



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
18.08.2010 Patentblatt 2010/33

(51) Int Cl.:
B61L 1/16 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **10150943.8**

(22) Anmeldetag: **18.01.2010**

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

(71) Anmelder: **Siemens Aktiengesellschaft**
80333 München (DE)

(72) Erfinder:
• **Faubel, Peter Dr.**
38154 Königslutter (DE)
• **Windolf, Wolfgang**
38179 Schwülper (DE)

(30) Priorität: **13.02.2009 DE 102009009449**

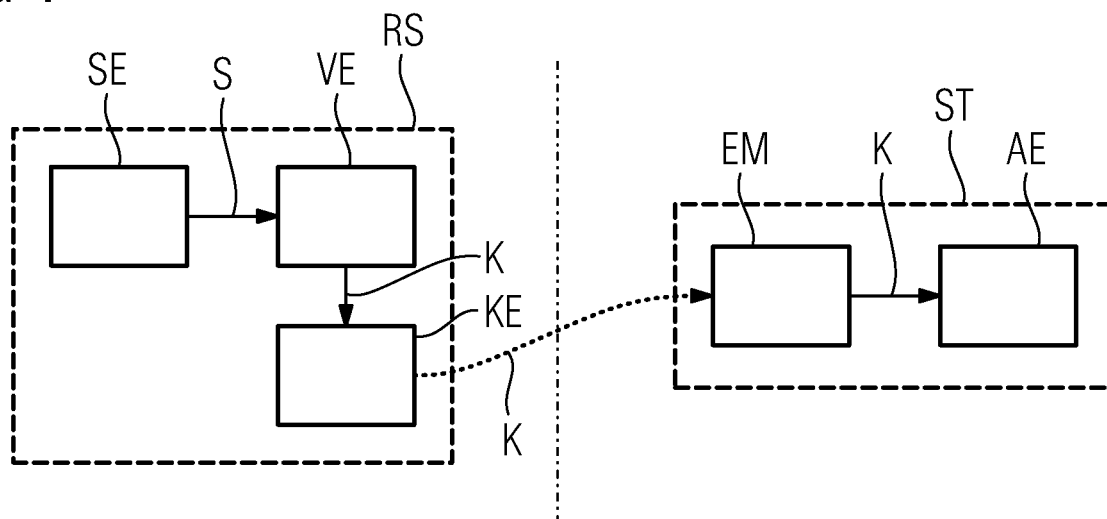
(54) **Radsensor, Eisenbahnanlage mit zumindest einem Radsensor sowie Verfahren zum Betreiben einer Eisenbahnanlage**

(57) Die Erfindung betrifft einen Radsensor (RS) mit zumindest einer Sensor-Einrichtung (SE, SE₁, SE₂) zum Erfassen zumindest eines durch zumindest ein Rad eines vorbeifahren Schienenfahrzeugs ausgelösten Signals (S, S₁, S₂). Der erfindungsgemäße Radsensor weist eine Verarbeitungs-Einrichtung (VE) zum Ermitteln

zumindest einer Kenngröße (K, K_{1,2}) aus dem zumindest einen erfassten Signal (S, S₁, S₂) sowie eine Kommunikations-Einrichtung (KE) zum drahtlosen Übertragen der zumindest einen Kenngröße (K, K_{1,2}) auf.

Die Erfindung betrifft des Weiteren eine Eisenbahnanlage mit zumindest einem Radsensor (RS) sowie ein Verfahren zum Betreiben einer Eisenbahnanlage.

FIG 1



Beschreibung

Beschreibung

Radsensor, Eisenbahnanlage mit zumindest einem Radsensor sowie Verfahren zum Betreiben einer Eisenbahnanlage

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Radsensor mit zumindest einer Sensor-Einrichtung zum Erfassen zumindest eines durch zumindest ein Rad eines vorbeifahren Schienenfahrzeugs ausgelösten Signals.

[0002] Der Einsatz von Radsensoren der genannten Art ist im Bereich der Eisenbahnanlagen beziehungsweise Eisenbahnüberwachungsanlagen weit verbreitet. Dabei erfassen Radsensoren, die aufgrund ihrer punktförmigen Wirkung manchmal auch als Schienenkontakte bezeichnet werden, beispielsweise mittels eines mechanischen, hydraulischen, pneumatischen, magnetischen oder insbesondere auch induktiven Wirkprinzips durch Räder vorbeifahrender Schienenfahrzeuge ausgelöste Signale. Anwendungsgebiete von Radsensoren sind beispielsweise Gleisfreimeldeanlagen oder sonstige Schalt- und Meldeaufgaben, wie zum Beispiel das Ein- und Ausschalten von Bahnübergangssicherungsanlagen. Darüber hinaus können Radsensoren beispielsweise auch zur Achsmustererkennung, d.h. zur Bestimmung des Achsabstandes, insbesondere von Güterwagen, verwendet werden. Hierdurch werden beispielsweise automatische Reihungskontrollsysteme unterstützt, die im Rahmen der Steuerung und Überwachung betrieblicher Prozesse des Schienengüterverkehrs eingesetzt werden.

[0003] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen besonders flexibel und kostengünstig einsetzbaren Radsensor der eingangs genannten Art anzugeben.

[0004] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch einen Radsensor mit zumindest einer Sensor-Einrichtung zum Erfassen zumindest eines durch zumindest ein Rad eines vorbeifahren Schienenfahrzeugs ausgelösten Signals, einer Verarbeitungs-Einrichtung zum Ermitteln zumindest einer Kenngröße aus dem zumindest einen erfassten Signal sowie einer Kommunikations-Einrichtung zum drahtlosen Übertragen der zumindest einen Kenngröße.

[0005] Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass insbesondere die Verkabelung von Radsensoren mit einer üblicherweise zentral, beispielsweise in einem Stellwerk, untergebrachten Auswerte-Einrichtung einer Eisenbahnanlage überaus aufwändig und kostenintensiv ist. So sind in der Praxis aufwändige Blitzschutz- und Isolationsmaßnahmen zwischen der Außenanlage, d.h. dem Radsensor, und der Innenanlage, d.h. beispielsweise dem Stellwerk, erforderlich. Insbesondere unter Berücksichtigung dessen, dass der Einsatzort von Radsensoren im Wesentlichen nicht variabel ist, da Radsenso-

ren jeweils an den aus betrieblichen Gründen notwendigen Stellen einer Gleisanlage montiert werden müssen, entsteht somit üblicherweise ein vergleichsweise hoher Aufwand, um einen Radsensor kabelgebunden mit der beispielsweise im Stellwerksraum befindlichen Auswerte-Einrichtung zu verbinden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass der zuvor genannte Aufwand für Maßnahmen zum Blitzschutz und zur Isolation üblicherweise für jeden einzelnen an die Auswerte-Einrichtung beziehungsweise das Stellwerk angeschlossenen Radsensor erforderlich ist.

[0006] Der erfindungsgemäße Radsensor ist nun dahingehend vorteilhaft, dass er eine Kommunikations-Einrichtung zum drahtlosen Übertragen der zumindest einen Kenngröße aufweist. Die Kommunikations-Einrichtung ermöglicht eine drahtlose Datenübertragung, die grundsätzlich nach einem beliebigen, für sich bekannten Verfahren zur drahtlosen Übertragung von Daten erfolgen kann. Als Beispiel hierfür seien eine drahtlose Datenübertragung mittels Infrarot oder Ultraschall genannt. Besonders vorteilhaft ist die Ausführungsform, dass die Kommunikations-Einrichtung zum drahtlosen Übertragen von Daten mittels Funk ausgebildet ist. Hierbei handelt es sich vorteilhafterweise um eine besonders einfache und robuste Ausführungsform der Kommunikations-Einrichtung, wobei grundsätzlich beliebige, für sich bekannte Funkstandards zur Anwendung kommen können.

