfolgen. Unter den Umweltbedingungen
15 können beispielsweise Temperaturen, Luftfeuchtigkeit, Luftdrücke, aber auch Konfigurationen des Zuges wie Anhängelasten, Achszahl des messenden Schienenfahrzeugs etc. verstanden werden.

Die Messungen, deren Messdaten dem erfindungsgemäßen Verfahren zugrunde gelegt werden, werden beim Fahren des oder der Schienenfahrzeuge auf einem Schienenweg erfasst. Dabei handelt es sich vorzugsweise um übliche Betriebseinsätze und
20 überwiegend nicht um Sonderfahrten mit den Schienenfahrzeugen, wie sie bei der Bestimmung des Zustands von Schienenwegen mittels Spezialfahrzeugen erforderlich wären. Die Messdaten können zu unterschiedlichen Zeitpunkten aufgenommen sein, das heißt entweder im Abstand von wenigen Stunden, Tagen, aber auch Wochen, Monaten oder Jahren. Dadurch können auch historische Daten bei der Ermittlung des Verschleißzustands des Schienenwegs berücksichtigt werden.
25

Die mit den Schienenfahrzeugen aufgenommenen Daten werden im
30 erfindungsgemäßen Verfahren vorzugsweise durch eine Offline-Verarbeitungseinheit, d.h. nicht in einem Schienenfahrzeug selbst, sondern vorzugsweise in einer stationären Einrichtung, eingelesen. Dies bedeutet, dass die Daten zunächst von den Schienenfahrzeugen an die das erfindungsgemäße Verfahren ausführende Einheit

übermittelt werden. Dies kann auf verschiedenen Wegen, beispielsweise durch ein drahtloses Netzwerk erfolgen.

Aus den Messdaten werden dann die Verschleißzustände des Schienenwegs ermittelt.

- 5 Dadurch kann der Verschleiß an jeder einzelnen Position des Schienenwegs, und damit über den Verlauf des Schienenwegs, ermittelt und ausgegeben werden. Dies kann beispielsweise dadurch geschehen, dass Verläufe von Messdaten beim Überfahren bekannter Verschleißzustände analysiert und den dabei ermittelten Mustern der Messdaten konkrete Verschleißzustände zugeordnet werden. Die Zuordnung der
- 10 Verschleißzustände anhand von Mustern kann dabei somit aufgrund von Versuchen erfolgen, in denen konkrete Verschleißzustände einer Strecke ermittelt bzw. vermessen werden, und diesen bekannten Verschleißzuständen ein mit der vorhandenen Sensorik eines Schienenfahrzeugs gemessener Verlauf der Messgrößen gegenübergestellt wird, der charakteristisch für das Überfahren eines Streckenabschnitts mit dem bekannten
- 15 Verschleißzustand ist.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens sind die eingelesenen Messdaten Messdaten von Beschleunigungssensoren. Dabei werden somit überwiegend oder ausschließlich die Messungen von in einem Fahrzeug vorhandenen

- 20 Beschleunigungssensoren herangezogen, um Verschleißzustände des Schienenwegs zu ermitteln. Bei den Beschleunigungssensoren werden insbesondere die Beschleunigungssensoren, die Beschleunigungen in vertikaler Richtung, d.h. senkrecht zum Schienenweg erfassen, herangezogen. Auch die Beschleunigungssensoren, die Beschleunigungen in Querrichtung messen, können verwendet werden. Da
- 25 Beschleunigungen meist bereits in alle Richtungen gemessen werden, indem 3D-Beschleunigungssensoren eingesetzt werden, können auch Beschleunigungen in Längs-, Quer- und Vertikalrichtung herangezogen werden.

Anhand der gemessenen Beschleunigungen können beispielsweise Schienenbrüche,

- 30 Gleislagefehler oder Aufrauhungen von Schienen erfasst werden. Insbesondere anhand der gemessenen Querbeschleunigungen können beispielsweise gelöste Schienenklammern bzw. Verschraubungen oder Verschiebungen des Schienenwegs erkannt werden. Die Beschleunigungssensoren können beispielsweise an den

Drehgestellen angeordnet sein. Das Ermitteln von Verschleißzuständen kann beispielsweise durch einen Vergleich von gemessenen Beschleunigungen bei Fahrten auf neuen oder sich im Normalzustand befindlichen Schienenwegen mit gemessenen Beschleunigungen bei Fahrten auf dem zu vermessenden Streckenabschnitt durchgeführt werden.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens sind die eingelesenen Messdaten Daten wenigstens eines Wiegeventils einer Bremsanlage. Ein Wiegeventil misst die Belastung des Radsatzes oder des Drehgestells. Durch die Daten des wenigstens eines Wiegeventils kann die vertikale Belastung des Schienenwegs ermittelt werden. Sind sämtliche Drehgestelle mit Wiegeventilen versehen, dann kann die Belastung auch drehgestellweise ermittelt werden.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens sind die eingelesenen Messdaten Daten einer Klimaanlage. Die momentane Klimatisierungsleistung einer Klimaanlage ist bei vorgegebenen Umweltbedingungen von der Zahl der Personen im zu klimatisierenden Raum, und damit von der Zahl der Fahrgäste im zu klimatisierenden Schienenfahrzeug abhängig. Anhand der Klimatisierungsleistung können damit die Fahrgastzahlen ermittelt bzw. abgeschätzt werden. Damit kann einerseits die vertikale Belastung des Schienenwegs ermittelt werden, andererseits aber auch die Auswirkung der Beladung des Schienenfahrzeugs auf den Fahrzeugschwerpunkt, und damit auch die Auswirkungen auf Belastungen bei Kurvenfahrten und Beschleunigungsvorgängen, d.h. in überwiegend horizontaler Richtung. Die Daten können auch durch weitere Sensoren der Klimaanlage, beispielsweise einen CO₂-Sensor, bereitgestellt werden.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens sind die eingelesenen Messdaten Daten wenigstens eines Geschwindigkeitssensors. Damit kann einerseits die Fahrzeugverzögerung bzw. auch die Fahrzeugbeschleunigung, und damit die Belastung des Schienenwegs in seiner Längsrichtung ermittelt werden. Des Weiteren kann unter Verwendung der Daten des wenigstens einen Geschwindigkeitssensors der Schlupf ermittelt werden, und damit die Belastung des Schienenwegs im Rad-Schiene-Kontakt, d.h. der punktuelle Verschleiß.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens sind die eingelesenen Messdaten Daten der Sensorik wenigstens eines Drehgestells. Dabei kann es sich beispielsweise um Daten eines oder mehrerer am Drehgestell angeordneter Beschleunigungssensoren handeln. Damit können Schäden des Schienenwegs, beispielsweise ein Schienenbruch erkannt werden. Bei einem Schienenbruch erkennt der Beschleunigungssensor eine einmalige Beschleunigung. Diese wandert, wenn mehrere Drehgestelle mit Sensorik versehen sind, durch den Zug. Im Unterschied dazu würde ein Radschaden wiederkehrende Beschleunigungen ergeben, deren Wiederholfrequenz von der Geschwindigkeit des Schienenfahrzeugs abhängig ist.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens werden Ereignisse erfasst, die besonderen Einfluss auf den Verschleiß des Schienenwegs haben, und die Verschleißzustände des Schienenwegs werden unter Berücksichtigung der Ereignisse, die besonderen Einfluss auf den Verschleiß des Schienenwegs haben, ermittelt.

