

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 653 413 A1

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
03.05.2006 Patentblatt 2006/18

(51) Int Cl.:  
G07C / (2006.01)

(21) Anmeldenummer: 05023848.4

(22) Anmeldetag: 02.11.2005

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

(72) Erfinder:  
• Haass, Marco  
54422 Züschen (DE)  
• Marx, Andreas  
54296 Trier (DE)  
• Rolle, Karl  
03130 Spremberg (DE)

(30) Priorität: 02.11.2004 DE 102004053372  
13.12.2004 DE 102004060153

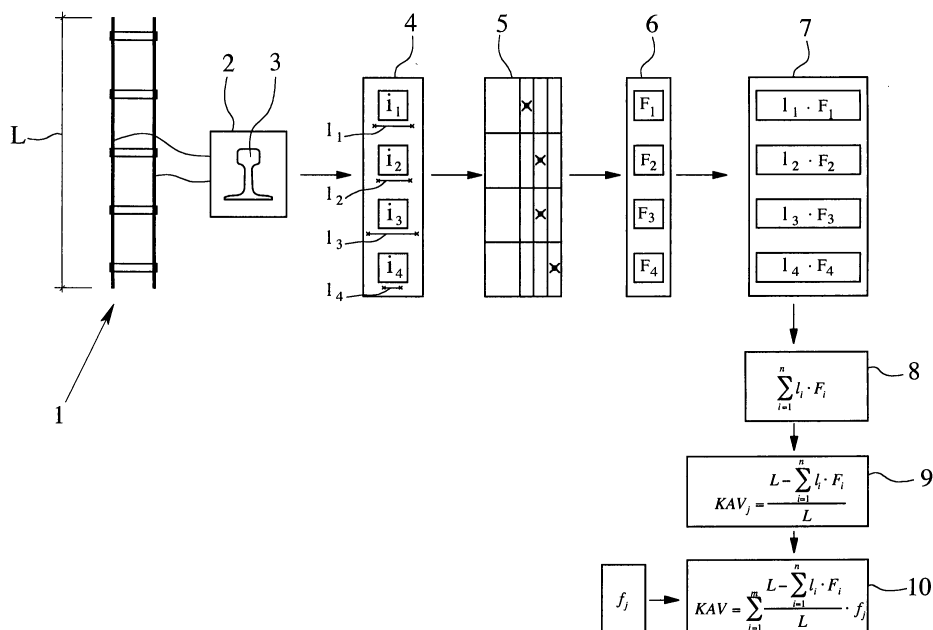
(74) Vertreter: Gesthuysen, von Rohr & Eggert  
Patentanwälte  
Huyssenallee 100  
45128 Essen (DE)

(71) Anmelder: Schreck-Mieves GmbH  
54340 Longuich (DE)

## (54) Verfahren zur automatischen Ermittlung des Abnutzungsvorrates

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur automatischen Ermittlung des Abnutzungsvorrates von wenigstens einem Anlagenobjekt (1) einer Bahnanlage. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, daß dem Anlagenobjekt (1) wenigstens eine Instandhaltungseinheit (2) mit wenigstens einem instandhaltungsrelevanten Anlagenelement (3) zugewiesen wird, daß wenigstens ein Mangel ( $i_{1-4}$ ) des Anlagenelementes (3) erfaßt wird, daß der Mangel ( $i_{1-4}$ ) vorzugsweise quantitativ und/oder qualitativ bewertet wird und dem bewerteten Mangel ( $i_{1-4}$ ) in Abhängig-

keit von der Bewertung vorzugsweise automatisch ein mangelspezifischer Wichtungsfaktor ( $F_{1-4}$ ) zugeordnet wird, daß für den Mangel ( $i_{1-4}$ ) eine mangelbehaftete Gleislänge ( $l_{1-4}$ ) des Anlagenobjektes (1) bestimmt wird, daß die für den Mangel ( $i_{1-4}$ ) bestimmte mangelbehaftete Gleislänge ( $l_{1-4}$ ) mit dem mangelspezifischen Wichtungsfaktor ( $F_{1-4}$ ) gewichtet wird und daß der Abnutzungsvorrat des Anlagenobjektes (1) in Abhängigkeit von der gewichteten mangelbehafteten Gleislänge ermittelt wird.



EP 1 653 413 A1

**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur automatischen Ermittlung des Abnutzungsvorrates von wenigsten einem Anlagenobjekt einer Bahnanlage.

**[0002]** Jede (neuwertige) Anlage besitzt aufgrund ihrer konstruktiven Beschaffenheit eine bestimmte Leistungsfähigkeit, die es ihr erlaubt, ganz bestimmte meßbare technische Funktionen auszuüben. Der sogenannte Abnutzungsvorrat einer Anlage wird definiert als "der Vorrat der möglichen Funktionserfüllungen unter festgelegten Bedingungen, die einer Betrachtungseinheit aufgrund der Herstellung oder aufgrund der Wiederherstellung durch eine Instandsetzungsmaßnahme innewohnt" (DIN 31051). Im Zeitablauf verändert sich der Abnutzungsvorrat einer Anlage. Einerseits wird er durch verschiedene, auf die Anlage einwirkende Beanspruchungen reduziert, andererseits kann er gegebenenfalls durch Instandhaltungsmaßnahmen wieder aufgefüllt werden.

**[0003]** Anlagenobjekte einer Bahnanlage sind regelmäßig auf ihren ordnungsgemäßen Gesamtzustand zu prüfen. Die gesetzliche Mindestanforderung schreibt das Führen von Unterlagen vor, die nicht nur die Prüfung dokumentieren, sondern auch Maßnahmen zur Instandhaltung, wie die Beseitigung der festgestellten Mängel, umfassen. Die wirtschaftlichste Form der Instandhaltung von Bahnanlagen ist die zustandsabhängige, denn sie kombiniert eine hohe Verfügbarkeit mit idealer Ausschöpfung des Abnutzungsvorrats. Größere Mängel, die später mit hohem Aufwand beseitigt werden müßten, entstehen so erst gar nicht.

**[0004]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren der eingangs genannten Art zur Verfügung zu stellen, mit dem die zustandsabhängige Instandhaltung von Anlagenobjekten einer Bahnanlage und der Bahnanlage als solcher vereinfacht und eine standardisierte Bewertung des Anlagenzustands ermöglicht wird.

**[0005]** Zur Lösung der vorgenannten Aufgabe sind die Merkmale des Anspruchs 1 vorgesehen. Bei einem Anlagenobjekt im Sinne der Erfindung handelt es sich um im Rahmen der Instandhaltung relevante linear ausgedehnte oder im wesentlichen punktförmige Infrastrukture Objekte. Zu den Anlagenobjekten einer Bahnanlage zählen unter anderem Gleisabschnitte oder das gesamte Gleis, Weichen, Kreuzungen, Weichenverbindungen sowie (Teil-)Gesamtheiten wie Bremsanlagen, Brücken, Maste, leit- und sicherungstechnische Einrichtungen, Bahnstromeinrichtungen, nachrichtentechnische Einrichtungen, Ingenieurbauwerke und Hochbau oder dergleichen.

**[0006]** Der Begriff Anlagenelement umfaßt im Sinne der Erfindung jede Art von technischen Bauteilen oder Baugruppen eines Anlagenobjektes, die im Zusammenhang mit der Wartung und Instandhaltung von Anlagenobjekten einer Bahnanlage von Bedeutung sind. Unterschiedliche Anlagenelemente, die im Zusammenhang mit der Wartung- und Instandhaltung des Anlagenobjektes funktional verbunden sind bzw. im Rahmen einer Instandhaltungsmaßnahme einheitlich betrachtet werden, können einer gemeinsamen Instandhaltungseinheit zugeordnet werden. Im einfachsten Fall kann eine Instandhaltungseinheit auch lediglich Anlagenelemente einer Art aufweisen. Die Anzahl der einer Instandhaltungseinheit zugeordneten unterschiedlichen Anlagenelemente und auch die Zahl der gebildeten Instandhaltungseinheiten ist abhängig vom Anlagenobjekt und den durchzuführenden Instandhaltungsmaßnahmen.