[0007] Insbesondere aufgrund der rauen und wechselnden Bedingungen, die in der Außenanlage einer Eisenbahnanlage auftreten, und der hiermit verbundenen Störeinflüsse können jedoch bei einer drahtlosen Datenübertragung von einem Radsensor Probleme beziehungsweise Störungen auftreten. Dies ist insbesondere im Zusammenhang mit zeitkritischen und/oder sicherheitsrelevanten Anwendungen, für die Radsensoren typischerweise eingesetzt werden, nachteilig beziehungsweise inakzeptabel. Um entsprechende mögliche Probleme hinsichtlich der Zuverlässigkeit oder der Übertragungsqualität zu vermeiden beziehungsweise zu minimieren, weist der erfindungsgemäße Radsensor vorteilhafterweise eine Verarbeitungs-Einrichtung zum Ermitteln zumindest einer Kenngröße aus dem zumindest einen erfassten Signal auf. Dies bedeutet, dass bereits seitens des Radsensors eine Auswertung beziehungsweise eine Analyse des zumindest einen durch die Sensor-Einrichtung erfassten Signals erfolgt. Hierdurch wird es ermöglicht, zumindest eine Kenngröße aus dem zumindest einen erfassten Signal zu ermitteln und diese zumindest eine Kenngröße mittels der Kommunikations-Einrichtung drahtlos an einen Empfänger, d.h. beispielsweise eine Funkeinrichtung eines Stellwerks, zu übertragen. Dadurch, dass nicht das von der Sensor-Einrichtung erfasste Signal selbst sondern die zumindest eine von der Verarbeitungs-Einrichtung ermittelte Kenngröße durch die Kommunikations-Einrichtung übertragen wird, werden vorteilhafterweise die zeitlichen Anforderungen hinsichtlich einer Echtzeitübertragung beispielsweise an eine im Stellwerksraum befindliche Auswerte-Einrich-

tung, stark reduziert. So wird einerseits die zu übertragende Datenmenge verringert; andererseits können bei einer Übertragung der zumindest einen ermittelten Kenngröße wirkungsvolle Maßnahmen ergriffen werden, um eine Verfälschung im Rahmen der Übertragung auszuschließen. Dies bedeutet, dass erst die Verarbeitungseinrichtung die Voraussetzung dafür schafft, einen Radsensor in praxistauglicher, zuverlässiger Art und Weise mit einer Kommunikations-Einrichtung zur drahtlosen Datenübertragung zu versehen.

[0008] Aufgrund dessen, dass der erfindungsgemäße Radsensor zur drahtlosen Übertragung von Daten ausgebildet ist, entfallen vorteilhafterweise die Aufwände und Kosten, die mit einer Verkabelung verbunden wären. Darüber hinaus kann eine explizite galvanische Trennung zwischen der Außenanlage, d.h. dem Radsensor, und der Innenanlage einer Eisenbahnanlage entfallen. Des Weiteren werden auch aufwändige Maßnahmen im Zusammenhang mit Blitzschutz, etwa in Form von Blitzschutzmodulen, vermieden. Aufgrund dessen, dass die Verarbeitungseinrichtung aus dem zumindest einen erfassten Signal zumindest eine Kenngröße ermittelt, bestehen darüber hinaus bezüglich einer nachgeordneten Auswertesoftware, die beispielsweise auf einer Auswerteeinrichtung eines Stellwerks laufen kann, keine oder nur stark reduzierte Anforderungen an die Echtzeitfähigkeit. Des Weiteren ermöglicht es der erfindungsgemäße Radsensor auch, die Komponenten der Innenanlage einer Eisenbahnanlage erheblich zu vereinfachen, da hier als externe Schnittstelle lediglich Empfangsmittel, beispielsweise in Form eines Funkmoduls, für das Empfangen der zumindest einen Kenngröße erforderlich sind.

[0009] Die genaue Ausprägung der zumindest einen Kenngröße hängt im Wesentlichen von der jeweiligen Funktion beziehungsweise dem jeweiligen Einsatzgebiet des Radsensors ab. In einer besonders bevorzugten Weiterbildung des erfindungsgemäßen Radsensors ist die Verarbeitungseinrichtung ausgebildet, die Anzahl der vorbeifolenden Räder, die Fahrtrichtung, die Geschwindigkeit des jeweiligen Rades und/oder den Abstand zwischen aufeinander folgenden Rädern als die zumindest eine Kenngröße zu ermitteln. Dies bedeutet, dass der Radsensor vorzugsweise zumindest eine der genannten Größen als Kenngröße ermittelt. Bei der Bestimmung der Geschwindigkeit des jeweiligen Rades beziehungsweise der jeweiligen Achse kann dabei gegebenenfalls eine Berücksichtigung von Beschleunigungs- oder Verzögerungsvorgängen während der Überfahrt erfolgen. Aus der Geschwindigkeit des jeweiligen Rades kann seitens der Verarbeitungseinrichtung des Radsensors eine Ermittlung des Abstands zwischen aufeinander folgenden Rädern, d.h. des Achsabstands, erfolgen. Darüber hinaus kann mittels der zumindest einen Kenngröße beispielsweise auch das Erkennen des Beginns und des Endes einer Überfahrt, gegebenenfalls unter Berücksichtigung der aktuellen ermittelten Geschwindigkeit, signalisiert werden.

[0010] Grundsätzlich ist es möglich, dass die Verar-

beitungs-Einrichtung und die Sensor-Einrichtung in getrennten Gehäusen untergebracht sind. Eine entsprechende Ausführung kann beispielsweise aufgrund räumlicher Beschränkungen, d.h. aufgrund nicht ausreichenden zur Verfügung stehenden Platzes, erforderlich beziehungsweise zweckmäßig sein. In diesem Fall kann die Verarbeitungseinrichtung beispielsweise im Abstand von bis zu einigen Metern von der Sensor-Einrichtung entfernt in Gleisnähe angeordnet sein. Ein Nachteil hierbei ist jedoch darin zu sehen, dass eine üblicherweise kabelgebundene, vergleichsweise ungeschützte Verbindung zwischen der Sensor-Einrichtung und der Verarbeitungseinrichtung erforderlich ist.

[0011] In einer weiteren besonders bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Radsensors sind die Verarbeitungseinrichtung und die Sensor-Einrichtung in einem gemeinsamen Gehäuse angeordnet. Dies bedeutet, dass die Verarbeitungseinrichtung in das Gehäuse der Sensor-Einrichtung beziehungsweise des Radsensors integriert ist, wodurch sich vorteilhafterweise eine besonders kompakte Anordnung ergibt. Aufgrund dessen, dass eine außerhalb eines Gehäuses liegende Verbindung zwischen der Sensor-Einrichtung und der Verarbeitungseinrichtung vermieden wird, wird die Robustheit des Radsensors vorteilhafterweise erhöht.

[0012] Grundsätzlich ist es möglich, die Energieversorgung des erfindungsgemäßen Radsensors kabelgebunden, d.h. beispielsweise mittels einer zweiadrigen Leitung, vorzunehmen. Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform weist der erfindungsgemäße Radsensor eine leitungsunabhängige, autarke Energieversorgungs-Einrichtung auf. Dies ist vorteilhaft, da in diesem Fall jeglicher Verkabelungsaufwand zwischen dem Radsensor und sonstigen betrieblichen Systemen der Eisenbahnanlage entfällt.

[0013] Bei der Energieversorgungs-Einrichtung kann es sich um eine zur unabhängigen Bereitstellung von Energie geeignete Einrichtung beliebiger Art handeln. Dies schließt beispielsweise Energieversorgungs-Einrichtungen ein, die aus ihrer Umwelt beziehungsweise Umgebung Energie erzeugen ("Energy Harvesting"). So können zur Energieerzeugung beispielsweise Solarzellen verwendet werden oder auch Wandler zum Erzeugen elektrischer Energie aus mechanischen Schwingungen. In letzterem Fall wird der Radsensor mit Energie betrieben, die aus Schwingungen erzeugt wird, die durch vorbeifahrende Züge verursacht werden.

[0014] Gemäß einer weiteren besonders bevorzugten Weiterbildung des erfindungsgemäßen Radsensors umfasst die Energieversorgungs-Einrichtung zumindest einen elektrochemischen Energiespeicher, insbesondere zumindest eine Primärzelle. Dies ist vorteilhaft, da mittels eines elektrochemischen Energiespeichers eine besonders zuverlässige und von Umgebungsbedingungen weitgehend unabhängige Energieversorgung des Radsensors sichergestellt werden kann. Darüber hinaus ist der Wartungsaufwand im Falle einer Energieversorgungs-Einrichtung in Form einer Primärzelle oder Pri-

märzellenbatterie in der Regel darauf beschränkt, im Rahmen einer üblicherweise regelmäßig vorzunehmenden Wartung des Radsensors einen Austausch der der Primärzelle oder Primärzellenbatterie vorzunehmen.

[0015] Vorzugsweise kann der erfindungsgemäße Radsensor auch derart ausgestaltet sein, dass er als Doppel-Radsensor mit zwei Sensor-Einrichtungen ausgebildet ist. Dies ist vorteilhaft, da entsprechende Doppel-Radsensoren aufgrund dessen weit verbreitet sind, dass sie insbesondere eine Bestimmung der Fahrtrichtung sowie der Geschwindigkeit vorbeifolgender Räder auf übliche und besonders einfache Art und Weise ermöglichen.