Damit können Ereignisse erfasst werden, die im normalen Betrieb eines Schienenfahrzeugs nicht regelmäßig bzw. mit geringerer Wahrscheinlichkeit auftreten und insbesondere über das normale Rollen eines Rades über eine Schiene hinausgehen. Damit handelt es sich um seltener eintretende und/oder außergewöhnliche Ereignisse. Diese Ereignisse können jedoch besondere Auswirkungen auf den Verschleiß haben, insbesondere zu hohem Verschleiß gegenüber einem Normalbetrieb führen, so dass diese Ereignisse beim Ermitteln des Verschleißes besonders berücksichtigt werden sollten.

Zwar können Verschleißerscheinungen, die durch diese singulären Ereignisse verursacht sind, grundsätzlich auch beispielsweise aus Messdaten ermittelt werden, die von Beschleunigungssensoren aufgenommen werden. Jedoch kann die Genauigkeit der Ermittlung von Verschleißzuständen erhöht werden, wenn derartige Ereignisse bei der Verschleißermittlung direkt berücksichtigt werden. Darüber hinaus kann dadurch ein Abgleich zwischen den Messungen, beispielsweise von Beschleunigungssensoren, und den für diese Positionen bekannten singulären Ereignisse erfolgen, so dass Muster ermittelt werden können, die zeigen, wie eine Messung eines Beschleunigungssensors für eine Position eines Schienenwegs, an dem ein derartiges singuläres Ereignis

stattgefunden hat, aussieht. Dadurch kann das Verfahren zum Ermitteln von Verschleißzuständen aus den Messdaten und die Zuordnung von Verschleißzuständen zu beobachteten Verläufen der Messgrößen verbessert werden.

- 5 In einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens werden als Ereignisse, die besonderen Einfluss auf den Verschleiß des Schienenwegs haben, eines oder mehrere der Ereignisse Anfahrtschlupf bzw. Schleudern von Antriebsrädern, Sandungsvorgang, Gleitschutzauslösung oder Einsatz von Schienenbremsen, beispielsweise einer Magnetschienenbremse, erfasst.

10 Bei diesen Ereignissen handelt es sich um singuläre Ereignisse, die gegenüber dem normalen Rollvorgang eines Rades auf der Schiene einen besonders hohen Verschleiß des Schienenwegs, und insbesondere der Schienenoberfläche hervorrufen. Indem diese Ereignisse erfasst werden, kann die Datenbasis für die Ermittlung des

15 Verschleißzustandes verbessert werden. Insbesondere können, wie vorstehend ausgeführt, diese Informationen über die besonderen Ereignisse mit den weiteren Messdaten, insbesondere Daten von Beschleunigungssensoren abgeglichen werden, um die Genauigkeit der Ermittlung von Verschleißzuständen zu erhöhen und insbesondere, um die weiteren Messdaten mit diesen Verschleißereignissen zu

20 korrelieren und aus diesen Messdaten Muster erkennen zu können, die für die genannten singulären Ereignisse kennzeichnend sind, so dass auch ohne Kenntnis der Verschleißereignisse aus den Daten beispielsweise von Beschleunigungssensoren darauf geschlossen werden kann, ob an einer Position ein Gleiten, ein Schleudern von Antriebsrädern oder ein anderes Ereignis stattgefunden hat.

25 In einer Ausgestaltung des Verfahrens werden nach dem Einlesen der Daten den Messdaten Positionsdaten zugeordnet. Die Zuordnung von Positionsdaten kann jedoch auch bereits im messenden Fahrzeug geschehen, indem ein Messdatenschrieb mit beispielsweise aus einem GPS-System erhaltenen Positionsdaten, d.h. mit einem

30 Ortsstempel versehen wird. Unabhängig davon, ob das Zuordnen von Positionsdaten bereits während der Messung im Fahrzeug geschieht oder erst im erfindungsgemäßen Verfahren während der Auswertung, ist jedem Messwert damit eine Position, d.h. eine Position auf der Strecke, an der die Messung aufgenommen wird, zuordenbar.

In einer weiteren Ausgestaltung des Verfahrens werden beim Ermitteln der Verschleißzustände Daten der Umwelt des Schienenwegs berücksichtigt. Dabei können beispielsweise Temperaturen, Drücke oder Luftfeuchtigkeit oder auch der konkrete Ort, beispielsweise die Lage in einem Tunnel oder in einer Steigung berücksichtigt werden. In einer vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens wird der aktuelle Verschleißzustand des Schienenwegs ermittelt. Dadurch kann beurteilt werden, welcher Verschleiß an welcher Position des Schienenwegs vorliegt. Dadurch können Wartungsempfehlungen, Geschwindigkeitsempfehlungen etc. abgeleitet werden. Dies ermöglicht eine Bestandsaufnahme des aktuellen Zustands des Schienenwegs.

In einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens wird aus den Messdaten die Entwicklung des Verschleißzustands der Strecke prognostiziert. Damit ist eine Vorhersage möglich, wie sich der Verschleißzustand der Strecke unter bestimmten Belastungen, entweder unter Fortführung der aktuellen Belastungen, d.h. beispielsweise der bisherigen Anzahl von Zugfahrten oder der Zuglasten, oder unter einer geänderten Beanspruchung, beispielsweise einer Erhöhung der Zugdichte, entwickeln wird. Dafür können neben den aktuellen Messdaten auch Messdaten aus der Vergangenheit herangezogen werden, so dass durch Vergleich aktueller und früherer Messdaten eine Entwicklung des Verschleißes der Strecke ermittelt werden kann und daraus eine Vorhersage zur zukünftigen Verschleißentwicklung vorgenommen werden kann.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens erfolgt das Ermitteln der den Positionsdaten zugeordneten Verschleißzustände des Schienenwegs mittels Big-Data-Verfahren, beispielsweise künstlicher neuronaler Netze. Big-Data-Verfahren, im Deutschen auch als Massendatenverfahren bezeichnet, beschreiben dabei Verfahren, welche zur Auswertung großer und/oder komplexer und/oder schwach strukturierter und/oder sich schnell ändernder Datenmengen verwendet werden können.