**[0007]** Soll beispielsweise der Abnutzungsvorrat für einen Gleisabschnitt als Anlagenobjekt ermittelt werden, so können die Schwellen, die Spur, der Unterbau, die Schienenbefestigung und die Schienen als Instandhaltungseinheiten betrachtet werden. Die Instandhaltungseinheit "Schwellen" weist als Anlagenelemente beispielsweise Holzschwellen und Betonschwellen auf. Die Instandhaltungseinheit "Schiene" dagegen weist als Anlagenelemente die beiden Schienenstränge bzw. die Schienen des Gleisabschnittes als solche auf. Die Instandhaltungseinheit "Befestigungselemente" kann dagegen eine Mehrzahl unterschiedlicher Befestigungselemente als Anlagenelemente enthalten. Der Instandhaltungseinheit "Unterbau" können als Anlagenelemente im weitesten Sinne die Bettung, die Frostschutzschicht, die Planumsschutzschicht und der Bahngraben zugeordnet werden. Handelt es sich bei dem Anlagenobjekt dagegen um eine Weiche, können als unterschiedliche Instandhaltungseinheiten die Schwellen, die Schienen und die Schienenbefestigung (Kleineisen) betrachtet werden. Weitere Instandhaltungseinheiten können die Meßeinrichtungen der Weiche und die Bettung betreffen.

**[0008]** Erfindungsgemäß ist vorgesehen, daß wenigstens ein Mangel eines Anlagenelementes des Anlagenobjektes aufgenommen wird. Dies kann manuell oder auch automatisch erfolgen. Bei einem Mangel im Sinne der Erfindung handelt es sich dabei um eine Abweichung des Ist-Zustandes von einem Soll-Zustand des Anlagenelementes, wobei unterschiedliche Mängel bei demselben Anlagenelement auftreten können. Der erfaßte Mangel wird anschließend quantitativ und/oder qualitativ bewertet. Die qualitative Bewertung kann eine Aussage in der Art "Nutzung nicht mehr möglich", "Nutzung bis fünf Jahre möglich" und "Nutzung mehr als fünf Jahre möglich" umfassen. Die quantitative Bewertung sieht dagegen die Erfassung der Abweichung des Ist-Zustandes vom Soll-Zustand auf der Grundlage von Zahlenwerten meßbarer Parameter vor. Grundsätzlich kann eine Bewertung natürlich auch in der Art erfolgen, daß lediglich das Vorliegen eines Mangels einer bestimmten Art aufgenommen bzw. registriert wird, ohne die Wertigkeit des Mangels qualitativ und/oder quantitativ zu ermitteln. Einem erfaßten Mangel wird erfindungsgemäß in Abhängigkeit von der Bewertung vorzugsweise automatisch ein mangelspezifischer Wichtungsfaktor zugeordnet. Der Zahlenwert des mangelspezifischen Wichtungsfaktors hängt von der Wertigkeit des Mangels ab, worauf später noch eingegangen wird.

**[0009]** Die Durchführung der Wichtung erfolgt vorzugsweise rechnergestützt. Dazu kann ein System mit wenigstens

einer zentralen Rechneinrichtung und mit wenigstens einer mobilen Aufnahmeeinrichtung vorgesehen sein, wobei die Aufnahmeeinrichtung zur ortsunabhängigen Aufnahme des Mangels ausgebildet sein kann. Die Mangelerfassung kann beispielsweise während regelmäßiger Inspektionen der Anlage erfolgen, vorzugsweise manuell. Bei der Aufnahmeeinrichtung kann es sich beispielsweise um eine tragbare mobile Rechneinrichtung handeln, über die ein quantitativ und/oder qualitativ bewerteter Mangel während einer Inspektion aufgenommen werden kann. Die Aufnahmeeinrichtung kann mit der zentralen Rechneinrichtung über geeignete Schnittstellen kommunizieren, um einen Datenaustausch zu ermöglichen. Die Ermittlung des Abnutzungsvorrates bzw. die Berechnung einer Kennziffer für den Abnutzungsvorrat erfolgt auf der zentralen Rechneinrichtung mit einem entsprechend ausgebildeten Computerprogramm-Produkt.

**[0010]** Als Bezugsgröße für den Mangel, d.h. als zu wichtende mangelspezifische Größe, wird erfindungsgemäß eine mangelbehaftete Gleislänge des Anlagenobjektes in der Einheit [m] bestimmt, auf der der Mangel auftritt. Beispielsweise kann die Länge eines Gleisabschnittes ermittelt werden, über die sich ein Mangel an oder auf einer Schiene in Längsrichtung des Gleises erstreckt. Damit wird eine meßbare Größe zur Verfügung gestellt, die es ermöglicht, den zu ermittelnden Abnutzungsvorrat des Anlagenobjektes anteilig für einen Mangel und/oder für ein Anlagenelement und/oder für eine Instandhaltungseinheit anzugeben, wobei die verschiedenen Anteile jeweils auf eine gewichtete mangelbehaftete Gleislänge des Anlagenobjektes in [m] bezogen sind.

**[0011]** Durch Wichtung der mangelbehafteten Gleislänge mit dem mangelspezifischen Wichtungsfaktor ist es möglich, die Größe des aufgebrauchten Abnutzungsvorrates des Anlagenobjektes betreffend das Anlagenelement und den jeweiligen Mangel proportional zu einer sogenannten gewichteten mangelbehafteten Gleislänge zu ermitteln. Anschließend kann der Abnutzungsvorrat des Anlagenobjektes in Abhängigkeit von der gewichteten mangelbehafteten Gleislänge anteilig für das Anlagenelement und den Mangel ermittelt werden. In diesem Zusammenhang wird darauf hingewiesen, daß es eine Mehrzahl von möglichen Algorithmen gibt, um den Abnutzungsvorrat des Anlagenobjektes in Abhängigkeit von einer gewichteten mangelbehafteten Gleislänge bzw. von dem ermittelten aufgebrauchten Abnutzungsvorrat des Anlagenobjektes zu ermitteln.

**[0012]** Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, daß der Abnutzungsvorrat des Anlagenobjektes aus der Gesamtgleislänge des Anlagenobjektes und wenigstens einer zuvor ermittelten gewichteten mangelbehafteten Gleislänge des Anlagenobjektes betreffend wenigstens ein mangelbehaftetes Anlagenelement ermittelt wird. Werden beispielsweise als Anlagenobjekt ein Gleisabschnitt und als Anlagenelement die beiden Schienenstränge des Gleisabschnittes betrachtet, so kann als Mangel der Seitenverschleiß und/oder die Riffelbildung und/oder eine Verunreinigung der Rillen der Schienen erfaßt werden. Dabei wird für beide Schienen die Mangelerfassung vorzugsweise gleichzeitig entlang des Gleises durchgeführt, wobei die mangelbehaftete Gleislänge des Gleisabschnittes vorzugsweise unter Berücksichtigung des ein- oder beidseitigen Auftretens eines Mangels, d.h. des Auftretens eines Mangels auf einer oder auf beiden Schienen des Gleisabschnittes, ermittelt wird. Grundsätzlich kann der Abnutzungsvorrat des Gleisabschnittes jedoch auch getrennt für die beiden Schienenstränge des Gleisabschnittes ermittelt werden.