[0016] Insbesondere für den Fall, dass der Radsensor eine leitungsunabhängige, autarke Energieversorgungseinrichtung aufweist, ist es von großer Bedeutung, den Energiebedarf des Radsensors zu minimieren. Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung des erfindungsgemäßen Radsensors wird dies dadurch erreicht, dass eine der Sensor-Einrichtungen in einen energiesparenden Ruhezustand schaltbar ist und der Radsensor zum Aktivieren der in den Ruhezustand geschalteten Sensor-Einrichtung ausgebildet ist, sofern durch die andere, aktive Sensor-Einrichtung zumindest ein Signal erfasst wird. Vorteilhafterweise hat dies somit zur Folge, dass die meiste Zeit nur eine der beiden Sensor-Einrichtungen des Doppel-Radsensors aktiv ist. Sofern bei einer Überfahrt durch ein Schienenfahrzeug die aktive Sensor-Einrichtung betätigt wird, besteht beispielsweise die Möglichkeit, dass die Verarbeitungs-Einrichtung zur späteren Nachverfolgung einen entsprechenden Zeitstempel zwischenspeichert und die in den energiesparenden Ruhezustand geschaltete andere Sensor-Einrichtung aktiviert. Bei einem solchen Verfahren wird der Energiebedarf des Doppel-Radsensors in der Ruhephase vorteilhafterweise halbiert. Nach erfolgter Aktivierung der zuvor in den Ruhezustand geschalteten Sensor-Einrichtung stehen für die nachfolgenden Räder des Schienenfahrzeugs beide Sensor-Einrichtungen zur Verfügung, so dass beispielsweise eine Bestimmung der Richtung und der Geschwindigkeit der Räder möglich ist. Es sei darauf hingewiesen, dass selbstverständlich auch beide Sensor-Einrichtungen in den energiesparenden Ruhezustand schaltbar sein können. In diesem Fall ist es besonders vorteilhaft, wenn die Sensor-Einrichtungen abwechselnd in den Ruhezustand geschaltet werden, da hierdurch ein Ausfall einer der beiden Sensor-Einrichtungen besonders schnell erkennbar ist.

[0017] Vorzugsweise kann der erfindungsgemäße Radsensor weiterhin derart ausgebildet sein, dass die eine der Sensor-Einrichtungen in den Ruhezustand geschaltet wird, sofern für eine definierte Zeitdauer kein Signal erfasst wird. Dies ist vorteilhaft, da hierdurch ein selbsttätiges Abschalten einer der beiden Sensor-Einrichtungen durch den Radsensor selbst ermöglicht wird. Dabei kann ein Schalten in den Ruhezustand entweder erfolgen, wenn die betreffende Sensor-Einrichtung für die definierte Zeitdauer kein Signal erfasst hat, oder

wenn dies für beide Sensor-Einrichtungen des Radsensors der Fall ist.

[0018] Der erfindungsgemäße Radsensor kann weiterhin auch derart weitergebildet sein, dass die Sensor-Einrichtung beziehungsweise zumindest eine der Sensor-Einrichtungen zum gepulsten Betrieb ausgebildet ist. Dies bedeutet, dass die betreffende Sensor-Einrichtung beziehungsweise die betreffenden Sensor-Einrichtungen jeweils nur während der Pulse, d.h. nur zu regelmäßig wiederkehrenden Zeiten, aktiv ist beziehungsweise sind. Besonders vorteilhaft ist hierbei die Ausführungsform, dass die Sensor-Einrichtungen abwechselnd gepulst werden, da hierdurch die Ausfalloffenbarungszeit gering gehalten wird, d.h. ein Ausfall einer der Sensor-Einrichtungen schnell erkennbar ist. Vorzugsweise wechselt der Radsensor bei Erfassen eines Signals durch die Sensor-Einrichtung beziehungsweise durch zumindest eine der Sensor-Einrichtungen aus dem gepulsten Betrieb in einen dauerhaften Betrieb, in dem die Sensor-Einrichtung beziehungsweise die Sensor-Einrichtungen durchgehend aktiviert ist beziehungsweise sind. Dabei kann in Abhängigkeit von der Einflussbreite des Rades auf die jeweilige Sensor-Einrichtung und der maximal erwarteten Geschwindigkeit des Schienenfahrzeugs sowie unter Berücksichtigung der für das Wiedereinschalten der Sensor-Einrichtung benötigten Zeit die Pulsdauer sowie der Abstand aufeinander folgender Pulse festgelegt werden. Es hat sich gezeigt, dass durch einen gepulsten Betrieb beispielsweise im Falle von im Bereich von Rangierbahnhöfen eingesetzten Radsensoren bei typischen Rangiergeschwindigkeiten eine Reduzierung der Leistungsaufnahme des Radsensors um etwa einen Faktor 10 erreicht werden kann. Dies bedeutet, dass zum Beispiel im Falle eines Radsensors, dessen normaler Energiebedarf bei einer Stromaufnahme von ca. 4mA bei einer Spannung von etwa 8V liegt, die mittlere Stromaufnahme auf ca. 0,4mA sinkt.

[0019] Vorzugsweise kann der erfindungsgemäße Radsensor auch derart ausgestaltet sein, dass die Pulsdauer und/oder der Abstand aufeinanderfolgender Pulse konfigurierbar ist. Dies ist vorteilhaft, da hierdurch die Pulsdauer und/oder der Abstand aufeinander folgender Pulse besonders flexibel an die jeweiligen Gegebenheiten sowie die Einsatzart des jeweiligen Radsensors angepasst werden kann.

[0020] Gemäß einer weiteren besonders bevorzugten Weiterbildung des erfindungsgemäßen Radsensors ist zum Detektieren von durch ein sich annäherndes Schienenfahrzeug verursachten Schwingungen ein Vibrationsdetektor vorgesehen. Dies ist vorteilhaft, da mittels des Vibrationsdetektors bereits frühzeitig eine Information darüber erlangt werden kann, dass sich ein Schienenfahrzeug dem Radsensor annähert.

[0021] Vorteilhafterweise ist der erfindungsgemäße Radsensor derart weitergebildet, dass die Verarbeitungs-Einrichtung und/oder die zumindest eine Sensor-Einrichtung in einen energiesparenden Ruhezustand schaltbar sind und der Radsensor bei Detektion von

Schwingungen durch den Vibrationsdetektor zum Aktivieren der in den Ruhezustand geschalteten Komponente beziehungsweise Komponenten ausgebildet ist. Dabei kann der Vibrationsdetektor, etwa in Form eines Beschleunigungssensors beziehungsweise Accelerometers oder eines Rüttelsensors, beispielsweise am beziehungsweise im Gehäuse des Radsensors oder an der Schiene befestigt werden. Hierdurch wird es ermöglicht, dass die übrigen Komponenten des Radsensors, d.h. insbesondere die Verarbeitungs-Einrichtung und/oder die zumindest eine Sensor-Einrichtung in einen energiesparenden Ruhezustand geschaltet werden können. Dabei kann der energiesparende Ruhezustand gegebenenfalls dadurch gegeben sein, dass die betreffenden Komponenten vollständig abgeschaltet sind. Mittels des Vibrationsdetektors, der mit sehr geringer Leistung oder beispielsweise im Falle eines auf dem Piezoeffekt basierenden Vibrationsdetektors leistungslos betrieben werden kann, ist es möglich, die Schwingungen, die von einem sich annähernden Schienenfahrzeug verursacht werden, zu detektieren und die in den Ruhezustand geschalteten Komponenten beziehungsweise die in den Ruhezustand geschalteten Komponenten wieder zu aktivieren. Dies kann beispielsweise dadurch geschehen, dass der Vibrationsdetektor die Verarbeitungs-Einrichtung aktiviert beziehungsweise weckt und diese eine Aktivierung der Sensor-Einrichtung oder der Sensor-Einrichtungen des Radsensors veranlasst, welche daraufhin die durch den im Folgenden vorbeiführenden Zug beziehungsweise das im Folgenden vorbeiführende Schienenfahrzeug ausgelösten Signale erfasst beziehungsweise erfassen. Nach der Überfahrt der letzten Achse des Schienenfahrzeugs beziehungsweise des Fahrverbands und dem Abklingen der Schwingungen kann beispielsweise durch die Verarbeitungs-Einrichtung ein Übergang der betreffenden Komponenten in den Ruhezustand veranlasst werden, indem beispielsweise die Energieversorgung abgeschaltet wird. Die beschriebene Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist besonders vorteilhaft, da hierdurch der Energiebedarf des Radsensors minimiert wird und somit beispielsweise in dem Fall, dass der Radsensor durch einen elektrochemischen Energiespeicher, d.h. beispielsweise eine Primärzelle oder eine Primärzellenbatterie, mit elektrischer Energie versorgt wird, ein entsprechend kleinerer und damit kostengünstigerer elektrochemischer Energiespeicher verwendet werden kann. Des Weiteren ist eine Minimierung des Energiebedarfs des Radsensors beispielsweise auch in dem Fall besonders vorteilhaft, dass Sekundärzellen zur Pufferung verwendet werden. Dies kann beispielsweise den Fall betreffen, dass zur leitungsunabhängigen, autarken Energieversorgung Solarzellen verwendet werden und mittels Sekundärzellen eine Energieversorgung des Radsensors zum Beispiel bei Dunkelheit gewährleistet wird. Eine Minimierung beziehungsweise Reduzierung des Energiebedarfs des Radsensors ermöglicht hierbei eine Reduzierung der Kapazität der Sekundärzellen und/oder der Fläche der eingesetzten Solarzellen.

