

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50699/2019  
(22) Anmeldetag: 05.08.2019  
(43) Veröffentlicht am: 15.02.2021

(51) Int. Cl.: **B61F 9/00** (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:  
JP 2000006807 A  
EP 2436574 A1  
WO 2019065434 A1

(71) Patentanmelder:  
PJ Monitoring GmbH  
8020 Graz (AT)

(72) Erfinder:  
Petschnig Günter  
8042 Graz (AT)  
Joch Martin  
8045 Graz (AT)  
Waltensdorfer Herwig  
8010 Graz (AT)  
Adelmann Christoph  
8200 Gleisdorf (AT)  
Hribernik Luca  
8046 Graz (AT)  
Krensllehner Christian  
8020 Graz (AT)

(74) Vertreter:  
Schwarz & Partner Patentanwälte OG  
1010 Wien (AT)

(54) **Vorrichtung zur Erkennung einer informativ anzeigbaren Radsatzentgleisung**

(57) Die Erfindung betrifft ein System umfassend einen Wagen (1) für einen Zugverband (5) und eine Vorrichtung (6) zur Erkennung einer Radsatzentgleisung, wobei die Vorrichtung (6) einen Sendeempfänger (14) zur Funkkommunikation mit einem Zentralgerät (15a) des Zugverbandes (5) umfasst, mittels welchem die Radsatzentgleisung einem Lokführer informativ zur Anzeige gebracht werden kann, wobei die Vorrichtung (6) zumindest zwei Vertikalbeschleunigungssensoren (11) umfasst, von denen einer am Fahrzeugkasten (7) im Wesentlichen über einem der Drehgestelle (8) oder einem der Einzelradsätze (10a) angebracht und ein anderer am Fahrzeugkasten (7) im Wesentlichen über einem anderen der Drehgestelle (8) oder einem anderen der Einzelradsätze (10a) angebracht ist, wobei die Vertikalbeschleunigungssensoren (11) dazu ausgebildet sind, Beschleunigungsmesswerte zu messen und wobei anhand der Beschleunigungsmesswerte eine Entgleisung der Radsatzentgleisung erkannt an eine Auswerteeinheit

(13) gemeldet wird, die dazu ausgebildet ist, eine Information über die Radsatzentgleisung mittels des Sendeempfängers (14) an das Zentralgerät (15a) zu senden.