**[0013]** Anschließend erfolgen die Mangelbewertung und die Wichtung der für einen Mangel ermittelten mangelbehafteten Gleislänge mit dem jeweiligen mangelspezifischen Wichtungsfaktor. Im einfachsten Fall kann die mangelbehaftete Gleislänge in [m] mit dem Wichtungsfaktor, d.h. mit einem Zahlenwert, dessen Höhe von der Bewertung des Mangels abhängt, multipliziert werden. Das so erhaltene Produkt ist proportional zu dem aufgebrauchten Abnutzungsvorrat des Anlagenobjektes betreffend das jeweilige Anlagenelement und den jeweils betrachteten Mangel. Der Abnutzungsvorrat des Anlagenobjektes betreffend ein Anlagenelement und/oder eine Instandhaltungseinheit und einen Mangel kann dann durch Bezug der für den Mangel gewichteten mangelbehafteten Gleislänge auf die Gesamtgleislänge des Anlagenobjektes erhalten werden. Dieses Vorgehen führt zu jeweils einer Kennziffer für den (Teil-)Abnutzungsvorrat des Anlagenobjektes betreffend das betrachtete Anlagenelement bzw. die betrachtete Instandhaltungseinheit und den jeweiligen Mangel. Vorzugsweise ist jedoch vorgesehen, den Teilabnutzungsvorrat für alle instandhaltungsrelevanten Mängel zu ermitteln, die bei einem Anlagenelement auftreten, wobei für jeden Mangel eine gewichtete mangelbehaftete Gleislänge ermittelt und die so erhaltenen gewichteten mangelbehafteten Gleislängen aufsummiert und auf die Gesamtgleislänge des Anlagenobjektes bezogen werden können.

**[0014]** Die mangelbehaftete Gleislänge kann manuell oder automatisch gemessen werden, und zwar vorzugsweise für jeden Mangel eines Anlagenelementes, der im Rahmen der Instandhaltung berücksichtigt werden soll. Grundsätzlich ist es natürlich bei punktförmig auftretenden Anlagenelementen, wie beispielsweise Schwellen, auch möglich, die Anzahl der mangelbehafteten Anlagenelemente zu ermitteln und aus der Anzahl eine mangelbehaftete Gleislänge abzuleiten. Wird beispielsweise die Anzahl der beschädigten Holzschwellen eines Gleisabschnittes ermittelt, so kann unter Berücksichtigung des Abstandes der Holzschwellen eine mangelbehaftete Gleislänge des Gleisabschnittes betreffend die mangelbehafteten Holzschwellen bestimmt werden. Darüber hinaus ist es möglich, die Anzahl der Mängel zu erfassen, die bei einem Anlagenelement auftreten und in Abhängigkeit von der Anzahl der Mängel dem betreffenden Mangel eine bestimmte mangelbehaftete Gleislänge zuzuordnen. Insbesondere bei punktförmig auftretenden Mängeln kann vorgesehen sein, einem oder einer Anzahl von Mängeln pauschal eine mangelbehaftete Gleislänge bestimmter Länge zuzuordnen. Unterschiedlichen Mängeln können mangelbehaftete Gleislängen unterschiedlicher Länge zugeordnet werden. Im Ergebnis können für alle erfaßten Mängel, die im Rahmen der Instandhaltung von Bedeutung sind, mangelbehaftete

Gleislängen bestimmt werden. An dieser Stelle wird darauf hingewiesen, daß es grundsätzlich natürlich auch möglich ist, andere Bezugsgrößen für eine Wichtung des Mangels festzulegen. Beispielsweise kann auch unabhängig von der mangelbehafteten Gleislänge die Anzahl der Mängel und/oder die Anzahl der mangelbehafteten Anlagenelemente als solche ermittelt und entsprechend gewichtet werden.

**[0015]** Vorzugsweise werden eine Mehrzahl von Mängeln, insbesondere alle instandhaltungsrelevante Mängel, eines Anlagenelementes erfaßt und für jeden erfaßten Mangel ein aufgebrauchter Abnutzungsvorrat des Anlagenobjektes betreffend das Anlagenelement und den betreffenden Mangel ermittelt. Dies kann unterschiedliche Mängel betreffen oder auch gleiche Mängel, die an verschiedenen Stellen eines Anlagenelementes auftreten. Daraus läßt sich ein aufgebrauchter Abnutzungsvorrat für das betrachtete Anlagenelement berechnen, wobei alle Mängel des Anlagenelementes berücksichtigt sein können. Wird für jeden erfaßten Mangel eines Anlagenelementes ein aufgebrauchter Abnutzungsvorrat des Anlagenobjektes ermittelt, indem für jeden Mangel eine mangelbehaftete Gleislänge des Anlagenobjektes bestimmt und mit einem mangelspezifischen Wichtungsfaktor gewichtet wird, und werden die mangelbehafteten Gleislängen aufsummiert, so läßt sich in Abhängigkeit von der Gesamtlänge des Anlagenobjektes ein (Teil)-Abnutzungsvorrat des Anlagenobjektes betreffend das jeweils bei der Mängelerfassung betrachtete Anlagenelement ermitteln. Beispielsweise können alle bei einer Schiene auftretenden Mängel zusammen mit den jeweiligen mangelbehafteten Gleislängen des betrachteten Gleisabschnittes erfaßt werden. Nach einer Bewertung der Mängel werden dann die mangelbehafteten Gleislängen für jeden Mangel mit dem entsprechenden mangelspezifischen Wichtungsfaktor gewichtet. Die gewichteten mangelbehafteten Gleislängen können aufsummiert und in Bezug zu der Gesamtleislänge des Gleisabschnittes gesetzt werden, um den (Teil-)Abnutzungsvorrat des Gleisabschnittes betreffend die Schienen und alle Mängel der Schienen zu ermitteln. Entsprechend kann vorgegangen werden, um den Abnutzungsvorrat des Anlagenobjektes betreffend eine Mehrzahl von Anlagenelementen und/oder betreffend eine Mehrzahl von Instandhaltungseinheiten zu ermitteln.

**[0016]** In diesem Zusammenhang ist es vorzugsweise vorgesehen, daß der (Teil)-Abnutzungsvorrat für jedes Anlagenelement und/oder für jede Instandhaltungseinheit getrennt ermittelt wird. Dadurch ist es in einfacher Weise möglich, den Abnutzungsvorrat und damit den zur Wiederherstellung eines Soll-Zustandes erforderlichen Wartungs- und Instandhaltungsaufwand getrennt für die unterschiedlichen Anlagenelemente und Instandhaltungseinheiten eines Anlagenobjektes darzustellen. Aus den so ermittelten Anteilen läßt sich beispielsweise durch Aufsummieren der Anteile ein Gesamtabnutzungsvorrat des Anlagenobjektes für alle Anlagenelemente und/oder für alle Instandhaltungseinheiten des Anlagenobjektes ermitteln.

**[0017]** Vorzugsweise kann weiter vorgesehen sein, daß der Abnutzungsvorrat von wenigstens einem Anlagenobjekt betreffend wenigstens ein Anlagenelement und/oder betreffend eine Instandhaltungseinheit mit einem weiteren Wichtungsfaktor gewichtet wird, wobei der weitere Wichtungsfaktor die Abhängigkeit des Abnutzungsvorrates des Anlagenobjektes betreffend alle Anlagenelemente und/oder alle Instandhaltungseinheiten des Anlagenobjektes von der Art einer Instandhaltungseinheit und/oder der Art eines Anlagenelementes beschreibt. Der Erfindung liegt an dieser Stelle die Erkenntnis zugrunde, daß nicht nur der Mangel bzw. dessen Wertigkeit, sondern auch die Art der Instandhaltungseinheit und/oder die Art des Anlagenelementes Einfluß auf die Höhe des Abnutzungsvorrates und auf die Folgekosten der Instandhaltung haben können.