[0022] Die Erfindung umfasst des Weiteren eine Eisenbahnanlage mit zumindest einem erfindungsgemäßen Radsensor beziehungsweise zumindest einem Radsensor gemäß einer der zuvor beschriebenen bevorzugten Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Radsensors und mit Empfangsmitteln zum drahtlosen Empfangen der zumindest einen Kenngröße von dem zumindest einen Radsensor sowie einer Auswerte-Einrichtung zum Auswerten der empfangenen zumindest einen Kenngröße.

[0023] Vorzugsweise ist die erfindungsgemäße Eisenbahnanlage derart ausgestaltet, dass sie eine Mehrzahl von Radsensoren umfasst und mehrere oder alle der Radsensoren elektrisch an eine gemeinsame Energieversorgungsleitung angebunden sind. Insbesondere für den Fall, dass die einzelnen Radsensoren nicht über eine leitungsunabhängige, autarke Energieversorgungs-Einrichtung verfügen, ist dies vorteilhaft, da mittels einer gemeinsamen Energieversorgungsleitung, die funktional einem "Energiebus" entspricht, beispielsweise mittels einer einfachen zweiadrigen Leitung in Abhängigkeit von dem jeweiligen, insbesondere geographischen Gegebenheiten alle oder mehrere der Radsensoren mit Energie versorgt werden können. Vorteilhafterweise kann hierbei die Energieversorgungsleitung sowie die über sie angebundene zentrale Energieversorgung der Außenanlage der Eisenbahnanlage zugeordnet werden, so dass vorteilhafterweise eine galvanische Verbindung zur Innenanlage, die entsprechende Schutzmaßnahmen erforderlich machen würde, vermieden wird. Es sei darauf hingewiesen, dass es in Abhängigkeit von den jeweiligen Gegebenheiten auch möglich ist, mehrere oder alle der Radsensoren einer Anlage in Gruppen von jeweils mehreren Radsensoren jeweils elektrisch an eine von mehreren Energieversorgungsleitungen anzubinden. So können beispielsweise die Radsensoren verschiedener Bahnhofsköpfe jeweils elektrisch an eine gemeinsame Energieversorgungsleitung angebunden werden.

[0024] Die Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zum Betreiben einer Eisenbahnanlage.

[0025] Hinsichtlich des Verfahrens liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein besonders flexibel einsetzbares und kostengünstiges Verfahren zum Betreiben einer Eisenbahnanlage anzugeben.

[0026] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Verfahren zum Betreiben einer Eisenbahnanlage, wobei durch zumindest eine Sensor-Einrichtung eines Radsensors zumindest ein durch zumindest ein Rad eines vorbeiführenden Schienenfahrzeugs ausgelöstes Signal erfasst wird, durch eine Verarbeitungs-Einrichtung des Radsensors aus dem zumindest einen erfassten Signal zumindest eine Kenngröße ermittelt wird und die zumindest eine Kenngröße drahtlos an eine Auswerte-Einrichtung der Eisenbahnanlage übertragen wird.

[0027] Die Vorteile des erfindungsgemäßen Verfahrens entsprechen im Wesentlichen denjenigen des erfindungsgemäßen Radsensors, so dass diesbezüglich auf die entsprechenden vorstehenden Ausführungen ver-

wiesen wird. Dies gilt entsprechend auch hinsichtlich der im Folgenden aufgeführten bevorzugten Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Verfahrens bezüglich der entsprechenden bevorzugten Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Radsensors, so dass auch diesbezüglich auf die jeweiligen vorstehenden Ausführungen verwiesen wird.

[0028] Vorzugsweise kann das erfindungsgemäße Verfahren derart ausgestaltet sein, dass die Anzahl der vorbeie rollenden Räder, die Fahrtrichtung, die Geschwindigkeit des jeweiligen Rades und/oder der Abstand zwischen aufeinanderfolgenden Rädern als die zumindest eine Kenngröße ermittelt wird.

[0029] Gemäß einer weiteren besonders bevorzugten Weiterbildung ist das erfindungsgemäße Verfahren derart ausgeprägt, dass bei einem Radsensor in Form eines Doppel-Radsensors mit zwei Sensor-Einrichtungen eine der Sensor-Einrichtungen in einen energiesparenden Ruhezustand geschaltet wird und die in den Ruhezustand geschaltete Sensor-Einrichtung aktiviert wird, sofern durch die andere, aktive Sensor-Einrichtung zumindest ein Signal erfasst wird.

[0030] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird die eine der Sensor-Einrichtungen in den Ruhezustand geschaltet, sofern für eine definierte Zeitdauer kein Signal erfasst wird.

[0031] Vorzugsweise kann das erfindungsgemäße Verfahren auch derart weitergebildet sein, dass die Sensor-Einrichtung beziehungsweise zumindest eine der Sensor-Einrichtungen gepulst betrieben wird.

[0032] Gemäß einer weiteren besonders bevorzugten Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens werden mittels eines Vibrationsdetektors durch ein sich annäherndes Schienenfahrzeug verursachte Schwingungen detektiert.

[0033] Vorzugsweise kann das erfindungsgemäße Verfahren auch derart ausgestaltet sein, dass die Verarbeitungseinrichtung und/oder die zumindest eine Sensor-Einrichtung in einen energiesparenden Ruhezustand geschaltet werden und die in den Ruhezustand geschaltete Komponente wieder aktiviert wird beziehungsweise die in den Ruhezustand geschalteten Komponenten wieder aktiviert werden, sofern durch den Vibrationsdetektor Schwingungen detektiert werden.

[0034] Im Folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert. Hierzu zeigt

Figur 1 in einer schematischen Skizze ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Eisenbahnanlage mit einem Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Radsensors,

Figur 2 in einer schematischen Skizze ein zweites Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Eisenbahnanlage mit mehreren durch eine gemeinsame Energieversorgungsleitung verbundenen Radsensoren gemäß ei-

nem zweiten Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Radsensors,

Figur 3 in einer schematischen Skizze ein drittes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Eisenbahnanlage mit mehreren Radsensoren, die gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Radsensors jeweils eine leitungsunabhängige, autarke Energieversorgungseinrichtung aufweisen,

Figur 4 zur Erläuterung eines Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Verfahrens in einer schematischen Skizze ein viertes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Radsensors und

Figur 5 zur Erläuterung eines weiteren Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Verfahrens in einer schematischen Skizze ein fünftes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Radsensors.

[0035] Aus Gründen der Übersichtlichkeit werden in den Figuren für gleiche oder funktional gleich wirkende Komponenten jeweils dieselben Bezugszeichen verwendet.

[0036] Figur 1 zeigt in einer schematischen Skizze ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Eisenbahnanlage mit einem Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Radsensors. Im Detail ist ein Radsensor RS dargestellt, der eine Sensor-Einrichtung SE zum Erfassen zumindest eines durch zumindest einen Rad eines vorbeie rollenden Schienenfahrzeugs ausgelösten Signals S aufweist. Alternativ hierzu könnte der Radsensor RS beispielsweise auch als Doppel-Radsensor mit zwei Sensor-Einrichtungen ausgeführt sein.

[0037] Gemäß dem Ausführungsbeispiel der Figur 1 weist der Radsensor RS weiterhin eine Verarbeitungseinrichtung VE auf. Diese empfängt von der Sensor-Einrichtung SE das erfasste Signal S und ermittelt aus dem Signal S zumindest eine Kenngröße K. Dabei erfolgt die Ermittlung der zumindest einen Kenngröße K vorteilhafterweise im Wesentlichen in Echtzeit, d.h. verzögerungsfrei. Bei der Kenngröße K kann es sich beispielsweise um eine Angabe zur Anzahl der vorbeie rollenden Räder, zur Fahrtrichtung beziehungsweise Überfahrungsrichtung, zur Geschwindigkeit des jeweiligen Rades und/oder zum Abstand zwischen aufeinander folgenden Rädern beziehungsweise Achsen handeln. Die eine ermittelte Kenngröße beziehungsweise die mehreren ermittelten Kenngrößen K werden von der Verarbeitungseinrichtung VE an eine Kommunikations-Einrichtung KE übergeben, die zum drahtlosen Übertragen der zumindest einen Kenngröße K ausgebildet ist. Im Rahmen der im Folgenden beschriebenen Ausführungsbeispiele sei angenommen, dass die Kommunikations-Einrichtung KE als Funk-Einrichtung, etwa in Form eines Funkmoduls, ausgebildet ist, d.h. zur funkbasierten Datenübertragung vorgesehen ist.