Werden als eine Ausgestaltung von Big-Data-Verfahren beispielsweise künstliche neuronale Netze verwendet, sind die künstlichen neuronalen Netze zunächst anhand von Daten zu trainieren, in denen Messdaten, die beim Überfahren eines

Streckenabschnitts mit einem bekannten Verschleißzustand gemessen werden, dem bekannten Verschleißzustand bzw. diesen Zustand charakterisierende Größen (beispielsweise Rauigkeit) zugeordnet werden. Dafür sind Messungen durchzuführen, beispielsweise mittels Versuchsfahrzeugen, in denen der Verschleiß der Schiene direkt
5 gemessen wird, beispielsweise durch Messung der Rauhtiefe der Schiene, beispielsweise durch optische oder Ultraschall-Messverfahren. Diese Trainingsdaten ordnen damit einen gemessenen Verschleiß den Messdaten zu, die die im Fahrzeug vorhandene Sensorik beim Überfahren eines Streckenabschnitts mit einem derartigen Verschleißzustand ausgibt. Dadurch können die künstlichen neuronalen Netze trainiert
10 werden.

Beim Ermitteln der den Positionsdaten zugeordneten Verschleißzustände des Schienenwegs mittels künstlicher neuronaler Netze wird dann von einem trainierten neuronalen Netz ausgegangen. Das trainierte künstliche neuronale Netz erhält dann
15 bei der Ermittlung des Verschleißzustands aus den Messwerten bei der Anwendung des Verfahrens die Messdaten aus der Sensorik des Fahrzeugs als Eingangsdaten und gibt dann dazu den Verschleißzustand zu einer jeweiligen Position des Schienenwegs aus. Durch die künstlichen neuronalen Netze ist es möglich, die gemessenen Daten mit verhältnismäßig geringer Rechenleistung auszuwerten und mit einer verhältnismäßig
20 geringen Rechenleistung aus den Messdaten den Verschleißzustand des Schienenwegs zu bestimmen.

Alternativ zu künstlichen neuronalen Netzen können für die Auswertung jedoch, wie vorstehend beschrieben, auch andere Big-Data-Verfahren verwendet werden.
25

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens wird vor dem Ermitteln der den Positionsdaten zugeordneten Verschleißzustände des Schienenwegs aus den Messdaten eine Vorverarbeitung der Daten separat für die jeweiligen Schienenfahrzeuge vorgenommen. Diese Vorverarbeitung kann online im Fahrzeug
30 erfolgen, sie kann jedoch insbesondere auch offline in einer stationären Auswerteeinheit erfolgen. Dadurch können bestimmte Verarbeitungsschritte bereits vor dem eigentlichen Ermitteln des Verschleißzustandes aus den Messdaten vorgezogen werden. Beispielsweise können bei der Vorverarbeitung die Ereignisse, die besonderen Einfluss

auf den Verschleiß des Schienenwegs haben, beispielsweise der Einsatz von Schienenbremsen oder Sandungen, mit den Messdaten aus der Sensorik des Fahrzeugs, beispielsweise von Beschleunigungssensoren, korreliert werden. Auch kann hier den Messdaten die jeweilige Position zugeordnet werden, soweit dies nicht bereits
5 im Fahrzeug erfolgt ist.

Eine erfindungsgemäße Vorrichtung zum Ermitteln des Zustands von Schienenwegen umfasst Mittel zum Einlesen und Speichern von mittels vorhandener Sensorik wenigstens eines Schienenfahrzeugs zu verschiedenen Zeiten und unter
10 unterschiedlichen Umweltbedingungen beim Fahren des wenigstens einen Schienenfahrzeugs auf einem Schienenweg erfasster Messdaten sowie Mittel zum Ermitteln von Verschleißzuständen des Schienenwegs aus den Messdaten.

Die Messdaten werden damit wie bei der Beschreibung des Verfahrens ausgeführt
15 durch Sensoren erfasst, die auf einem Schienenfahrzeug serienmäßig vorhanden sind und für den normalen Fahrbetrieb benötigt werden. Das Fahrzeug ist damit nicht, wie beispielsweise Spezialfahrzeuge, mit speziellen Sensoren ausgerüstet, die speziell für die Überwachung und die Erfassung des Zustandes von Schienenwegen benötigt werden.

20 Die erfindungsgemäße Vorrichtung weist Mittel auf, mit denen diese Messdaten eingelesen werden können. Die Messdaten können dabei von einem und insbesondere von mehreren Schienenfahrzeugen stammen. Die Messdaten werden vorzugsweise in einer stationären Einrichtung offline eingelesen und verarbeitet. Handelt es sich
25 insbesondere um Daten eines einzelnen Fahrzeugs, können das Einlesen und das Verarbeiten auch an Bord des Fahrzeugs, beispielsweise in Echtzeit erfolgen. Die Messdaten werden in der Vorrichtung eingelesen und gespeichert. Bei den Messdaten handelt es sich um Daten, die von einem oder von mehreren Fahrzeugen, insbesondere zu verschiedenen Zeiten und unter unterschiedlichen Umweltbedingungen erfasst
30 werden können. Damit können auch historische Daten, das heißt Daten aus in verschiedenen Zeitabständen zurückliegenden Messungen berücksichtigt werden.

Die Vorrichtung weist des Weiteren Mittel auf, mit denen aus den Messdaten Verschleißzustände des Schienenwegs ermittelt werden können. Unter Verschleiß wird beispielsweise die Rauigkeit oder Welligkeit der Schienenoberfläche, beispielsweise bei Riffelbildung, oder lokale Schädigungen wie Schienenbruch verstanden.

5

Mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist es möglich, den Zustand von Schienenwegen zu ermitteln, ohne dass Spezialfahrzeuge, die mit spezieller Sensorik ausgerüstet sind und spezielle Messfahrten erfordern, erforderlich werden.

- 10 In einer Ausgestaltung weist die Vorrichtung Mittel zum Zuordnen von Positionsdaten zu den Messdaten auf. Die Positionsdaten können beispielsweise im Fahrzeug durch GPS erfasst werden und bereits im Fahrzeug den Messdaten zugeordnet werden. Die Messdaten werden dann bereits im Fahrzeug neben einem Zeitstempel auch mit einem Ortsstempel versehen. Die Zuordnung der Positionsdaten zu den Messdaten kann aber
- 15 auch offline vorgenommen werden. Durch das Zuordnen der Positionsdaten ist es möglich, einer Messung eine bestimmte Position entlang des Schienenwegs zuzuordnen, um den Ort des jeweiligen Verschleißes bestimmen zu können.

- In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Vorrichtung weist die Vorrichtung des weiteren
- 20 Mittel zum Einlesen und Speichern von Ereignissen, die besonderen Einfluss auf den Verschleiß des Schienenwegs haben, auf, sowie Mittel zum Ermitteln von Verschleißzuständen des Schienenwegs, die den Positionsdaten zugeordnet sind, unter Berücksichtigung der Ereignisse, die besonderen Einfluss auf den Verschleiß haben.