**[0018]** Grundsätzlich ist es darüber hinaus möglich, daß der Abnutzungsvorrat von wenigstens einem Anlagenobjekt betreffend eine dem Oberbau zurechenbare Instandhaltungseinheit und/oder wenigstens ein dem Oberbau zurechenbares Anlagenelement mit einem oberbauspezifischen Wichtungsfaktor und/oder der Abnutzungsvorrat von wenigstens einem Anlagenobjekt betreffend eine dem Unterbau zurechenbare Instandhaltungseinheit und/oder wenigstens ein dem Unterbau zurechenbares Anlagenelement mit einem unterbauspezifischen Wichtungsfaktor gewichtet werden, wobei der oberbauspezifische Wichtungsfaktor bzw. der unterbauspezifische Wichtungsfaktor die Abhängigkeit des Abnutzungsvorrates des Anlagenobjektes betreffend alle Instandhaltungseinheiten und/oder alle Anlagenelemente von der Zugehörigkeit der Instandhaltungseinheit und/oder des Anlagenelementes zum Oberbau bzw. zum Unterbau beschreibt. Der Erfindung liegt an dieser Stelle die Erkenntnis zugrunde, daß unterschiedliche Anlagenelemente bzw. Instandhaltungseinheiten einen unterschiedlich großen Einfluß auf den Aufwand zur Wartung- und Instandhaltung des Anlagenobjektes haben können. Dies wird erfindungsgemäß durch die Wichtung mit unterbauspezifischen bzw. oberbauspezifischen Wichtungsfaktoren berücksichtigt.

**[0019]** Der Wert des Wichtungsfaktors kann in Abhängigkeit von der Sicherheitsrelevanz des Mangels für die Sicherheit des Anlagenobjektes und/oder in Abhängigkeit von der Betriebsbelastung des Anlagenobjektes und/oder der Bahnanlage und/oder in Abhängigkeit von dem Einfluß des Mangels auf den Abnutzungsvorrat des Anlagenobjektes festgelegt werden.

**[0020]** Die Dringlichkeit von Instandsetzungsmaßnahmen kann von der Sicherheitsrelevanz des jeweiligen Mangels abhängig sein. Unabhängig von der Wirtschaftlichkeit einer Maßnahme kann daher jeder Mangel aufgrund seiner Beeinflussung der Sicherheit klassifiziert werden. Die betriebliche Bedeutung von Anlagenobjekten kann dagegen über Belastungsklassen berücksichtigt werden, wobei unterstellt wird, daß nur in Verwendung befindliche Anlagenobjekte berücksichtigt werden. Die Belastungsklasse beeinflusst die Rest-Nutzungsdauer und damit den Rest-Abnutzungsvorrat

von Anlagenobjekten. Deshalb können Mängel in Abhängigkeit von der Belastungsklasse des betreffenden Anlagenobjektes unterschiedlich bewertet werden. Die Betriebsbelastung kann in Bruttotonnen/a angegeben werden. Als alternative Kriterien können die betriebliche Bedeutung, die Umfahrbarkeit, potentielle Ausfallkosten, Taktzeiten, die Art des Güterverkehrs und die Frequenz der Befahrung eines Anlagenobjektes berücksichtigt werden. Beispielsweise kann der Wert des Wichtungsfaktors in Abhängigkeit von der jährlichen Bruttobelastung eines Gleisabschnittes und/oder in Abhängigkeit von der Art und/oder den Geschwindigkeiten der den Gleisabschnitt befahrenen Schienenfahrzeuge festgelegt werden.

**[0021]** Schließlich ist es möglich, den Wert des Wichtungsfaktors in Abhängigkeit von dem Grad des Substanzverlustes, den ein Mangel am Anlagenobjekt verursacht, zu bewerten. In diesem Zusammenhang wird darauf hingewiesen, daß die Erfindung auch eine mehrfache Bewertung eines Mangels zuläßt. Auch ist es möglich, daß ein Mangel mehrfach über eine Wichtung der mangelbehafteten Gleislänge bei der Ermittlung des aufgebrauchten Abnutzungsvorrates berücksichtigt wird. Im übrigen kann an der Stelle der Wertzuweisung des Wichtungsfaktors natürlich auch bei der Bewertung als solcher bereits die Sicherheitsrelevanz und/oder die Betriebsbelastung und/oder der Einfluß des Mangels auf den Abnutzungsvorrat des Anlagenobjektes berücksichtigt werden.

**[0022]** Im Zusammenhang mit der Bewertung des Mangels kann der Mangel klassifiziert werden, wobei eine Mehrzahl von Mangelklassen für unterschiedliche Wertigkeiten des Mangels vorgesehen und den Mangelklassen mangelspezifische Wichtungsfaktoren unterschiedlicher Höhe zugewiesen werden können. Eine Mangelklasse kann beliebig weit differenziert werden, woraus weitere Wichtungsfaktoren abgeleitet werden können. Um die Klassifizierung, das heißt die Zuordnung eines Mangels zu einer Mangelklasse, zu erleichtern, kann vorgesehen sein, daß eine Mangelklasse einen quantitativen oder qualitativen Wertebereich für Mängel mit unterschiedlicher Wertigkeit umfaßt. Dabei können die Anzahl der für eine Klassifizierung eines Mangels vorgesehenen Mangelklassen und/oder deren Wertebereiche mangelspezifisch gebildet werden. An dieser Stelle wird darauf hingewiesen, daß die mangelspezifischen Wichtungsfaktoren grundsätzlich in Abhängigkeit von der Art des Mangels gebildet sind bzw. einen entsprechenden Wert aufweisen.

**[0023]** Ist eine Klassifizierung in Abhängigkeit von der Sicherheitsrelevanz des Mangels vorgesehen, so können einer ersten Mangelklasse als betriebsgefährdend bewertete Mängel zugewiesen werden, wobei, vorzugsweise, einer zweiten Mangelklasse Mängel in einer Wertigkeit zwischen Versagensgrenze und Sicherheitsgrenze und/oder einer dritten Mangelklasse Mängel in einer Wertigkeit zwischen Sicherheitsgrenze und Standardgrenze und/oder einer vierten Mangelklasse Mängel in einer Wertigkeit zwischen Standardgrenze und Sollzustand zugewiesen sind, wobei die Zuweisung jeweils in Bezug auf die Art des Mangels und das Anlagenelement bzw. die Instandhaltungseinheit erfolgen kann.

**[0024]** Bei der Ermittlung des Abnutzungsvorrates können nur ausgewählte Mängel und/oder ausgewählte Anlagenelemente berücksichtigt werden, wobei die Auswahl in Abhängigkeit von den spezifischen Betriebsbedingungen der Nutzung des Anlagenobjektes und/oder Bahnanlage und/oder wobei die Auswahl in Abhängigkeit von dem Einfluß des Mangels und/oder des Anlagenelementes auf den Abnutzungsvorrat des Anlagenobjektes festgelegt wird. Dadurch wird sichergestellt, daß solche Mängel bzw. solche mangelbehafteten Anlagenelemente, die im Zusammenhang mit der Wartung und Instandhaltung vernachlässigbar sind, nicht berücksichtigt werden, was zur Vereinfachung des erfindungsgemäßen Verfahrens beiträgt.