[0038] Mittels der Kommunikations-Einrichtung KE

wird die zumindest eine Kenngröße K über eine Funkverbindung, die in Figur 1 durch den punktierten Pfeil angedeutet ist, an eine Steuer-Einrichtung ST übertragen. Dabei ist, wie durch die strichpunktierte senkrechte Linie zwischen dem Radsensor RS und der Steuer-Einrichtung ST angedeutet, der Radsensor RS der Außenanlage der Eisenbahnanlage zugeordnet und die Steuer-Einrichtung ST der Innenanlage der Eisenbahnanlage, d.h. beispielsweise einem Stellwerk.

[0039] Die Steuer-Einrichtung ST weist Empfangsmittel EM zum drahtlosen Empfangen der zumindest einen Kenngröße K von dem Radsensor RS beziehungsweise der Kommunikations-Einrichtung KE des Radsensors RS auf. An die Empfangsmittel EM angebunden ist eine Auswerte-Einrichtung AE zum Auswerten der von den Empfangsmitteln EM empfangenen zumindest einen Kenngröße K. Dabei kann die Auswerte-Einrichtung AE die von dem Radsensor RS empfangene zumindest eine Kenngröße K beispielsweise zur Gleisfreimeldung, zum Steuern beziehungsweise Schalten eines Bahnübergangs oder zur Reihungskontrolle von Güterwagen verwenden.

[0040] Dadurch, dass nicht das von der Sensor-Einrichtung SE erfasste Signal S selbst beziehungsweise ein lediglich beispielsweise hinsichtlich seiner Signalform aufbereitetes Signal an die Steuer-Einrichtung ST übertragen wird, sondern die zumindest eine Kenngröße bereits auf Seiten des Radsensors RS ermittelt wird, wird es vorteilhafterweise ermöglicht, eine Funkübertragung der zumindest einen Kenngröße K mittels der Kommunikations-Einrichtung KE vorzunehmen. Ursache hierfür ist insbesondere, dass aufgrund der radsensorseitig vorgenommenen Verarbeitung die zeitlichen Anforderungen hinsichtlich einer Echtzeitübertragung an die beispielsweise im Stellwerksraum angeordnete Steuer-Einrichtung ST stark reduziert werden beziehungsweise nahezu vollständig entfallen. Darüber hinaus wird die Zuverlässigkeit der funkbasierten Datenübertragung durch die durch die Verarbeitungs-Einrichtung VE vorgenommene Verarbeitung in der Regel bedingte Datenreduktion vorteilhafterweise erhöht.

[0041] Bei der Ausführungsform der erfindungsgemäßen Eisenbahnanlage sowie des erfindungsgemäßen Radsensors gemäß Figur 1 entfallen somit vorteilhafterweise Aufwände für eine kabelgebundene Datenübertragung ermöglichende Verkabelung. Hierdurch entfällt gleichzeitig die Notwendigkeit einer expliziten galvanischen Trennung zwischen der Außenanlage, d.h. dem Radsensor RS, sowie der Innenanlage, d.h. der Steuer-Einrichtung ST, sowie darüber hinaus die Notwendigkeit, Blitzschutzmodule vorzusehen. Darüber hinaus vereinfacht sich auch der Aufbau der Komponenten der Innenanlage, da seitens der Steuer-Einrichtung ST lediglich Empfangsmittel EM, beispielsweise in Form eines Funkmoduls, zum Empfangen der zumindest einen Kenngröße K erforderlich sind.

[0042] Figur 2 zeigt in einer schematischen Skizze ein zweites Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen

Eisenbahnanlage mit mehreren durch eine gemeinsame Energieversorgungsleitung verbundenen Radsensoren gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Radsensors. Der obere Teil der Figur 2 entspricht dabei demjenigen der Figur 1. Darüber hinaus sind jedoch weitere Radsensoren RS1 bis RSn dargestellt beziehungsweise angedeutet, die ebenfalls mittels zur drahtlosen Datenübertragung ausgelegten Kommunikations-Einrichtungen KE1 bis KEn ihre jeweiligen Daten in Form entsprechender Kenngrößen K1 bis Kn an die Empfangsmittel EM der Steuer-Einrichtung ST übertragen.

[0043] In dem Ausführungsbeispiel der Figur 2 sind die Radsensoren RS, RS1, RSn an eine gemeinsame Energieversorgungsleitung EL angebunden, die mit einer zentralen Energieversorgung EV verbunden ist. Der Energieversorgungsleitung EL, die beispielsweise als einfache zweiadrige Leitung ausgelegt sein kann, kommt dabei die Funktion eines "Energiebusses" zu, da sie in dem dargestellten Ausführungsbeispiel der Versorgung aller Radsensoren RS, RS1, RSn mit elektrischer Energie dient. Dadurch, dass die Energieversorgung EV sowie die Energieversorgungsleitung EL der Außenanlage zugeordnet sind, wird vorteilhafterweise eine galvanische Verbindung zur Innenanlage, die aufwändige Schutzmaßnahmen erforderlich machen würde, vermieden. Aufgrund dessen, dass die Innenanlage als einzige Schnittstelle die Empfangsmittel EM zum drahtlosen Empfangen der zumindest einen Kenngröße K, K1, Kn von den Radsensoren RS, RS1, RSn aufweist, reduziert sich die Anzahl an externen Schnittstellen der Innenanlage zur Außenanlage weiterhin vorteilhafterweise auf ein Minimum.

[0044] Figur 3 zeigt in einer schematischen Skizze ein drittes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Eisenbahnanlage mit mehreren Radsensoren, die gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Radsensors jeweils eine leitungsunabhängige, autarke Energieversorgungseinrichtung aufweisen. Das Ausführungsbeispiel der Figur 3 unterscheidet dabei von demjenigen der Figur 2 dadurch, dass die Radsensoren RS, RS1, RSn jeweils eine leitungsunabhängige, autarke Energieversorgungs-Einrichtung EE, EE1 beziehungsweise EEn aufweisen. Dies ist dahingehend vorteilhaft, dass auch hinsichtlich der Energieversorgung Aufwände für eine kabelgebundene Anbindung der Radsensoren RS, RS1, RSn vermieden werden.

[0045] Bei den Energieversorgungs-Einrichtungen EE, EE1, EEn kann es sich grundsätzlich beispielsweise um Einrichtungen handeln, die elektrische Energie aus Sonnenlicht oder am Gleis auftretenden Schwingungen erzeugen. Besonders bevorzugt ist hierbei jedoch die Ausführungsform, dass die Energieversorgungs-Einrichtungen EE, EE1, EEn zumindest einen elektrochemischen Energiespeicher, insbesondere zumindest eine Primärzelle, umfassen. Hierdurch wird eine besonders zuverlässige, robuste und vergleichsweise wartungsarme Energieversorgung der Radsensoren RS, RS1, RSn

gewährleistet.

[0046] Figur 4 zeigt zur Erläuterung eines Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Verfahrens in einer schematischen Skizze ein viertes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Radsensors. Gezeigt ist ein Radsensor RS, der als Doppel-Radsensor ausgeführt ist, d.h. eine erste Sensor-Einrichtung SE_1 sowie eine zweite Sensor-Einrichtung SE_2 aufweist. Die Sensor-Einrichtungen SE_1 , SE_2 sind jeweils an die Verarbeitungseinrichtung VE angebunden und übermitteln an diese jeweils Signale S_1 beziehungsweise S_2 . Aus den Signalen S_1 , S_2 ermittelt die Verarbeitungseinrichtung VE zumindest eine Kenngröße $K_{1,2}$, die entsprechend den vorherigen Ausführungsbeispielen von der Kommunikations-Einrichtung KE drahtlos, d.h. im Rahmen der beschriebenen Ausführungsbeispiele funkbasiert, übertragen wird.

[0047] Da der Radsensor RS von einer leitungsunabhängigen, autarken Energieversorgungs-Einrichtung EE, die beispielsweise einen elektrochemischen Energiespeicher in Form einer Primärzelle oder einer Primärzellenbatterie umfassen kann, mit elektrischer Energie versorgt wird, ist es von großer Bedeutung, den Energiebedarf des Radsensors RS möglichst gering zu halten. In dem Ausführungsbeispiel der Figur 4 geschieht dies dadurch, dass die zweite Sensor-Einrichtung SE_2 in einen energiesparenden Ruhezustand schaltbar ist. Sobald durch die aktive erste Sensor-Einrichtung SE_1 zumindest ein Signal S_1 erfasst und an die Verarbeitungseinrichtung VE übermittelt wird, wird von der Verarbeitungseinrichtung VE ein Aktivierungs-Signal AS an die zweite Sensor-Einrichtung SE_2 übertragen. Hierdurch wird eine Aktivierung der zuvor im Ruhezustand befindlichen zweiten Sensor-Einrichtung SE_2 ausgelöst, die somit zur Erfassung insbesondere von Richtung und Geschwindigkeit nachfolgend vorbeie rollender Räder wieder zur Verfügung steht.