- 25 Dadurch ist es möglich, besondere, im normalen Fahrbetrieb nur selten auftretende Ereignisse, die jedoch zu einem hohen Verschleiß des Schienenwegs führen, wie beispielsweise Sanden, Anfahrschlupf bzw. Schleudern von Antriebsrädern, Gleitschutzauslösung oder den Einsatz von Schienenbremsen, zu berücksichtigen. Wie bereits beim Verfahren ausgeführt, ist es dadurch möglich, einerseits die Genauigkeit
- 30 der Ermittlung der Verschleißzustände zu erhöhen, und andererseits die Messdaten, beispielsweise Messungen von Beschleunigungssensoren, mit den Ereignissen, die besonderen Einfluss auf den Verschleiß haben, zu korrelieren, so dass Muster ermittelt werden können, die aus den Messungen mit der im Schienenfahrzeug vorhandenen

Sensorik auf den Verschleiß durch die besonderen singulären Ereignisse schließen lassen.

5 In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist die Vorrichtung so gestaltet, dass sie den Verschleiß des Schienenwegs ausschließlich oder überwiegend aus Daten ermitteln kann, die durch im Schienenfahrzeug vorhandene Beschleunigungssensoren bereitgestellt werden. Dabei handelt es sich vorzugsweise um Beschleunigungssensoren, die Vertikalbeschleunigungen, d.h. Beschleunigungen in Richtung des Schienenwegs erfassen. Diese Beschleunigungssensoren können
10 vorzugsweise am Drehgestell angeordnet sein. Bei den Sensoren handelt es sich um die Sensorik, die im Fahrzeug serienmäßig vorhanden ist, um den Fahrbetrieb zu gewährleisten. Es wird somit keine Sensorik benötigt, die keinem weiteren Zweck als der Verschleißerkennung dient.

15 In weiteren vorteilhaften Ausgestaltungen ist die Vorrichtung so gestaltet, dass sie den Verschleiß des Schienenwegs unter Verwendung von Daten ermitteln kann, die durch wenigstens ein im Schienenfahrzeug vorhandenes Wiegeventil bereitgestellt werden, und/oder durch eine im Schienenfahrzeug vorhandene Klimaanlage und/oder einen im Schienenfahrzeug vorhandenen Geschwindigkeitssensor und/oder durch die Sensorik
20 wenigstens eines im Schienenfahrzeug vorhandenen Drehgestells.

In einer weiteren Ausgestaltung der Vorrichtung weist die Vorrichtung Mittel auf, um die Entwicklung des Verschleißzustandes der Strecke zu prognostizieren. Dadurch ist es möglich, aus den Messdaten nicht nur den aktuellen Verschleißzustand zu erkennen,
25 sondern auch Vorhersagen über die zukünftige Entwicklung zu treffen und basierend auf dem aktuellen und dem vorhergesagten Verschleißzustand Empfehlungen für Wartungen oder den Fahrbetrieb, beispielsweise in Form von Geschwindigkeitsbeschränkungen, auszugeben. Eine Prognose des Verschleißzustandes kann in der Vorrichtung durch Mittel erfolgen, die sowohl aktuelle
30 Messdaten als auch vergangene Messdaten, die über verschiedene Zeiträume in der Vergangenheit aufgenommen wurden, auswerten. Dadurch ist die Vorrichtung geeignet, Aussagen über eine zukünftige Veränderung des Verschleißes der Strecke zu treffen. Dadurch können anhand der vorhergesagten Verschleißentwicklung des Schienenwegs

Empfehlungen für Wartungen und Reparaturen, beispielsweise für das Schleifen von Schienen, abgeleitet werden.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachfolgend anhand der beigefügten

5 Zeichnungen beschrieben.

Es zeigen:

- Fig. 1 den Verfahrensablauf zum Ermitteln von Verschleißzuständen eines
10 Schienenwegs gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung; und
Fig. 2 den Verfahrensablauf zum Ermitteln von Verschleißzuständen von
 Schienenwegen gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung.

In dem in **Fig. 1** als allgemeinem Ablauf dargestellten Verfahren werden im Schritt S10
15 Messdaten, die von Fahrzeugsensoren stammen, eingelesen. Diese Daten stammen von Sensoren, die zur serienmäßigen Ausstattung des Fahrzeugs gehören und für den normalen Fahrzeugbetrieb bzw. die Diagnosen der Fahrzeugkomponenten benötigt werden. Es handelt sich damit nicht um Daten, die durch spezielle Sensoren erfasst werden, wie sie beispielsweise in Spezialfahrzeugen zur Vermessung von
20 Schienenwegen eingebaut sind. Die eingelesenen Messdaten können dabei beispielsweise Messdaten von Beschleunigungssensoren sein. Soweit im Fahrzeug beispielsweise 3D-Beschleunigungssensoren eingebaut sind, können von diesen Sensoren gemessene Daten verwendet werden. Aber auch die Daten von nur in einer Raumrichtung messenden Beschleunigungssensoren, insbesondere zur Messung der
25 Vertikalbeschleunigung und/oder der Querschleunigung können verwendet werden.

Bei den Daten kann es sich auch um Daten von Wiegeventilen der Bremsanlage, Daten von Klimaanlage, Daten von Geschwindigkeitssensoren oder Daten der Drehgestellsensorik handeln.

30

Bei den Daten handelt es sich vorzugsweise um Daten von mehreren Fahrzeugen, die zu verschiedenen Zeitpunkten und unter verschiedenen Bedingungen aufgenommen wurden. Dadurch können auch Daten aus der Vergangenheit verwendet werden,

wodurch der Verschleiß des Schienenwegs in der Vergangenheit bis zum heutigen Zeitpunkt analysiert und beobachtet werden kann sowie Prognosen getroffen werden können. Die Aufzeichnung der Messdaten kann zu verschiedenen Zeiten und unter unterschiedlichen Umweltbedingungen erfolgen, beispielsweise bei verschiedenen

5 Temperaturen, Luftfeuchtigkeiten, Luftdrücken, aber auch bei verschiedenen Konfigurationen des Zuges, beispielsweise einer Variation von Anhängelasten, Achszahl des messenden Schienenfahrzeugs etc.

Die Daten der Fahrzeugsensoren werden vom Fahrzeug an die Einrichtung, die die

10 Auswertung durchführt, übermittelt. Die Auswertungsschritte werden vorzugsweise durch eine Offline-Verarbeitungseinheit durchgeführt, d.h. eine nicht in einem Schienenfahrzeug selbst, sondern vorzugsweise in einer stationären Auswertungsvorrichtung, die sich ausserhalb des Schienenfahrzeugs befindet, durchgeführt. Bei der Einrichtung, die die Auswertung und die Ermittlung des

15 Verschleißzustandes aus den Daten durchführt, handelt es sich damit vorzugsweise um eine stationäre Offline-Einrichtung. Die Daten sind daher von den Fahrzeugen an die Einrichtung zu übermitteln. Dies kann durch drahtlose Kommunikation, aber auch auf anderen Übertragungswegen geschehen. Dafür werden die Daten beispielsweise im Fahrzeug oder in weiteren stationären Einrichtungen zwischengespeichert.