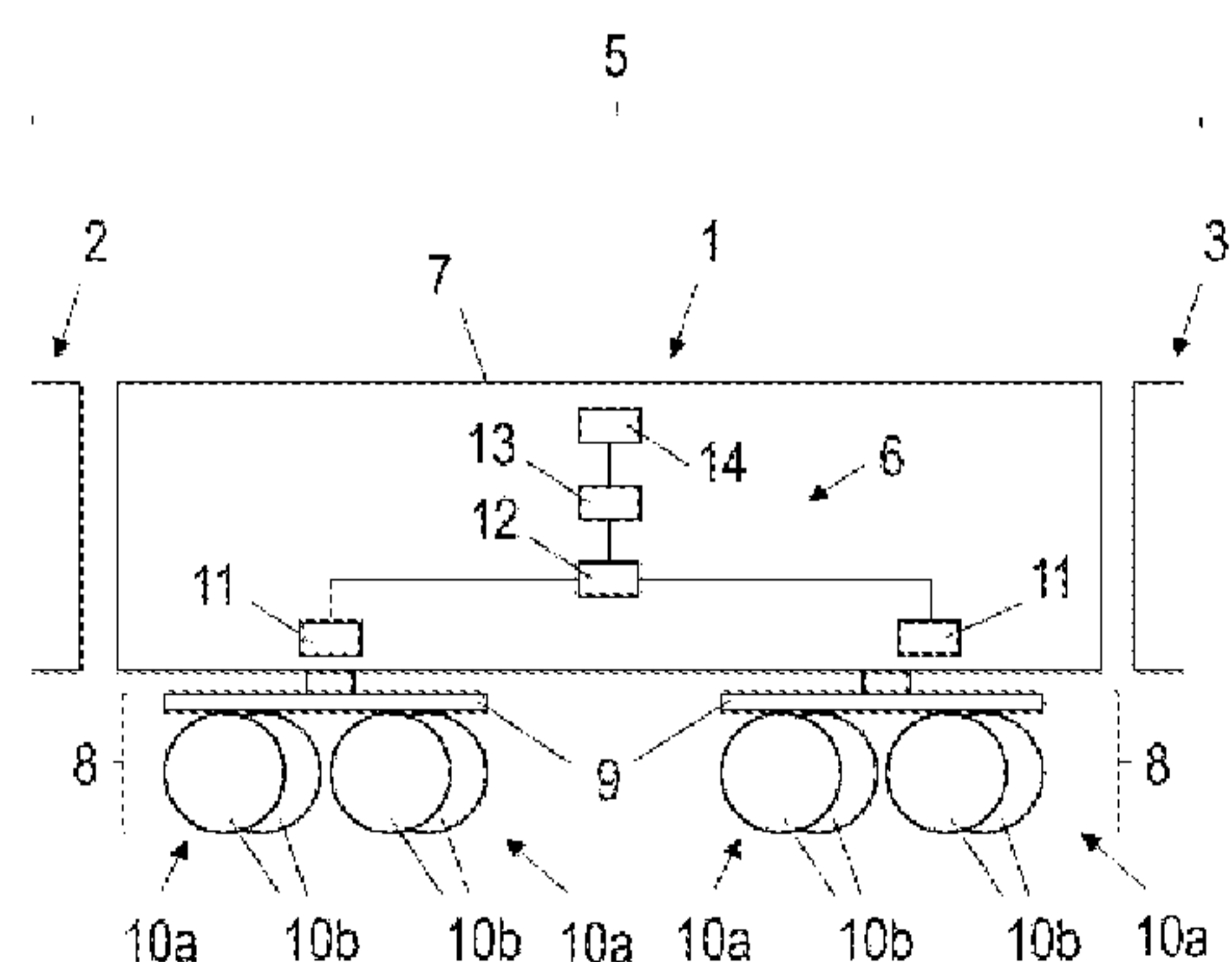


Fig. 1

### Zusammenfassung:

Die Erfindung betrifft ein System umfassend einen Wagen (1) für einen Zugverband (5) und eine Vorrichtung (6) zur Erkennung einer Radsatzentgleisung, wobei die Vorrichtung (6) einen Sendeempfänger (14) zur Funkkommunikation mit einem Zentralgerät (15a) des Zugverbandes (5) umfasst, mittels welchem die Radsatzentgleisung einem Lokführer informativ zur Anzeige gebracht werden kann, wobei die Vorrichtung (6) zumindest zwei Vertikalbeschleunigungssensoren (11) umfasst, von denen einer am Fahrzeugkasten (7) im Wesentlichen über einem der Drehgestelle (8) oder einem der Einzelradsätze (10a) angebracht und ein anderer am Fahrzeugkasten (7) im Wesentlichen über einem anderen der Drehgestelle (8) oder einem anderen der Einzelradsätze (10a) angebracht ist, wobei die Vertikalbeschleunigungssensoren (11) dazu ausgebildet sind, Beschleunigungsmesswerte zu messen und wobei anhand der Beschleunigungsmesswerte eine Entgleisung der Radsatzentgleisung erkannt an eine Auswerteeinheit (13) gemeldet wird, die dazu ausgebildet ist, eine Information über die Radsatzentgleisung mittels des Sendeempfängers (14) an das Zentralgerät (15a) zu senden.

(Figur 1)

24540-AT

Vorrichtung zur Erkennung einer informativ anzeigbaren Radsatzentgleisung

Die Erfindung betrifft ein System umfassend einen Wagen für einen Zugverband und eine Vorrichtung zur Erkennung einer Radsatzentgleisung, wobei der Wagen einen Fahrzeugkasten und zumindest zwei Drehgestelle bzw. zumindest zwei Einzelradsätze aufweist und die Vorrichtung einen Sendeempfänger zur Funkkommunikation mit einem Zentralgerät des Zugverbandes umfasst, mittels welcher die Radsatzentgleisung einem Lokführer zur Anzeige gebracht werden kann.

Zugverbände umfassen in der Regel ein Triebfahrzeug und mehrere Wagen, die an das Triebfahrzeug gekuppelt sind. Durch die Länge und Anzahl der einzelnen Wagen ist der Zugverband üblicherweise so lang, dass ein im Triebfahrzeug befindlicher Lokführer ein Entgleisen eines Wagens während der Fahrt nicht unmittelbar bemerkt. Wenn jedoch ein Wagen unbemerkt entgleist und die Fahrt über eine lange Strecke fortgesetzt wird, kommt es nicht nur zu Schäden am entgleisten Wagen, sondern insbesondere auch zur Beschädigung der Gleise. Dadurch können nicht nur enorme Reparaturkosten anfallen, sondern es kann auch zu langen Stillstandszeiten des Zugverkehrs während der Reparatur kommen. Es kann weiters im Begegnungsverkehr mit Personenzügen bzw. am Bahnsteig zu Personenschaden kommen.