[0048] Sofern für eine definierte Zeitdauer kein Signal erfasst wird - entweder von der zweiten Sensor-Einrichtung SE_2 allein oder von beiden Sensor-Einrichtungen SE_1 , SE_2 - wird die zweite Sensor-Einrichtung SE_2 vorteilhafterweise wiederum von der Verarbeitungseinrichtung VE in den Ruhezustand geschaltet. Alternativ hierzu kann sich die Sensor-Einrichtung SE_2 auch selbst in den energiesparenden Ruhezustand schalten.

[0049] Es sei darauf hingewiesen, dass grundsätzlich selbstverständlich auch beide Sensor-Einrichtungen SE_1 , SE_2 in einen energiesparenden Ruhezustand schaltbar sein können. In diesem Fall wird durch die Verarbeitungseinrichtung VE jeweils eine der beiden Sensor-Einrichtungen SE_1 , SE_2 zu einem jeweiligen Zeitpunkt in den Ruhezustand geschaltet. Vorzugsweise können die Sensor-Einrichtungen SE_1 , SE_2 hierbei abwechselnd in den Ruhezustand geschaltet werden, um die Ausfallzeiten gering zu halten.

[0050] Eine weitere Verringerung des Energiebedarfs des Radsensors RS kann vorteilhafterweise dadurch erzielt werden, dass die Kommunikations-Einrichtung KE

nur bei Bedarf, d.h. bei Vorliegen zumindest einer neuen Kenngröße $K_{1,2}$ aktiviert wird.

[0051] Alternativ oder zusätzlich zu der in Figur 4 dargestellten Ausführungsform ist es auch denkbar, dass eine der Sensor-Einrichtungen SE_1 , SE_2 beziehungsweise auch beide Sensor-Einrichtungen SE_1 , SE_2 zum gepulsten Betrieb ausgebildet sind. Dies kann beispielsweise derart geschehen, dass die betreffende Sensor-Einrichtung SE_1 , SE_2 beziehungsweise die Sensor-Einrichtungen SE_1 , SE_2 jeweils kurzzeitig aktiviert und anschließend wieder deaktiviert werden. Vorteilhafterweise ist der Radsensor dabei derart ausgestaltet, dass die Pulsdauer und/oder der Abstand aufeinander folgender Pulse konfigurierbar ist. Eine Festlegung der Parameter erfolgt hierbei vorzugsweise in Abhängigkeit von der Einflussbreite des Rades auf die jeweilige Sensor-Einrichtung SE_1 , SE_2 und der maximal auftretenden Geschwindigkeit vorbeie rollender Schienenfahrzeuge. Weiterhin kann hierbei die Zeit berücksichtigt werden, die für das Wiedereinschalten beziehungsweise Wiederaktivieren der Sensor-Einrichtungen SE_1 , SE_2 benötigt wird. Dies bedeutet, dass die Sensor-Einrichtungen SE_1 , SE_2 bei Erfassen eines Signals S_1 , S_2 durch zumindest eine der Sensor-Einrichtungen SE_1 , SE_2 vorteilhafterweise aus dem gepulsten Betrieb in den durchgehenden, nicht gepulsten Normalbetrieb zurückgeschaltet werden.

[0052] Figur 5 zeigt zur Erläuterung eines weiteren Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Verfahrens in einer schematischen Skizze ein fünftes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Radsensors. Die Darstellung sowie die Komponenten des Radsensors RS entsprechen dabei im Wesentlichen denjenigen des Ausführungsbeispiels der Figur 4, wobei der Radsensor RS zusätzlich einen Vibrationsdetektor VD zum Detektieren von durch ein sich annäherndes Schienenfahrzeug verursachten mechanischen Schwingungen aufweist. Es sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass der Vibrationsdetektor VD nicht notwendigerweise innerhalb des Gehäuses angeordnet zu sein braucht, das die übrigen Komponenten des Radsensors RS umschließt, sondern beispielsweise auch am Gehäuse des Radsensors RS oder unmittelbar an der Schiene selbst befestigt sein kann. Unabhängig hiervon wird der Vibrationsdetektor VD aufgrund seiner entsprechenden funktionalen Zuordnung im Rahmen der vorliegenden Erfindung als Bestandteil des Radsensors RS aufgefasst.

[0053] Durch den Vibrationsdetektor VD wird es nun vorteilhafterweise ermöglicht, dass die Verarbeitungseinrichtung VE, die Sensor-Einrichtungen SE_1 , SE_2 und/oder die Kommunikations-Einrichtung KE in einen energiesparenden Ruhezustand geschaltet werden können. Dies bedeutet, dass die betreffenden Komponenten grundsätzlich zunächst beispielsweise vollständig abgeschaltet bleiben können. Durch den mit sehr geringer Leistung betriebenen Vibrationsdetektor VD kann bei einer Detektion von Schwingungen, die auf ein sich annäherndes Schienenfahrzeug hinweisen, eine Aktivierung des Radsensors RS beziehungsweise der in den Ruhezustand

stand geschalteten Komponenten erfolgen. In dem Ausführungsbeispiel der Figur 5 geschieht dies dadurch, dass der Vibrationsdetektor VD ein Aktivierungssignal AS_{VD} an die Verarbeitungs-Einrichtung VE übermittelt und diese damit "aufweckt" beziehungsweise in den aktiven Zustand zurück versetzt. Die Verarbeitungs-Einrichtung VE übermittelt daraufhin Aktivierungssignale AS_1 beziehungsweise AS_2 an die Sensor-Einrichtungen SE_1 , SE_2 und führt somit eine Aktivierung auch dieser Komponenten durch.

[0054] Zusätzlich zur Darstellung der Figur 5 ist es auch möglich, dass auch die Kommunikations-Einrichtung KE bei Erkennen von Schwingungen durch den Vibrationsdetektor VD wiederum durch ein entsprechendes Aktivierungssignal in den aktiven Zustand geschaltet wird.

[0055] Nach dem Abklingen der Schwingungen kann beispielsweise durch die Verarbeitungs-Einrichtung VE die Energieversorgung der Komponenten des Radsensors RS mit Ausnahme des Vibrationsdetektors VD wieder weitgehend oder vollständig abgeschaltet werden.

[0056] Die zuvor beschriebene Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens beziehungsweise des erfindungsgemäßen Radsensors unter Verwendung eines Vibrationsdetektors VD ist dahingehend besonders vorteilhaft, dass sie eine erhebliche Reduzierung des Energiebedarfs des Radsensors RS erlaubt. Dies kann beispielsweise dafür genutzt werden, eine entsprechend weniger leistungsfähige leitungsunabhängige, autarke Energieversorgungs-Einrichtung EE, d.h. beispielsweise eine entsprechend kleinere Primärzelle, zu verwenden. Darüber hinaus ist ein Vorteil darin zu sehen, dass mittels des Vibrationsdetektors VD ein zuverlässiges Aufwecken der übrigen Komponenten des Radsensors RS bereits zu einem frühen Zeitpunkt möglich ist, so dass die Aktivierung aller Komponenten des Radsensors RS rechtzeitig vor Vorbeifahrt des ersten Rades des Schienenfahrzeugs beziehungsweise des Fahrzeugverbands abgeschlossen werden kann.

Patentansprüche

1. Radsensor (RS) mit zumindest einer Sensor-Einrichtung (SE , SE_1 , SE_2) zum Erfassen zumindest eines durch zumindest ein Rad eines vorbeifahren Schienenfahrzeugs ausgelösten Signals (S , S_1 , S_2),
gekennzeichnet durch

- eine Verarbeitungs-Einrichtung (VE) zum Ermitteln zumindest einer Kenngröße (K , $K_{1,2}$) aus dem zumindest einen erfassten Signal (S , S_1 , S_2) sowie
- eine Kommunikations-Einrichtung (KE) zum drahtlosen Übertragen der zumindest einen Kenngröße (K , $K_{1,2}$).

2. Radsensor nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet, dass die Verarbeitungs-Einrichtung (VE) ausgebildet ist, die Anzahl der vorbeifahren Räder, die Fahrtrichtung, die Geschwindigkeit des jeweiligen Rades und/oder den Abstand zwischen aufeinanderfolgenden Rädern als die zumindest eine Kenngröße (K , $K_{1,2}$) zu ermitteln.

3. Radsensor nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass die Verarbeitungs-Einrichtung (VE) und die Sensor-Einrichtung (SE , SE_1 , SE_2) in einem gemeinsamen Gehäuse angeordnet sind.