20 Für die Ermittlung des Verschleißzustands des Schienenwegs wird in dem in Fig. 1 dargestellten Verfahren zusätzlich zu den Fahrzeugmessungen auch auf Verschleißereignisinformationen zurückgegriffen. Die Daten hierfür werden

üblicherweise von den Fahrzeugen erfasst und zwischengespeichert und können auf

25 verschiedenen Wegen der Datenübertragung, beispielsweise über Funk oder über Zwischenspeicherung in einem fahrzeuginternen oder in einem externen Speicher, an die Vorrichtung, die den Verschleißzustand ermittelt, übermittelt werden.

Dabei werden in der in Fig. 1 dargestellten Ausführung des Verfahrens Ereignisse

30 erfasst, die besonderen Einfluss auf den Verschleiß des Schienenwegs haben. Bei diesen Ereignissen kann es sich beispielsweise um das Auftreten von Anfahrschlupf, Schleudern von Antriebsrädern, Sandungsvorgänge, Gleitschutzauslösung oder einen Einsatz von Schienenbremsen handeln. Bei diesen Ereignissen handelt es sich damit

um Ereignisse, die einen besonders hohen Verschleiß des Schienenwegs, und insbesondere der Schienenoberfläche hervorrufen. Durch Erfassung dieser Ereignisse wird die Informationsbasis für die Ermittlung des Verschleißzustandes verbessert. Diese Informationen über die besonderen Ereignisse können mit den weiteren Messdaten, insbesondere den mittels Beschleunigungssensoren gemessenen Daten abgeglichen werden, um die Genauigkeit der Ermittlung von Verschleißzuständen zu erhöhen und um die weiteren Messdaten mit diesen Verschleißereignissen zu korrelieren. Aus diesen Messdaten können auch beispielsweise Muster erkannt werden, die für die genannten singulären Ereignisse kennzeichnend sind, so dass auch ohne Kenntnis der Verschleißereignisse aus den Daten beispielsweise von Beschleunigungssensoren darauf geschlossen werden kann, ob an einer Position ein Gleiten, ein Schleudern von Antriebsrädern oder ein anderes Ereignis stattgefunden hat.

Die Messdaten und die Verschleißereignisse werden in Schritt S12 eingelesen.

Den Messdaten und den Verschleißereignissen können im Schritt S14 optional Positionsdaten zugeordnet werden. Soweit bereits im Fahrzeug den Messdaten sowie den Verschleißereignisinformationen Positionsdaten zugeordnet wurden, beispielsweise aus GPS-Systemen des Fahrzeugs, ist eine nachträgliche Zuordnung von Positionsdaten nicht erforderlich.

Im Schritt S16 werden aus den Messdaten sowie den Verschleißereignissen Verschleißzustände des Schienenwegs, die den jeweiligen Positionen entlang des Schienenwegs zugeordnet werden können, ermittelt. Dadurch kann der Verschleiß an jeder einzelnen Position des Schienenwegs, und damit über den Verlauf des Schienenwegs, ermittelt und ausgegeben werden. Dies kann beispielsweise dadurch geschehen, dass Verläufe von Messdaten beim Überfahren bekannter Verschleißzustände analysiert und den dabei ermittelten Mustern der Messdaten konkrete Verschleißzustände zugeordnet werden. Die Zuordnung der Verschleißzustände anhand von Mustern kann dabei somit aufgrund von Versuchen erfolgen, in denen konkrete Verschleißzustände einer Strecke ermittelt bzw. vermessen werden, und diesen bekannten Verschleißzuständen ein mit der vorhandenen Sensorik eines Schienenfahrzeugs gemessener Verlauf der Messgrößen gegenübergestellt wird,

der charakteristisch für das Überfahren eines Streckenabschnitts mit dem bekannten Verschleißzustand ist.

Die Ermittlung kann beispielsweise anhand von künstlichen neuronalen Netzen
5 erfolgen, die so trainiert sind, dass sie aus den Messdaten sowie den Verschleißereignissen Schlüsse auf den Verschleißzustand des Schienenwegs schließen lassen, indem beispielsweise Informationen über Rauigkeiten der Schienenoberfläche, Riffelbildung oder Schienenbrüche ausgegeben werden. Es können jedoch auch andere Big-Data-Verfahren verwendet werden, um den
10 Verschleißzustand des Schienenwegs aus den Messwerten zu bestimmen. Dabei können auch Daten der Umwelt des Schienenwegs berücksichtigt werden. Damit können beispielsweise Temperaturen, Drücke oder Luftfeuchtigkeit oder auch der konkrete Ort, beispielsweise die Lage in einem Tunnel oder in einer Steigung berücksichtigt werden.

15 Anhand beispielsweise der gemessenen Beschleunigungen können beispielsweise Schienenbrüche, Gleislagefehler oder Aufrauhungen von Schienen erfasst werden. Insbesondere anhand der gemessenen Querschleunigungen können beispielsweise gelöste Schienenklammern bzw. Verschraubungen oder Verschiebungen des
20 Schienenwegs erkannt werden. Werden für die Messungen Beschleunigungssensoren verwendet, so können diese beispielsweise an den Drehgestellen angeordnet sein. Das Ermitteln von Verschleißzuständen kann beispielsweise durch einen Vergleich von gemessenen Beschleunigungen bei Fahrten auf neuen oder sich im Normalzustand befindlichen Schienenwegen mit gemessenen Beschleunigungen bei Fahrten auf dem
25 zu vermessenden Streckenabschnitt durchgeführt werden.

Vor dem Ermitteln S16 der Verschleißzustände des Schienenwegs aus den Messdaten kann eine Vorverarbeitung der Daten separat für die jeweiligen Schienenfahrzeuge vorgenommen werden. Diese Vorverarbeitung kann auch bereits durch eine im
30 Schienenfahrzeug angeordnete Auswertungseinheit vorgenommen werden. Dadurch können die vom Schienenfahrzeug zu an eine stationäre Auswertungseinheit zu übertragenden Datenumfänge reduziert werden.

Der im Schritt S16 ermittelte Verschleißzustand kann aufbereitet und ausgegeben werden, beispielsweise in graphischer Darstellung. Es können Wartungsempfehlungen oder Empfehlungen für den Fahrbetrieb abgegeben werden. Des Weiteren kann, soweit Verschleißereignisse und Daten von Fahrzeugsensoren, die aus zurückliegenden

5 Zeiträumen stammen, bei der Ermittlung der Verschleißzustände herangezogen werden, eine Darstellung der Entwicklung des Verschleißzustands für die Vergangenheit vorgenommen werden, und es kann eine Prognose vorgenommen werden, wie sich der Verschleißzustand in der Zukunft entwickeln wird.