**[0025]** Der Abnutzungsvorrat der Bahnanlage kann aus dem Abnutzungsvorrat des Anlagenobjektes und wenigstens einem Abnutzungsvorrat wenigstens eines weiteren Anlagenobjektes ermittelt werden, wobei der Bezug des jeweils für ein Anlagenobjekt ermittelten Abnutzungsvorrates auf eine Gleislänge in [m] eine einfache Berechnung ermöglicht. In diesem Zusammenhang kann vorgesehen sein, daß der Abnutzungsvorrat von wenigstens einem Anlagenobjekt mit einem objektspezifischen Wichtungsfaktor gewichtet wird, wobei der objektspezifische Wichtungsfaktor die Abhängigkeit des Abnutzungsvorrates der Bahnanlage von der Art des Anlagenobjektes beschreibt. Beispielsweise kann ein weichenspezifischer Wichtungsfaktor vorgesehen sein, um den stärkeren Einfluß von Weichen auf den Abnutzungsvorrat der Bahnanlage im Vergleich zu dem Einfluß von Gleisabschnitten zu berücksichtigen. Im Zusammenhang mit der Erfindung ist festgestellt worden, daß der Einfluß der Weiche auf den Abnutzungsvorrat einer Bahnanlage um den Faktor 2 bis 5, insbesondere um den Faktor 4, höher sein kann als der Einfluß eines Gleises oder eines Gleisabschnittes. Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung sieht daher vor, daß ein weichenspezifischer Wichtungsfaktor einen Wert von 2,5, insbesondere von 4, aufweisen kann.

**[0026]** Instandhaltungseinheiten und/oder Anlagenobjekte mit bezogen auf die gesamte Bahnanlage lokalem Einfluß auf den Abnutzungsvorrat der Bahnanlage können zur Vereinfachung des erfindungsgemäßen Verfahrens bei der Ermittlung des Abnutzungsvorrates der Bahnanlage nicht berücksichtigt werden.

**[0027]** Auf der Grundlage des berechneten Abnutzungsvorrates kann vorzugsweise automatisch wenigstens ein Instandhaltungshinweis generiert und/oder eine Instandhaltungsmaßnahme eingeleitet werden. Beispielsweise kann vorgesehen sein, daß bei betriebsgefährdenden Mängeln ein sofortiger Handlungsbedarf und das umgehende Einleiten von Instandhaltungsmaßnahmen angezeigt werden. Bei Mängeln im Bereich zwischen der Sicherheitsgrenze und der Versagensgrenze können Einzelmaßnahmen und die komplette Erneuerung innerhalb von zwei Monaten erforderlich sein. Bei Mängeln im Bereich zwischen der Standardgrenze und der Sicherheitsgrenze ist es dagegen ausreichend, eine Fehlerbeseitigung im Rahmen der nächsten geplanten Instandhaltungsmaßnahmen, im Schnitt innerhalb von ein

bis zwei Jahren, auszuführen. Kann der Mangel dagegen einem Bereich zwischen Sollzustand bei Inbetriebnahme und Standardgrenze zugeordnet werden, so sind keine akuten Maßnahmen erforderlich, wobei dieser Bereich eine geringfügige Abweichung vom Sollzustand kennzeichnet. Diese Abweichung wird zwar dokumentiert, um gegebenenfalls eine Mangelentwicklung verfolgen zu können, eine Behebung des Mangels ist jedoch nicht akut erforderlich. Entsprechend der vorbeschriebenen Maßnahmen können die Instandhaltungshinweise generiert und vorzugsweise automatisch an das Wartungs- und Instandhaltungspersonal übertragen werden.

**[0028]** Beispielsweise kann ein Instandhaltungshinweis dann generiert werden, wenn der ermittelte Abnutzungsvorrat eines Anlagenobjektes oder der Bahnanlage einen vorgegebenen Grenzwert unterschreitet. Dieser Grenzwert liegt vorzugsweise in Höhe der Hälfte der möglichen Funktionserfüllungen unter festgelegten Bedingungen, der einer Betrachtungseinheit aufgrund der Herstellung oder aufgrund der Wiederherstellung durch Instandsetzung innewohnt, was vorzugsweise einem Abnutzungsvorrat von etwa 0,3 bis 0,8, insbesondere etwa 0,5, entspricht. Die Höhe des Grenzwertes kann in Abhängigkeit von der Belastung des Anlagenobjektes und/oder der Anlage festgelegt werden, vorzugsweise aufgrund eines Mehr-Perioden-Vergleiches der Entwicklung des Abnutzungsvorrates der Anlage.

**[0029]** Nachfolgend wird die Erfindung anhand der Zeichnung exemplarisch beschrieben. Die einzige Figur der Zeichnung zeigt schematisch die Ermittlung einer Kennziffer für den Abnutzungsvorrat eines Gleisabschnittes einer Bahnanlage.

**[0030]** Zur automatischen Ermittlung des Abnutzungsvorrates eines Anlagenobjektes 1 einer Bahnanlage, im vorliegenden Fall des Abnutzungsvorrates eines Gleisabschnittes, wird dem Anlagenobjekt 1 wenigstens eine Instandhaltungseinheit 2 mit wenigstens einem instandhaltungsrelevanten Anlagenelement 3 zugeordnet. Als baugleiche "Anlagenelemente" werden die beiden Schienen des Gleisabschnittes als Einheit betrachtet und bei der Ermittlung des Abnutzungsvorrates gemeinsam berücksichtigt. Grundsätzlich können die beiden Schienen des Gleisabschnittes auch getrennt voneinander bei der Ermittlung des Abnutzungsvorrates des Gleisabschnittes entsprechend berücksichtigt werden. Grundsätzlich können darüber hinaus einer Instandhaltungseinheit 2 auch eine Mehrzahl von unterschiedlichen Anlagenelementen 3 zugewiesen werden, die einen Einfluß auf den Abnutzungsvorrat des Anlagenobjektes 1 haben und daher im Zusammenhang mit der Instandhaltung des Anlagenobjektes 1 berücksichtigt werden sollen.

**[0031]** Zur Berechnung einer Kennziffer für den Abnutzungsvorrat des Gleisabschnittes wird in der Verfahrensstufe 4 zunächst jeder für den Abnutzungsvorrat des Gleisabschnittes maßgebliche Mangel  $i_{1-4}$  der Schienen erfaßt. Mängel können beispielsweise der Seitenverschleiß, die Rillenverunreinigung, die Riffelbildung oder Schleuderstellen der Schienen sein. Die Schienen werden entlang des Gleises auf Mängel untersucht, wobei für jeden Mangel  $i_{1-4}$  eine mangelbehaftete Gleislänge  $l_{i-4}$  erfaßt wird. Bei der Berechnung der mangelbehafteten Gleislänge ist zu berücksichtigen, ob ein Mangel an/auf einer oder an/auf beiden Schienen des Gleisabschnittes auftritt. Weist der Gleisabschnitt beispielsweise über eine Länge von 5 m Seitenverschleiß an beiden Schienen in diesem Abschnitt auf, so beträgt die resultierende mangelbehaftete Gleislänge für diesen Mangel 5 m, während bei einseitigem Auftreten des Mangels die mangelbehaftete Gleislänge lediglich 2,5 m beträgt.

**[0032]** In der Verfahrensstufe 5 werden die Mängel  $i_{1-4}$  quantitativ und/oder qualitativ bewertet, wobei jedem bewerteten Mangel  $i_{1-4}$  in Abhängigkeit von der Bewertung in der Verfahrensstufe 6 vorzugsweise automatisch ein mangelspezifischer Wichtungsfaktor  $F_{1-4}$  zugeordnet wird. Der Zahlenwert des Wichtungsfaktors gibt an, wie hoch ein Anlagenelement 3 bezüglich des Verschleißverhaltens in Abhängigkeit von den spezifischen Betriebsbedingungen einzustufen ist. Grundsätzlich kann eine Bewertung jedoch auch unter Berücksichtigung der Sicherheitsrelevanz des Mangels  $i_{1-4}$  erfolgen.