4. Radsensor nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass der Radsensor (RS) eine leitungsunabhängige, autarke Energieversorgungs-Einrichtung (EE) aufweist.

5. Radsensor nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet, dass die Energieversorgungs-Einrichtung (EE) zumindest einen elektrochemischen Energiespeicher, insbesondere zumindest eine Primärzelle, umfasst.

6. Radsensor nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass der Radsensor (RS) als Doppel-Radsensor mit zwei Sensor-Einrichtungen (SE_1 , SE_2) ausgebildet ist.

7. Radsensor nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet, dass

- eine der Sensor-Einrichtungen (SE_2) in einen energiesparenden Ruhezustand schaltbar ist und
- der Radsensor (RS) zum Aktivieren der in den Ruhezustand geschalteten Sensor-Einrichtung (SE_2) ausgebildet ist, sofern durch die andere, aktive Sensor-Einrichtung (SE_1) zumindest ein Signal (S_1) erfasst wird.

8. Radsensor nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet, dass der Radsensor (RS) derart ausgebildet ist, dass die eine der Sensor-Einrichtungen (SE_2) in den Ruhezustand geschaltet wird, sofern für eine definierte Zeitdauer kein Signal (S_1 , S_2) erfasst wird.

9. Radsensor nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Sensor-Einrichtung (SE) beziehungsweise zumindest eine der Sensor-Einrichtungen (SE_1 , SE_2) zum gepulsten Betrieb ausgebildet ist.

10. Radsensor nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet, dass die Pulsdauer und/oder der Abstand aufeinanderfolgender Pulse konfigurierbar ist.
11. Radsensor nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass zum Detektieren von durch ein sich annäherndes Schienenfahrzeug verursachten Schwingungen ein Vibrationsdetektor (VD) vorgesehen ist.
12. Radsensor nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet, dass
- die Verarbeitungs-Einrichtung (VE) und/oder die zumindest eine Sensor-Einrichtung (SE, SE₁, SE₂) in einen energiesparenden Ruhezustand schaltbar sind und
 - der Radsensor (RS) bei Detektion von Schwingungen durch den Vibrationsdetektor (VD) zum Aktivieren der in den Ruhezustand geschalteten Komponente beziehungsweise Komponenten ausgebildet ist.
13. Eisenbahnanlage mit
- zumindest einem Radsensor (RS) nach einem der Ansprüche 1 bis 12,
 - Empfangsmitteln (EM) zum drahtlosen Empfangen der zumindest einen Kenngröße (K, K_{1,2}) von dem zumindest einen Radsensor (RS) sowie
 - einer Auswerte-Einrichtung (AE) zum Auswerten der empfangenen zumindest einen Kenngröße (K, K_{1,2}).
14. Eisenbahnanlage nach Anspruch 13,
dadurch gekennzeichnet, dass die Eisenbahnanlage eine Mehrzahl von Radsensoren (RS, RS1, RSn) umfasst und mehrere oder alle der Radsensoren (RS, RS1, RSn) elektrisch an eine gemeinsame Energieversorgungsleitung (EL) angebunden sind.
15. Verfahren zum Betreiben einer Eisenbahnanlage, wobei
- durch zumindest eine Sensor-Einrichtung (SE, SE₁, SE₂) eines Radsensors (RS) zumindest ein durch zumindest ein Rad eines vorbeifahren Schienenfahrzeugs ausgelöstes Signal (S, S₁, S₂) erfasst wird,
 - durch eine Verarbeitungs-Einrichtung (VE) des Radsensors (RS) aus dem zumindest einen erfassten Signal (S, S₁, S₂) zumindest eine Kenngröße (K, K_{1,2}) ermittelt wird und
 - die zumindest eine Kenngröße (K, K_{1,2}) drahtlos an eine Auswerte-Einrichtung (AE) der Eisenbahnanlage übertragen wird.
16. Verfahren nach Anspruch 15,
dadurch gekennzeichnet, dass die Anzahl der vorbeifahren Räder, die Fahrtrichtung, die Geschwindigkeit des jeweiligen Rades und/oder der Abstand zwischen aufeinanderfolgenden Rädern als die zumindest eine Kenngröße (K, K_{1,2}) ermittelt wird.
17. Verfahren nach Anspruch 15 oder 16,
dadurch gekennzeichnet, dass bei einem Radsensor (RS) in Form eines Doppel-Radsensors mit zwei Sensor-Einrichtungen (SE₁, SE₂)
- eine der Sensor-Einrichtungen (SE₂) in einen energiesparenden Ruhezustand geschaltet wird und
 - die in den Ruhezustand geschaltete Sensor-Einrichtung (SE₂) aktiviert wird, sofern durch die andere, aktive Sensor-Einrichtung (SE₁) zumindest ein Signal (S₁) erfasst wird.
18. Verfahren nach Anspruch 17,
dadurch gekennzeichnet, dass die eine der Sensor-Einrichtungen (SE₂) in den Ruhezustand geschaltet wird, sofern für eine definierte Zeitdauer kein Signal (S₁, S₂) erfasst wird.
19. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 18,
dadurch gekennzeichnet, dass die Sensor-Einrichtung (SE) beziehungsweise zumindest eine der Sensor-Einrichtungen (SE₁, SE₂) gepulst betrieben wird.
20. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 19,
dadurch gekennzeichnet, dass mittels eines Vibrationsdetektors (VD) durch ein sich annäherndes Schienenfahrzeug verursachte Schwingungen detektiert werden.
21. Verfahren nach Anspruch 20,
dadurch gekennzeichnet, dass
- die Verarbeitungs-Einrichtung (VE) und/oder die zumindest eine Sensor-Einrichtung (SE, SE₁, SE₂) in einen energiesparenden Ruhezustand geschaltet werden und
 - die in den Ruhezustand geschaltete Komponente wieder aktiviert wird beziehungsweise die in den Ruhezustand geschalteten Komponenten wieder aktiviert werden, sofern durch den Vibrationsdetektor (VD) Schwingungen detektiert werden.