10 In **Fig. 2** ist ein Verfahrensablauf dargestellt, in dem zunächst die Vorverarbeitung der Fahrzeugdaten durchgeführt wird.

Zur Ermittlung des Verschleißzustandes 24 des Schienenwegs werden Daten 20 der Beschleunigungssensorik des Fahrzeugs herangezogen. Dabei handelt es sich

15 insbesondere um Beschleunigungssensoren, die die Beschleunigung an einzelnen Bauteilen, vorzugsweise in vertikaler Richtung zum Schienenweg, messen. Dabei kann es sich beispielsweise um Beschleunigungssensoren handeln, die an Drehgestellen des Schienenfahrzeugs angeordnet sind. Des Weiteren werden im Fahrzeug besondere Verschleißereignisse 21, wie beispielsweise Einsatz der Schienenbremse, Sanden oder

20 Anfahrtschlupf erfasst. Diesen Daten 20, 21 werden beispielsweise im Fahrzeug aus einem GPS-System Positionsdaten zugeordnet, so dass die Messwerte und die Verschleißereignisse Positionen auf dem Schienenweg eindeutig zugeordnet werden können.

25 Die Daten 20, 21 werden von den Schienenfahrzeugen an die Vorrichtung, die aus den Daten den Verschleißzustand ermittelt, übermittelt. Dies kann, wie vorstehend bereits ausgeführt, durch drahtlose Kommunikation erfolgen, oder durch eine separate Datenerfassungsvorrichtung, die die Daten zwischenspeichert, und aus der die Daten durch die Vorrichtung, die den Verschleißzustand ermittelt, bedarfsgerecht abgerufen

30 werden können.

In dem in Fig. 2 dargestellten Verfahrensablauf wird eine Vorverarbeitung 22 der von den einzelnen Fahrzeugen stammenden Daten vorgenommen. Dabei können

beispielsweise Besonderheiten der einzelnen Fahrzeuge berücksichtigt werden, beispielsweise Sensortypen oder Sensorpositionen. In der Vorverarbeitung können Daten gefiltert werden, die Datenmenge kann reduziert werden, und es können den Daten, soweit nicht bereits bei der Messung im Fahrzeug geschehen, Positionsdaten zugeordnet werden.

In der eigentlichen Auswertung 23 werden die Messdaten 20 der Beschleunigungssensorik sowie die Verschleißereignisse 21 der verschiedenen Fahrzeuge analysiert, um aus ihnen den Verschleißzustand 24 des Schienenwegs zu ermitteln. Des Weiteren kann eine graphische Darstellung des Verschleißzustandes 24 erfolgen. Der Verschleißzustand 24 kann bewertet werden. Aus der Bewertung können Empfehlungen für Wartungen und für den Fahrbetrieb auf dem Schienenweg abgeleitet werden, beispielsweise zur Einrichtung von Langsamfahrstellen oder zur Lastreduktion. Des Weiteren kann eine Prognose zum Verlauf der weiteren Entwicklung des Verschleißes 24 erfolgen. Dafür können historische Daten 25, in denen Messungen, aber auch Verschleißzustände zu früheren Zeitpunkten abgelegt sind, herangezogen werden. Des Weiteren können für die Analyse, die Bewertung und die Prognose auch weitere Datenquellen 26 herangezogen werden, in denen beispielsweise Muster abgelegt sind, in denen konkrete Verschleißzustände mit den für diese Verschleißzustände von der Beschleunigungssensorik 20 des Fahrzeugs gemessenen Verläufen der Messwerte korreliert sind.

BEZUGSZEICHENLISTE

	S10	Einlesen von Messdaten
	S12	Einlesen von Verschleißereignissen
5	S14	Zuordnen von Positionsdaten
	S16	Ermitteln von Verschleißzuständen
	20	Daten der Beschleunigungssensorik
	21	Daten von Verschleißereignissen
10	22	Vorverarbeitung Fahrzeugdaten
	23	Datenauswertung
	24	Verschleißzustand
	25	historische Daten
	26	weitere Datenquellen
15		

PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zum Ermitteln des Zustands von Schienenwegen,

gekennzeichnet durch die folgenden Schritte:

- 5 Einlesen (S10) von mittels vorhandener Sensorik wenigstens eines
Schienenfahrzeugs zu verschiedenen Zeiten und unter unterschiedlichen
Umweltbedingungen beim Fahren des wenigstens einen Schienenfahrzeugs auf einem
Schienenweg erfassten Messdaten (20),
 Ermitteln (S16, 23) von Verschleißzuständen (24) des Schienenwegs aus den
10 Messdaten (20).
2. Verfahren nach Anspruch 1,
 wobei die eingelesenen Messdaten (20) Messdaten von Beschleunigungssensoren
sind.
- 15 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
 wobei die eingelesenen Messdaten (20) Daten wenigstens eines Wiegeventils einer
Bremsanlage sind.
- 20 4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,
 wobei die eingelesenen Messdaten (20) Daten einer Klimaanlage sind.
5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,
 wobei die eingelesenen Messdaten (20) Daten wenigstens eines
25 Geschwindigkeitssensors sind.
6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,
 wobei die eingelesenen Messdaten (20) Daten der Sensorik wenigstens eines
Drehgestells sind.
- 30 7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,,
 wobei Ereignisse (21) erfasst werden, die besonderen Einfluss auf den Verschleiß
des Schienenwegs haben, und

wobei die Verschleißzustände (24) des Schienenwegs unter Berücksichtigung der Ereignisse (21) ermittelt werden.

8. Verfahren nach Anspruch 7,

5 wobei die Ereignisse (21) eines oder mehrere der Ereignisse Anfahrschlupf, Schleudern von Antriebsrädern, Sandungsvorgang, Gleitschutzauslösung oder Einsatz von Schienenbremsen umfassen.

9. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,

10 wobei den Messdaten (20) und den Ereignissen (21) Positionsdaten zugeordnet werden (S14) und die ermittelten Verschleißzustände (24) den Positionsdaten zugeordnet werden.

10. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,

15 wobei beim Ermitteln (S16, 23) der Verschleißzustände (24) Daten der Umwelt des Schienenwegs berücksichtigt werden.

11. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,

20 wobei die Entwicklung des Verschleißzustands (24) der Strecke prognostiziert wird.

12. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,

wobei das Ermitteln (S16, 23) der Verschleißzustände (24) des Schienenwegs mittels Big-Data-Verfahren, beispielsweise künstlicher neuronaler Netze, erfolgt.

25 13. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,

wobei vor dem Ermitteln (S16, 23) der Verschleißzustände (24) des Schienenwegs aus den Messdaten (20) eine Vorverarbeitung (22) der Daten separat für die jeweiligen Schienenfahrzeuge vorgenommen wird.