**[0033]** In der Verfahrensstufe 7 wird anschließend für jeden erfaßten Mangel  $i_{1-4}$  eine gewichtete mangelbehaftete Gleislänge ermittelt, wobei für jeden Mangel  $i_{1-4}$  die entsprechende mangelbehaftete Gleislänge  $l_{i-4}$  mit dem mangelspezifischen Wichtungsfaktor  $F_{1-4}$  multipliziert wird. Das so erhaltene Produkt entspricht jeweils einem verbrauchten Abnutzungsvorrat des Gleisabschnittes betreffend den erfaßten Mangel  $i_{1-4}$  der Schienen.

**[0034]** In der Verfahrensstufe 8 ist weiter vorgesehen, einen verbrauchten (Gesamt-) Abnutzungsvorrat des Gleisabschnittes betreffend die Schienen des Gleisabschnittes für alle erfaßten Mängel  $i_{1-4}$  der Schienen zu ermitteln. Dies erfolgt nach der Gleichung (I):

$$\sum_{i=1}^n l_i \cdot F_i \quad (I)$$

mit:

- 1 = mangelbehaftete Gleislänge des Anlagenobjektes 1, betreffend einen Mangel eines Anlagenelementes 3
- F = mangelspezifischer Wichtungsfaktor

- i = Mangel eines Anlagenelementes 3  
n = Anzahl der Mängel eines Anlagenelementes 3

**[0035]** In der Verfahrensstufe 9 wird anschließend ein Teilabnutzungsvorrat  $KAV_j$  des Gleisabschnittes betreffend das Anlagenelement 3 "Schienen" des Gleisabschnittes und alle Mängel  $i_{1-4}$  der Schienen ermittelt. Dazu wird die Gesamtlänge  $L$  des Gleisabschnittes in Beziehung zu dem in der Verfahrensstufe 8 ermittelten verbrauchten Abnutzungsvorrat betreffend alle Mängel  $i_{1-4}$  der Schienen des Gleisabschnittes gesetzt. Die Kennziffer  $KAV_j$  ergibt sich vorzugsweise aus folgender Gleichung (II):

$$KAV_j = \frac{L - \sum_{i=1}^n l_i \cdot F_i}{L} \quad (II)$$

mit:

- $KAV_j$  = Teilabnutzungsvorrat des Anlagenobjektes 1 betreffend ein Anlagenelement 3 einer Instandhaltungseinheit 2 des Anlagenobjektes 1  
L = Gesamtgleislänge des Anlagenobjektes 1  
1 = mangelbehaftete Gleislänge des Anlagenobjektes 1, betreffend einen Mangel des Anlagenelementes 3  
F = mangelspezifischer Wichtungsfaktor  
i = Mangel eines Anlagenelementes 3  
n = Anzahl der Mängel eines Anlagenelementes 3

**[0036]** Bei der Mängelerfassung werden beide Schienen des Gleisabschnittes vorzugsweise gleichzeitig auf Mängel  $i_{1-4}$  untersucht. In der Verfahrensstufe 7 ist daher vorgesehen, daß die in der Verfahrensstufe 4 erfaßten mangelbehafteten Gleislängen  $l_{1-4}$  mit einem weiteren Faktor gewichtet werden müssen, der das einseitige oder beidseitige Auftreten des betreffenden Mangels  $i_{1-4}$  an/auf einer oder beiden Schienen entlang des Gleisabschnittes berücksichtigt.

**[0037]** In der Verfahrensstufe 10 wird anschließend der (Gesamt-)Abnutzungsvorrat  $KAV$  des Anlagenobjektes 1, im vorliegenden Fall des Gleisabschnittes, ermittelt. Dabei ist zunächst vorgesehen, daß für jede unterschiedliche Instandhaltungseinheit 2 eines Anlagenobjektes 1 ein Teilabnutzungsvorrat  $KAV_j$  wie zuvor beschrieben berechnet wird. Aus dem so für jede Instandhaltungseinheit 2 erhaltenen Teilabnutzungsvorrat  $KAV_j$  ergibt sich der Gesamtabnutzungsvorrat  $KAV$  des Anlagenobjektes 1 betreffend alle Instandhaltungseinheiten 2 gemäß Gleichung (III), wobei jeder Teilabnutzungsvorrat  $KAV_j$  des Anlagenobjektes 1 betreffend eine Instandhaltungseinheit 2 mit einem weiteren Wichtungsfaktor  $f_j$  gewichtet wird und der weitere Wichtungsfaktor  $f_j$  die Abhängigkeit des Gesamtabnutzungsvorrates  $KAV$  des Anlagenobjektes 1 von der Art der Instandhaltungseinheit 2 bzw. der Art der einer Instandhaltungseinheit 2 zugeordneten Anlagenelemente 3 beschreibt.

$$KAV = \sum_{j=1}^m \frac{L - \sum_{i=1}^n l_i \cdot F_i}{L} \cdot f_j \quad (III)$$

mit:

- $KAV$  = Gesamtabnutzungsvorrat des Anlagenobjektes 1 betreffend alle Instandhaltungseinheiten 2 des Anlagenobjektes 1  
j = Instandhaltungseinheit 2 des Anlagenobjektes 1  
m = Anzahl der Instandhaltungseinheiten 2 eines Anlagenobjektes 1  
 $f_j$  = weiterer Wichtungsfaktor betreffend eine Instandhaltungseinheit 2  
L = Gesamtgleislänge des Anlagenobjektes 1  
1 = mangelbehaftete Gleislänge des Anlagenobjektes 1, betreffend einen Mangel des Anlagenelementes 3  
F = mangelspezifischer Wichtungsfaktor

- i = Mangel eines Anlagenelementes 3  
 n = Anzahl der Mängel eines Anlagenelementes 3

**[0038]** Der Gesamtabnutzungsvorrat der Bahnanlage betreffend das Gleis kann aus dem Gesamtabnutzungsvorrat KAV betreffend einen ersten Gleisabschnitt und dem Gesamtabnutzungsvorrat KAV betreffend wenigstens einen weiteren Gleisabschnitt ermittelt werden, wobei die beiden Gleisabschnitte anteilig entsprechend der jeweiligen Gleislänge der Abschnitte berücksichtigt werden können. Während es bei Gleisabschnitten direkt möglich ist, deren Gleislänge L bei der Ermittlung des Abnutzungsvorrates der Bahnanlage zu berücksichtigen, können Weichen mit ihrer Leistungslänge in die Berechnung eingehen. Darüber hinaus kann vorgesehen sein, daß bei der Berechnung des Gesamtabnutzungsvorrates der Bahnanlage wenigstens ein Gesamtabnutzungsvorrat KAV eines Anlagenobjektes 1 der Bahnanlage mit einem objektspezifischen Wichtungsfaktor gewichtet wird, um den stärkeren Einfluß dieses Anlagenobjektes 1 auf den Gesamtabnutzungsvorrat der Bahnanlage zu berücksichtigen.