FIG 1

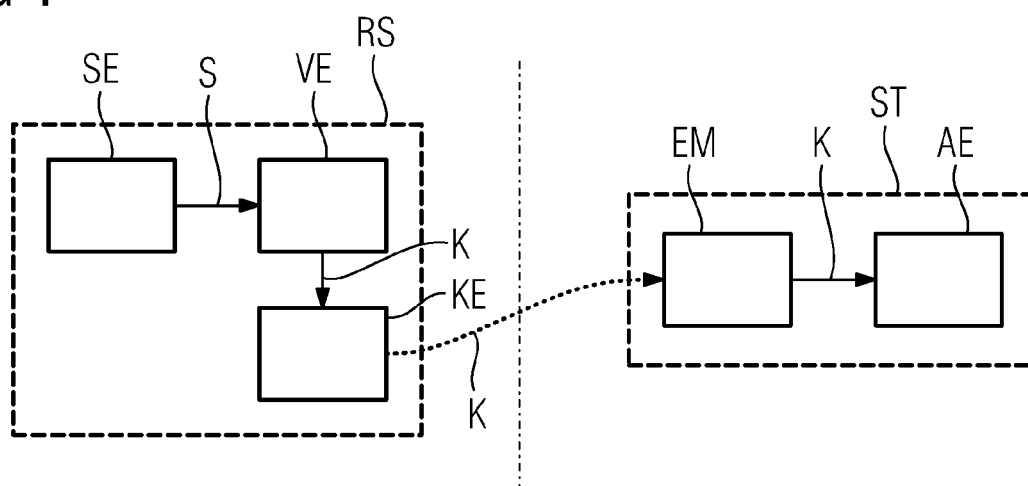


FIG 2

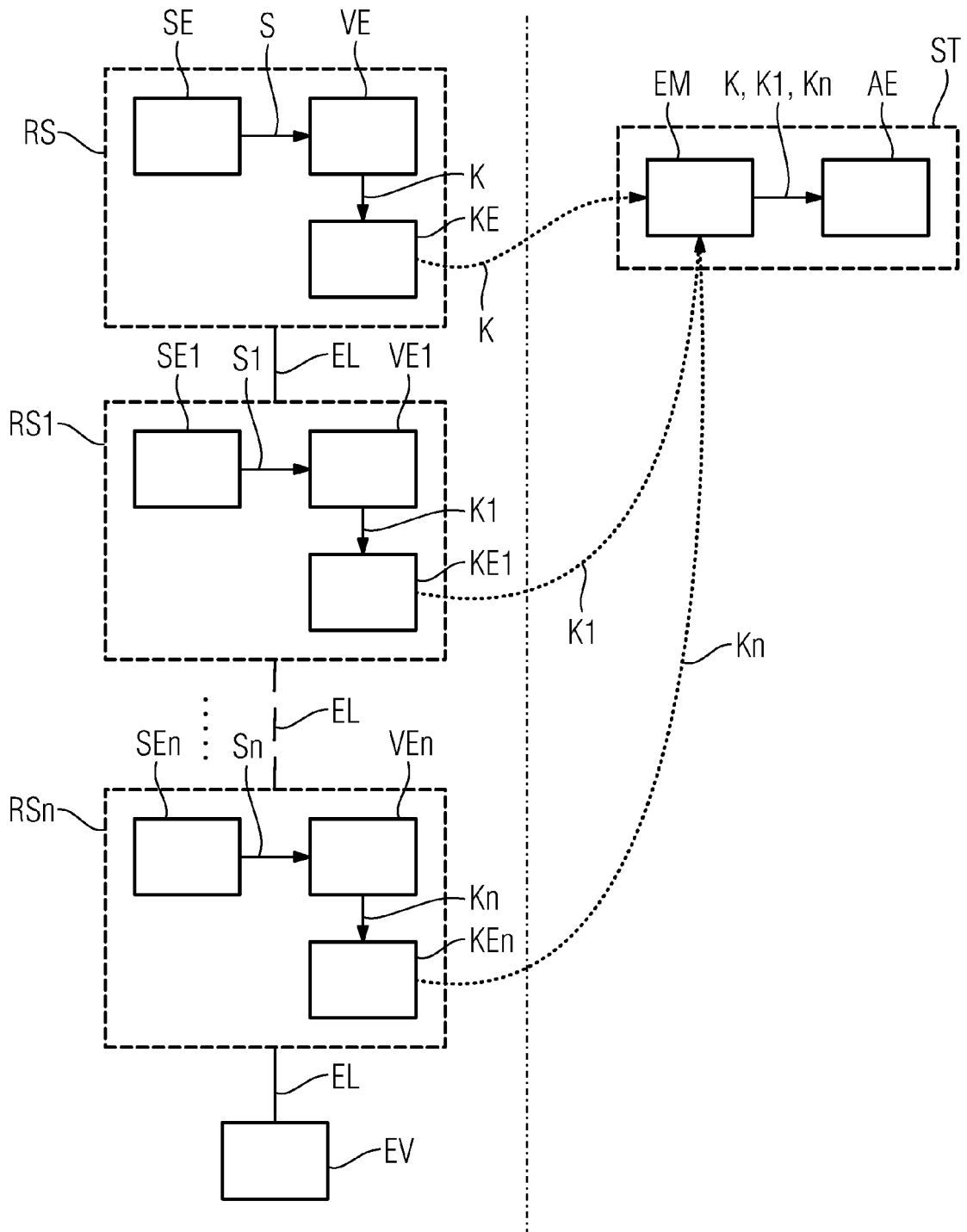


FIG 3

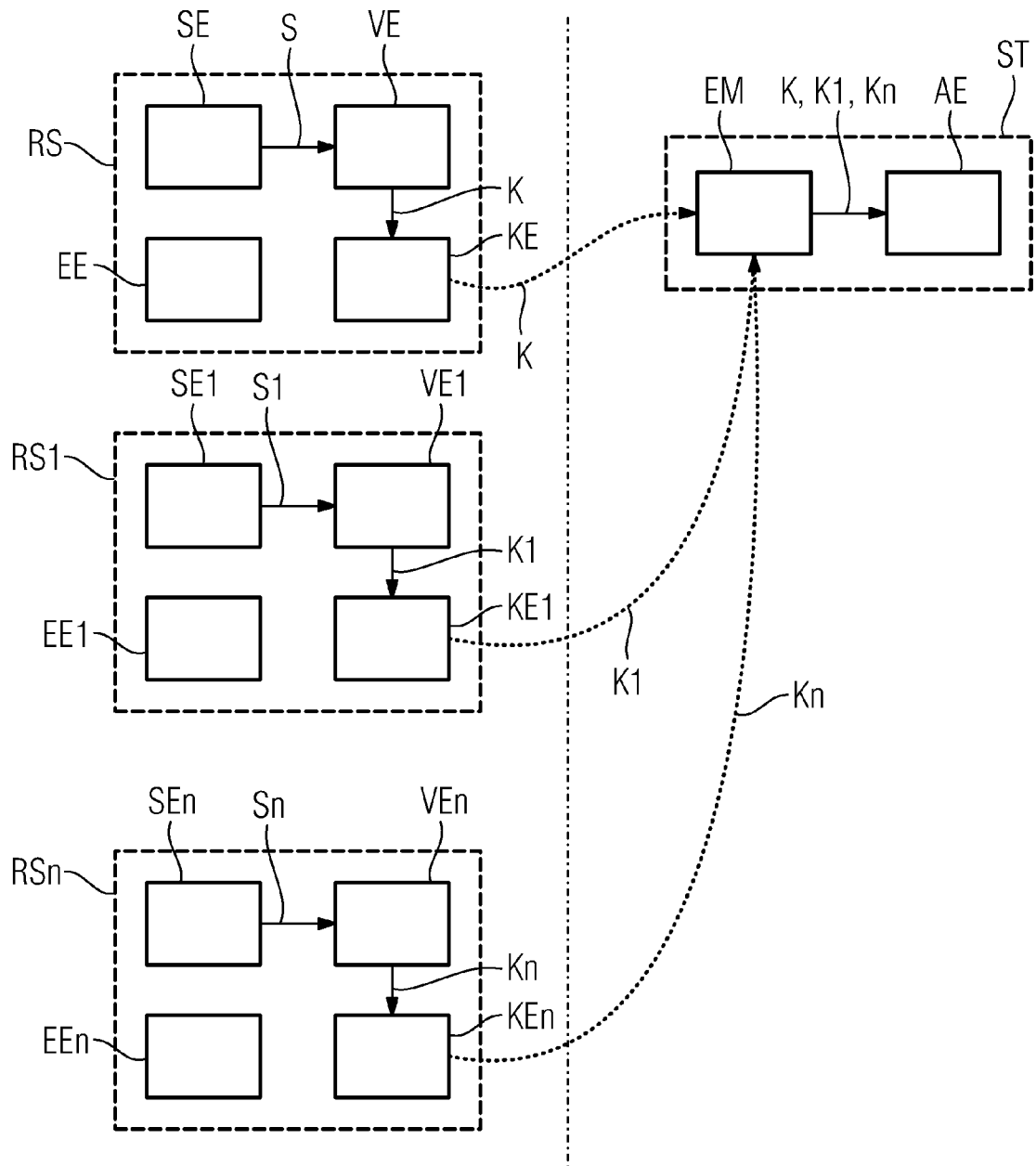


FIG 4

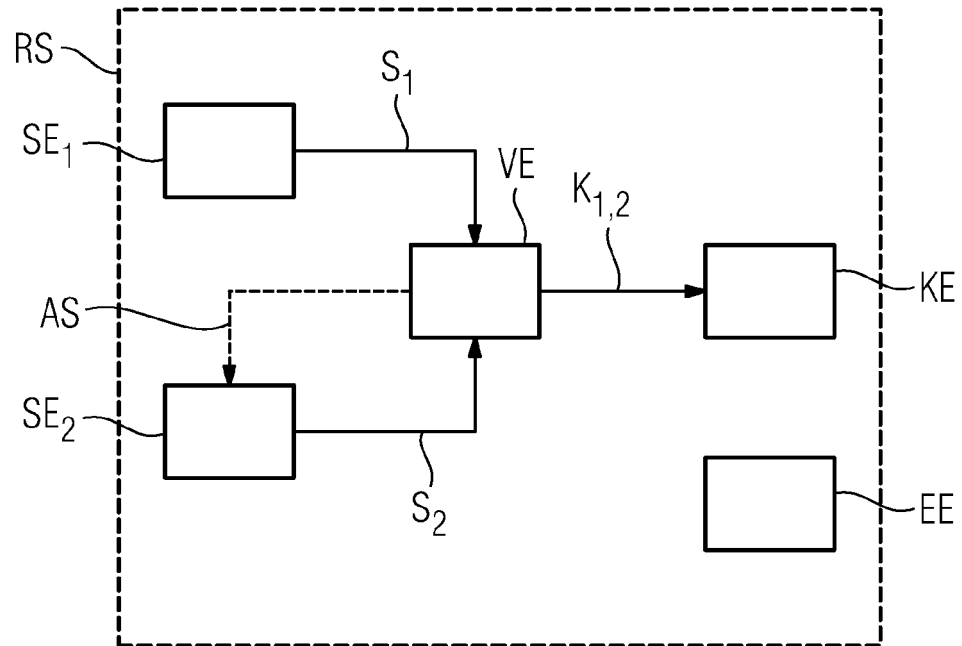


FIG 5