30 14. Vorrichtung zum Ermitteln des Zustands von Schienenwegen,

dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung aufweist:

Mittel zum Einlesen und Speichern von mittels vorhandener Sensorik wenigstens eines Schienenfahrzeugs zu verschiedenen Zeiten und unter unterschiedlichen

Umweltbedingungen beim Fahren des wenigstens eines Schienenfahrzeugs auf einem Schienenweg erfassten Messdaten (20),

Mittel zum Ermitteln von Verschleißzuständen (24) des Schienenwegs aus den Messdaten (20).

5

15. Vorrichtung nach Anspruch 14,

wobei die Vorrichtung des Weiteren Mittel zum Zuordnen von Positionsdaten zu den Messdaten (20) aufweist.

10 16. Vorrichtung nach Anspruch 14 oder 15,

wobei die Vorrichtung des Weiteren Mittel zum Einlesen und Speichern von Ereignissen (21), die besonderen Einfluss auf den Verschleiß des Schienenwegs haben, sowie Mittel zum Ermitteln von den Positionsdaten zugeordneten Verschleißzuständen (24) des Schienenwegs unter Berücksichtigung der Ereignisse (21) aufweist.

15

17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 14 bis 16,

wobei die Vorrichtung so gestaltet ist, dass sie den Verschleiß des Schienenwegs aus Daten (20) ermitteln kann, die durch im Schienenfahrzeug vorhandene

20 Beschleunigungssensoren bereitgestellt werden.

18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 14 bis 17,

wobei die Vorrichtung so gestaltet ist, dass sie den Verschleiß des Schienenwegs aus Daten (20) ermitteln kann, die durch wenigstens ein im Schienenfahrzeug

25 vorhandenes Wiegeventil einer Bremsanlage bereitgestellt werden.

19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 14 bis 18,

wobei die Vorrichtung so gestaltet ist, dass sie den Verschleiß des Schienenwegs aus Daten (20) ermitteln kann, die durch eine im Schienenfahrzeug vorhandene

30 Klimaanlage bereitgestellt werden.

20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 14 bis 19,
wobei die Vorrichtung so gestaltet ist, dass sie den Verschleiß des Schienenwegs aus Daten (20) ermitteln kann, die durch wenigstens einen im Schienenfahrzeug vorhandenen Geschwindigkeitssensor bereitgestellt werden.

5

21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 14 bis 20,
wobei die Vorrichtung so gestaltet ist, dass sie den Verschleiß des Schienenwegs aus Daten (20) ermitteln kann, die durch die Sensorik wenigstens eines im Schienenfahrzeug vorhandenen Drehgestells bereitgestellt werden.

10

22. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 14 bis 21,
wobei die Vorrichtung Mittel aufweist, um die Entwicklung des Verschleißzustands (24) des Schienenwegs zu prognostizieren.