**[0039]** Mit den im Zusammenhang mit der Erfindung vorgeschlagenen Kennziffern kann ein Anlagenbetreiber der Bahnanlage den Verschleißzustand der Anlagenobjekte 1 und der Bahnanlage als solcher objektiv beurteilen und entsprechend Instandhaltungsstrategien steuern. Es ist sowohl möglich, Einzelergebnisse betreffend unterschiedliche Anlagenobjekte 1, wie beispielsweise Gleise oder Weichen, als auch umfassende statistische Auswertungen ganzer Bereiche, wie beispielsweise Stellwerke, Bahnhöfe oder Prüfpunkte, insbesondere Bettung oder Schwellen, bei der Ableitung von Instandhaltungsstrategien zu berücksichtigen. Im Ergebnis handelt es sich bei den im Zusammenhang mit der Erfindung beschriebenen Kennziffern um neue qualitative Meßgrößen zur Beurteilung und Bewertung von Fahrweginfrastrukturen auf empirischer Basis. Aufgrund von in regelmäßigen Inspektionen ermittelten Mängeln  $i_{1-4}$  spiegeln die Kennziffern die kurz- und mittelfristige Entwicklung der Anlagenqualität wieder.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur automatischen Ermittlung des Abnutzungsvorrates von wenigsten einem Anlagenobjekt (1) einer Bahnanlage,
  - wobei dem Anlagenobjekt (1) wenigstens eine Instandhaltungseinheit (2) mit wenigstens einem instandhaltungsrelevanten Anlagenelement (3) zugewiesen wird,
  - wobei wenigstens ein Mangel ( $i_{1-4}$ ) des Anlagenelementes (3) erfaßt wird,
  - wobei der Mangel ( $i_{1-4}$ ) vorzugsweise quantitativ und/oder qualitativ bewertet wird und dem bewerteten Mangel ( $i_{1-4}$ ) in Abhängigkeit von der Bewertung vorzugsweise automatisch ein mangelspezifischer Wichtungsfaktor ( $F_{1-4}$ ) zugeordnet wird,
  - wobei für den Mangel ( $i_{1-4}$ ) eine mangelbehaftete Gleislänge ( $l_{1-4}$ ) des Anlagenobjektes (1) bestimmt wird,
  - wobei die für den Mangel ( $i_{1-4}$ ) bestimmte mangelbehaftete Gleislänge ( $l_{1-4}$ ) mit dem mangelspezifischen Wichtungsfaktor ( $F_{1-4}$ ) gewichtet wird,
  - und wobei der Abnutzungsvorrat des Anlagenobjektes (1) in Abhängigkeit von der gewichteten mangelbehafteten Gleislänge ermittelt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Abnutzungsvorrat des Anlagenobjektes (1) aus der Gesamtgleislänge (L) des Anlagenobjektes und der gewichteten mangelbehafteten Gleislänge des Anlagenobjektes (1) ermittelt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die mangelbehaftete Gleislänge ( $l_{1-4}$ ) gemessen wird und/oder daß die Anzahl der Mängel ( $i_{1-4}$ ) und/oder die Anzahl der mangelbehafteten Anlagenelemente (3) ermittelt und aus der Anzahl eine mangelbehaftete Gleislänge ( $l_{1-4}$ ) bestimmt wird.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** eine Mehrzahl von Mängeln ( $i_{1-4}$ ) eines Anlagenelementes (3) erfaßt und für jeden erfaßten Mangel ( $i_{1-4}$ ) eine gewichtete mangelbehafteten Gleislänge bestimmt wird und daß der Abnutzungsvorrat des Anlagenobjektes (1) in Abhängigkeit von allen gewichteten mangelbehafteten Gleislängen des Anlagenelementes (3) ermittelt wird.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** ein Abnutzungsvorrat des Anlagenobjektes (1) betreffend wenigstens ein Anlagenelement (3) und/oder betreffend eine Instandhaltungseinheit (2) ermittelt wird, wobei, vorzugsweise, der Abnutzungsvorrat für jedes Anlagenelement (3) und/oder für jede Instandhaltungseinheit (2) getrennt ermittelt wird.