1/2

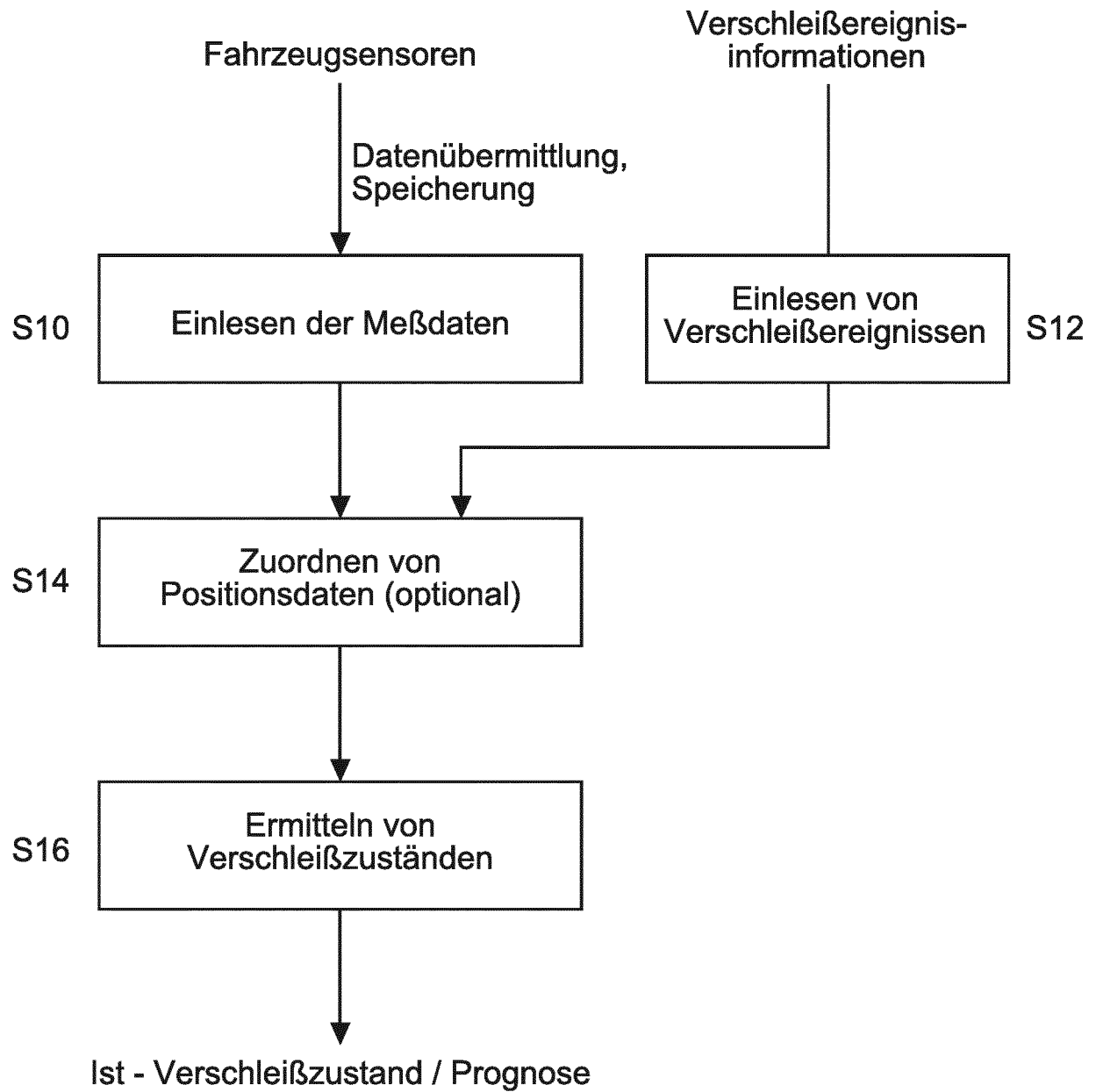


Fig. 1

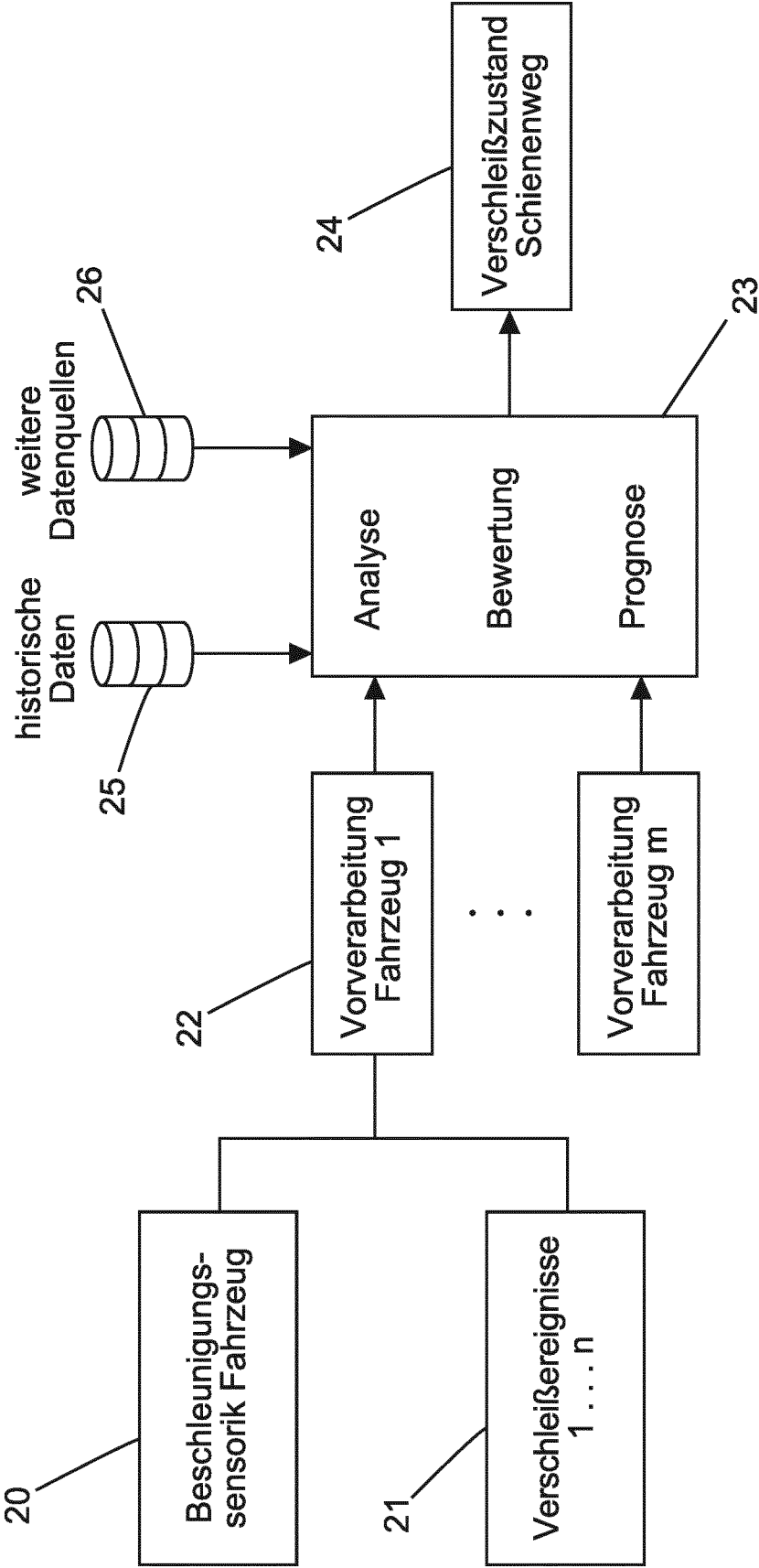


Fig. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/070203

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G06Q10/00 G06Q10/06
ADD.

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G06Q

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

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

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2004/122569 A1 (BIDAUD ANDRE C [CA]) 24 June 2004 (2004-06-24) paragraph [0002] paragraphs [0050] - [0063] paragraphs [0126] - [0131] paragraphs [0070] - [0078] -----	1-22
X	Martin Allweil: "Veranstaltung DMG Bezirksgruppe Mitte: Fahrwegmessung bei der DB Netz AG", 6 March 2014 (2014-03-06), XP055406895, Retrieved from the Internet: URL: http://www.dmg-berlin.info/page/downloads/vortrag_allweil.pdf [retrieved on 2017-09-14] the whole document ----- -/-	1-22



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

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

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

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

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

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

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

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

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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

15 September 2017

Date of mailing of the international search report

25/09/2017

Name and mailing address of the ISA/

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

Authorized officer

Breidenich, Markus

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2017/070203

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	GB 1 266 751 A (FRANZ PLASSER BAHNBAUMASCHINEN, WIEN) 15 March 1972 (1972-03-15) pages 1-5 -----	1-22

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2017/070203

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2004122569	A1	24-06-2004	NONE

GB 1266751	A	15-03-1972	AT 305334 B 26-02-1973
		CA 925282 A 01-05-1973	
		CH 521483 A 15-04-1972	
		DE 1916728 A1 30-10-1969	
		FR 2005891 A1 19-12-1969	
		GB 1266751 A 15-03-1972	
		HU 163325 B 28-07-1973	
		JP S55259 B1 07-01-1980	
		PL 72612 B1 30-08-1974	
		SE 354450 B 12-03-1973	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. G06Q10/00 G06Q10/06
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 G06Q

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

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

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2004/122569 A1 (BIDAUD ANDRE C [CA]) 24. Juni 2004 (2004-06-24) Absatz [0002] Absätze [0050] - [0063] Absätze [0126] - [0131] Absätze [0070] - [0078] -----	1-22
X	Martin Allweil: "Veranstaltung DMG Bezirksgruppe Mitte: Fahrwegmessung bei der DB Netz AG", 6. März 2014 (2014-03-06), XP055406895, Gefunden im Internet: URL: http://www.dmg-berlin.info/page/download/vortrag_allweil.pdf [gefunden am 2017-09-14] das ganze Dokument ----- -/-	1-22



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

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

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

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

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

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

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

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

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

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

15. September 2017

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

25/09/2017

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

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

Bevollmächtigter Bediensteter

Breidenich, Markus

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	GB 1 266 751 A (FRANZ PLASSER BAHNBAUMASCHINEN, WIEN) 15. März 1972 (1972-03-15) Seiten 1-5 -----	1-22

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/070203

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2004122569	A1	24-06-2004	KEINE

GB 1266751	A	15-03-1972	AT 305334 B 26-02-1973
		CA 925282 A 01-05-1973	
		CH 521483 A 15-04-1972	
		DE 1916728 A1 30-10-1969	
		FR 2005891 A1 19-12-1969	
		GB 1266751 A 15-03-1972	
		HU 163325 B 28-07-1973	
		JP S55259 B1 07-01-1980	
		PL 72612 B1 30-08-1974	
		SE 354450 B 12-03-1973	