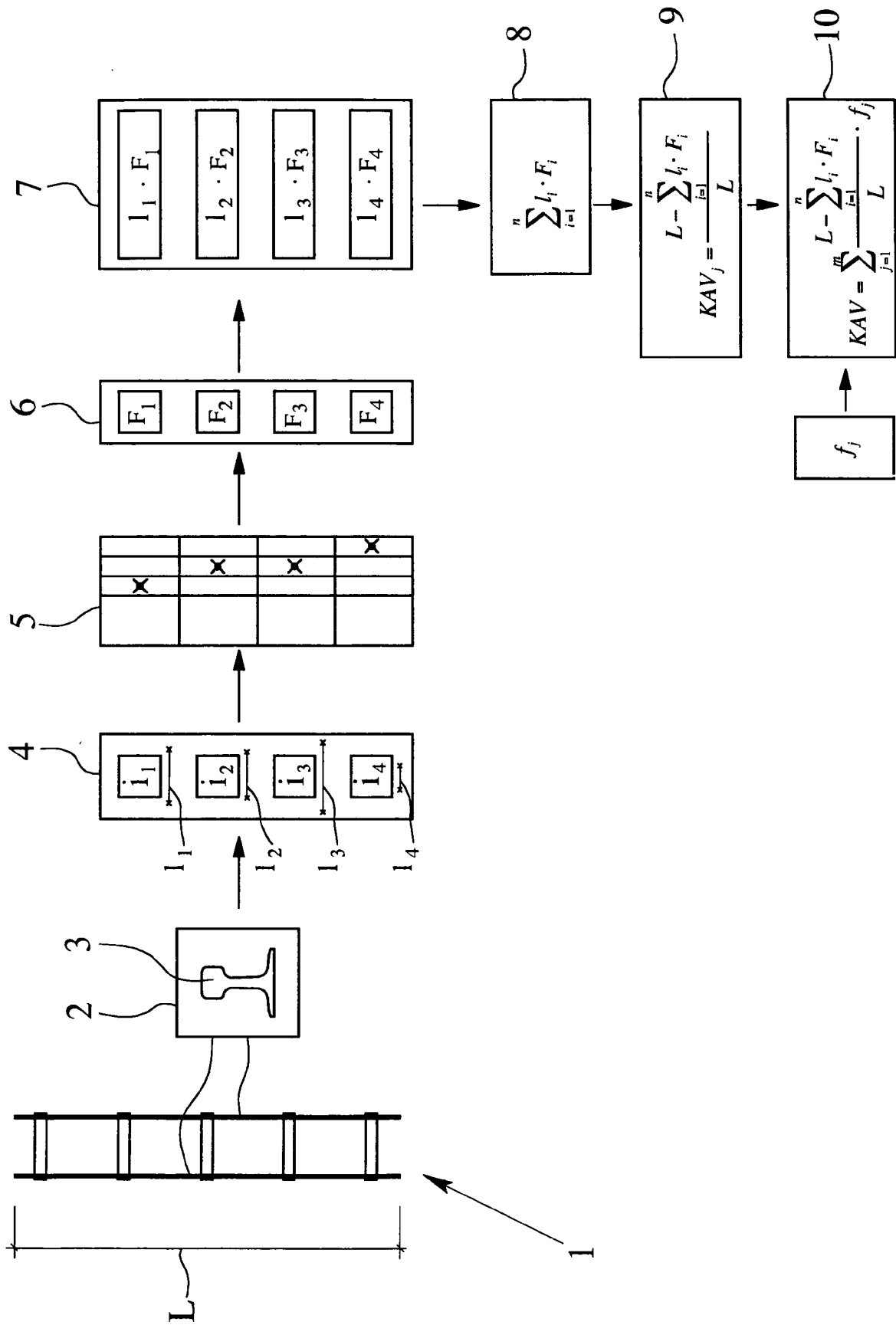


6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Abnutzungsvorrat von wenigstens einem Anlagenobjekt (1) betreffend wenigstens ein Anlagenelement (3) und/oder betreffend eine Instandhaltungseinheit (2) mit einem weiteren Wichtungsfaktor ( $f_j$ ) gewichtet wird, wobei der weitere Wichtungsfaktor die Abhängigkeit des Abnutzungsvorrates des Anlagenobjektes (1) betreffend alle Anlagenelemente (3) und/oder alle Instandhaltungseinheiten (2) des Anlagenobjektes (1) von der Art der Instandhaltungseinheit (2) und/oder der Art des Anlagenelementes (3) beschreibt.  
5
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Abnutzungsvorrat von wenigstens einem Anlagenobjekt (1) betreffend eine dem Oberbau zurechenbare Instandhaltungseinheit (2) und/oder wenigstens ein dem Oberbau zurechenbares Anlagenelement (3) mit einem oberbauspezifischen Wichtungsfaktor und/oder der Abnutzungsvorrat von wenigstens einem Anlagenobjekt (1) betreffend eine dem Unterbau zurechenbare Instandhaltungseinheit (2) und/oder wenigstens ein dem Unterbau zurechenbares Anlagenelement (3) mit einem unterbauspezifischen Wichtungsfaktor gewichtet werden, wobei der oberbauspezifische Wichtungsfaktor bzw. der unterbauspezifische Wichtungsfaktor die Abhängigkeit des Abnutzungsvorrates des Anlagenobjektes (1) betreffend alle Instandhaltungseinheiten (2) und/oder alle Anlagenelemente (3) von der Zugehörigkeit der Instandhaltungseinheit (2) und/oder des Anlagenelementes (3) zum Oberbau bzw. zum Unterbau beschreibt.  
10  
15
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Wert eines Wichtungsfaktors ( $F_{1-4}$ ,  $f_j$ ) in Abhängigkeit von der Sicherheitsrelevanz des Mangels ( $i_{1-4}$ ) für die Sicherheit des Anlagenobjektes (1) und/oder in Abhängigkeit von der Betriebsbelastung des Anlagenobjektes (1) und/oder der Bahnanlage und/oder in Abhängigkeit von dem Einfluß des Mangels ( $i_{1-4}$ ) auf den Abnutzungsvorrat des Anlagenobjektes (1) festgelegt wird.  
20
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Mangel ( $i_{1-4}$ ) in Abhängigkeit von der Bewertung klassifiziert wird, wobei eine Mehrzahl von Mangelklassen für unterschiedliche Wertigkeiten des Mangels ( $i_{1-4}$ ) vorgesehen und den Mangelklassen mangelspezifische Wichtungsfaktoren ( $F_{1-4}$ ) unterschiedlicher Höhe zugewiesen sind.  
25
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** eine Mangelklasse einen quantitativen oder qualitativen Wertebereich für Mängel ( $i_{1-4}$ ) mit unterschiedlicher Wertigkeit umfaßt, wobei, vorzugsweise, die Anzahl der für eine Klassifizierung eines Mangels ( $i_{1-4}$ ) vorgesehen Mangelklassen und/oder deren Wertebereiche mangelspezifisch gebildet werden.  
30
11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** einer ersten Mangelklasse als betriebsgefährdend bewertete Mängel ( $i_{1-4}$ ) zugewiesen werden und/oder daß eine zweiten Mangelklasse Mängel ( $i_{1-4}$ ) in einer Wertigkeit zwischen Versagensgrenze und Sicherheitsgrenze umfaßt und/oder daß eine dritte Mangelklasse Mängel ( $i_{1-4}$ ) in einer Wertigkeit zwischen Sicherheitsgrenze und Standardgrenze umfaßt und/oder daß eine vierte Mangelklasse Mängel ( $i_{1-4}$ ) in einer Wertigkeit zwischen Standardgrenze und Sollzustand umfaßt, wobei die Zuweisung jeweils in Bezug auf die Art des Mangels ( $i_{1-4}$ ) und das Anlagenelement (3) erfolgt.  
35  
40
12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** bei der Ermittlung des Abnutzungsvorrates nur ausgewählte Mängel ( $i_{1-4}$ ) und/oder ausgewählte Anlagenelemente (3) berücksichtigt werden, wobei die Auswahl in Abhängigkeit von den spezifischen Betriebsbedingungen der Nutzung des Anlagenobjektes (1) und/oder der Bahnanlage und/oder wobei die Auswahl in Abhängigkeit von dem Einfluß des Mangels ( $i_{1-4}$ ) und/oder des Anlagenelementes (3) auf den Abnutzungsvorrat des Anlagenobjektes (1) festgelegt wird.  
45
13. Verfahren zur Ermittlung des Abnutzungsvorrates einer Bahnanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Bahnanlage ein erstes instandhaltungsrelevantes Anlagenobjekt (1) und wenigstens ein weiteres instandhaltungsrelevantes Anlagenobjekt (1) aufweist und daß ein Abnutzungsvorrat der Bahnanlage betreffend beide Anlagenobjekte (1) aus dem Abnutzungsvorrat des ersten Anlagenobjektes (1) und dem Abnutzungsvorrat des weiteren Anlagenobjektes (1) ermittelt wird.  
50
14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Abnutzungsvorrat von wenigstens einem Anlagenobjekt (1) mit einem objektspezifischen Wichtungsfaktor gewichtet wird, wobei der objektspezifische Wichtungsfaktor die Abhängigkeit des Abnutzungsvorrates der Bahnanlage von der Art des Anlagenobjektes (1) beschreibt.  
55
15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** Anlagenobjekte (1) und/

## EP 1 653 413 A1

oder Anlagenelemente (3) mit bezogen auf die gesamte Bahnanlage lokalem Einfluß auf den Abnutzungsvorrat der Bahnanlage bei der Ermittlung des Abnutzungsvorrates nicht berücksichtigt werden.

- 5      **16.** Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** auf der Grundlage des ermittelten Abnutzungsvorrates vorzugsweise automatisch wenigstens ein Instandhaltungshinweis generiert und/oder eine Instandhaltungsmaßnahme eingeleitet wird und daß, vorzugsweise, die Generierung und/oder Einleitung in Abhängigkeit von der Belastung der Bahnanlage erfolgt, weiter vorzugsweise unter Berücksichtigung der Veränderung des Abnutzungsvorrates über einen mehrere Perioden umfassenden Zeitraum.
- 10
- 15
- 20
- 25
- 30
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55





**Europäisches  
Patentamt**

# ERKLÄRUNG

die nach Regel 45 des Europäischen Patent-  
übereinkommens für das weitere Verfahren als  
europäischer Recherchenbericht gilt

Nummer der Anmeldung

EP 05 02 3848

Die Recherchenabteilung ist der Auffassung, daß die vorliegende Patentanmeldung den Vorschriften des EPÜ in einem solchen Umfang nicht entspricht, daß sinnvolle Ermittlungen über den Stand der Technik auf der Grundlage aller Patentansprüche nicht möglich sind.

Grund:

Der offenbarte und beanspruchte Gegenstand bezieht sich auf einen Sachverhalt, der nach Art. 52(2) und (3) EPÜ von der Patentierbarkeit ausgeschlossen ist. In Anbetracht dessen, dass der offenbarte Gegenstand entweder nur derartige nichttechnische Sachverhalte oder allgemein bekannte Merkmale zu deren technologischen Umsetzung anführt, konnte der Rechercheprüfer keine technische Aufgabe feststellen, deren Lösung eventuell eine erfinderische Tätigkeit beinhalten würde. Es war daher nicht möglich, sinnvolle Ermittlungen über den Stand der Technik durchzuführen (Regel 45 EPÜ und EPÜ Richtlinien Teil B Kapitel VIII, 1-3).

Da Änderungen im Verfahren auf solche beschränkt sind, die ihren Ursprung in den ursprünglich eingereichten Unterlagen finden und diese in ihrer Gesamtheit keinen nicht-offensichtlichen patentierfähigen Gegenstand offenbaren, ist im vorliegenden Falle nicht davon auszugehen, dass die in der allgemeinen Rechtauskunft im nächsten Absatz genannten Umstände auftreten werden.

Der Anmelder wird darauf hingewiesen, dass im Zuge der Prüfung eine Recherche durchgeführt werden kann, sollten die einer Erklärung gemäss Regel 45 EPÜ zugrundeliegenden Mängel behoben worden sein (Vgl. EPA-Richtlinien C-VI, 8.5).

-----

## KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)

E01B37/00  
G06Q50/00  
G06Q10/00

1

EPO FORM 1504 (P04C39)

Recherchenort

München

Abschlußdatum

27. Februar 2006

Prüfer

Beker, H