Aus dem Stand der Technik ist daher bekannt, in jedem Wagen ein eigenes Entgleisungserkennungssystem vorzusehen. Jedes der Entgleisungserkennungssysteme kann autonom eine Entgleisung von Rädern des jeweiligen Wagens erkennen und dies über eine Funkverbindung an ein im Triebwagen befindliches Zentralgerät melden, um dies dem Lokführer am Führerstand zu melden. Der Lokführer kann daraufhin bei Entgleisungswarnung die dafür vorgesehenen betrieblichen Vorgaben einhalten. Die Entgleisungserkennungssysteme, die für diese Aufgabe gemäß dem Stand der Technik eingesetzt werden, sind jedoch entweder zu ungenau (mechanische Systeme wie z.B. von Knorr-Bremse) oder zu fehleranfällig, da sie an beweglichen Teilen des Wagens – also im Drehgestell bzw. direkt am Radsatzlagergehäuse – angebracht werden müssen und dort hohen Beanspruchungen bzw. Beschleunigungen ausgesetzt sind.

Die DE 199 53 677 C1 zeigt beispielsweise ein Entgleisungserkennungssystem, bei dem auf einem Drehgestell zwei oder sogar vier Beschleunigungssensoren, d.h. einer pro Radsatz

bzw. einer pro Radsatzlagergehäuse, angebracht sind. Das von den Beschleunigungssensoren gelieferte Signal wird danach zweifach über die Zeit integriert, sodass ein Weg ermittelt wird. Es hat sich jedoch gezeigt, dass dieses Entgleisungserkennungssystem zu fehleranfällig ist, da die Sensoren an beweglichen Teilen des Wagens angebracht werden müssen, die mit der Fahrspur in Kontakt stehen, und die Auswertung der Signale zudem zu aufwändig ist. Zudem sind für dieses Verfahren doppelt oder viermal so viele Beschleunigungssensoren erforderlich.

Gemäß der WO 2004/101343 A1 wird ein Beschleunigungssensor am Radsatzlagergehäuse montiert und die Vertikalbeschleunigung des Rades integriert, sodass ein Geschwindigkeitswert berechnet wird. Der Geschwindigkeitsverlauf in einem Zeitfenster wird in der Folge mit einem Grenzwert verglichen, um eine Radsatzentgleisung zu erkennen.

Die US 3,994,459 offenbart ein Entgleisungserkennungssystem, bei dem ein Beschleunigungssensor ohne besondere Vorkehrungen mittig am Wagen positioniert ist. Hierbei wird vorgesehen, dass der Sensor seine Messdaten direkt an das Zentralgerät sendet, sodass dort die Auswertung über eine mögliche Radsatzentgleisung stattfindet. Hinzukommend ist die Energiezufuhr der Übertragungseinheiten des jeweiligen Wagens nicht zufriedenstellend, da hier Batterien oder piezoelektrische Kristalle vorgesehen werden.

Es ist die Aufgabe der Erfindung, eine Vorrichtung zur Erkennung einer Radsatzentgleisung zu schaffen, die die Nachteile des Standes der Technik überwindet und insbesondere eine zuverlässige Erkennung von Radsatzentgleisungen bei geringer Fehleranfälligkeit ermöglicht.

Diese Aufgabe wird durch ein System umfassend einen Wagen für einen Zugverband und eine Vorrichtung zur Erkennung einer Radsatzentgleisung gelöst, wobei der Wagen einen Fahrzeugkasten und zumindest zwei Drehgestelle bzw. zwei Einzelradsätze aufweist und die Vorrichtung einen Sendeempfänger zur Funkkommunikation mit einem Zentralgerät des Zugverbandes umfasst, mittels welcher die Radsatzentgleisung einem Lokführer informativ zur Anzeige gebracht werden kann, wobei die Vorrichtung je Wagen zumindest zwei Vertikalbeschleunigungssensoren umfasst, von denen einer am Fahrzeugkasten über einem der Drehgestelle bzw. einem der Einzelradsätze angebracht und ein anderer am Fahrzeugkasten über einem anderen der Drehgestelle bzw. einem anderen der Einzelradsätze angebracht ist, wobei die Vertikalbeschleunigungssensoren dazu ausgebildet sind, durch ein Schwingungsverhalten des Wagens entstehende Beschleunigungsmesswerte zu messen und an ein Entgleisungserkennungssystem zu senden, welches dazu ausgebildet ist, anhand der

Beschleunigungsmesswerte eine Entgleisung des Radsatzes zu erkennen und die erkannte Radsatzentgleisung an eine Auswerteeinheit zu melden, die dazu ausgebildet ist, eine Information über die Radsatzentgleisung mittels des Sendeempfängers an das Zentralgerät zu senden.

Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass auf aufwändige Auswertungen mittels Integration beziehungsweise zweifacher Integration verzichtet werden kann, indem zumindest zwei Vertikalbeschleunigungssensoren vorgesehen werden, die jeweils am Fahrzeugkasten über unterschiedlichen Drehgestellen bzw. unterschiedlichen Einzelradsätzen vorgesehen werden.

Weiters kann durch die erfindungsgemäße Lösung mit zwei Vertikalbeschleunigungssensoren am Fahrzeugkasten über verschiedenen Drehgestellen bzw. Einzelradsätzen darauf verzichtet werden, dass die Vertikalbeschleunigungssensoren an beweglichen Elementen wie dem Drehgestell, Drehgestellrahmen, Radsatzlagergehäuse oder den Rädern angebracht werden müssen. Die Verkabelung der Sensoren mit dem Entgleisungserkennungssystem kann dadurch entsprechend einfacher ausgeführt werden. Zudem werden deutlich weniger Sensoren benötigt und diese sind geringeren Beanspruchungen bzw. Beschleunigungen ausgesetzt, wodurch kostengünstigere Bauarten einsetzbar sind.

Bevorzugt ist das Entgleisungserkennungssystem dazu ausgebildet, bei einer Überschreitung der von den Vertikalbeschleunigungssensoren erhaltenen Beschleunigungsmesswerte über einen Beschleunigungsgrenzwert die Radsatzentgleisung zu erkennen. Dadurch kann das Entgleisungserkennungssystem in besonders einfacher Weise die Auswertung der gemessenen Beschleunigungswerte vornehmen.

Alternativ oder zusätzlich ist das Entgleisungserkennungssystem dazu ausgebildet, aus den von den Vertikalbeschleunigungssensoren erhaltenen Beschleunigungsmesswerten einen Effektivwert über ein gleitendes Zeitfenster zu ermitteln und bei einer Überschreitung des Effektivwerts über einen Effektivbeschleunigungsgrenzwert die Radsatzentgleisung zu erkennen. Durch diese Auswertung kann eine genaue Erkennung von Radsatzentgleisungen durchgeführt werden, wobei weiterhin auf Integration beziehungsweise doppelte Integration der Beschleunigungsmesswerte verzichtet werden kann.

Die beiden vorgenannten Ausführungsformen können kombiniert werden, um die Vorteile der Berechnung des Effektivwerts einzusetzen, wobei dies jedoch nicht ständig durchgeführt

werden muss. Hierbei ist das Entgleisungserkennungssystem dazu ausgebildet, bei einer Überschreitung der von den Vertikalbeschleunigungssensoren erhaltenen Beschleunigungsmesswerte über einen Beschleunigungsgrenzwert mit der Ermittlung eines Effektivwerts über ein gleitendes Zeitfenster zu beginnen und bei einer Überschreitung des Effektivwerts über einen Effektivbeschleunigungsgrenzwert die Radsatzentgleisung zu erkennen.

Vorteilhaft ist, wenn das System zumindest ein weiteres Entgleisungserkennungssystem umfasst, welches dazu ausgebildet ist, eine Radsatzentgleisung mittels zumindest eines weiteren Sensors zu erkennen und die erkannte Radsatzentgleisung an die Auswerteeinheit zu melden, wobei die Auswerteeinheit dazu ausgebildet ist, nur nach einer positiven Auswertung der Meldungen des Entgleisungserkennungssystems und des zumindest einen weiteren Entgleisungserkennungssystems eine Information an das Zentralgerät zu senden. Die Zuverlässigkeit der Erkennung einer Entgleisung erhöht sich somit. Das weitere Entgleisungserkennungssystem kann dabei wie im Stand der Technik ausgebildet sein oder auch wie das erfindungsgemäße Entgleisungserkennungssystem. Durch die Verdoppelung bzw. Vervielfältigung der Entgleisungserkennungssysteme kann eine Redundanz eingeführt werden, um beispielsweise weiterhin Radsatzentgleisungen detektieren zu können, wenn einer oder mehrere der Sensoren funktionsuntüchtig sind.

Bei der Bestimmung, ob und welche informative Warnung an das Zentralgerät gesendet werden soll, kann die Auswerteeinheit zudem Messwerte von anderen Sensoren als Beschleunigungssensoren berücksichtigen. Dazu kann das System zumindest einen weiteren an die Auswerteeinheit angeschlossenen Sensor umfassen, bevorzugt zur Überwachung einer Radsatzlagertemperatur, einer Schwerpunktlage eines Ladeguts, einer Fahrstabilität oder eines unbeabsichtigten Bremsens, wobei die Auswerteeinheit dazu ausgebildet ist, nur nach einer positiven Auswertung der Meldungen des Entgleisungserkennungssystems und des zumindest einen weiteren Sensors eine Information an das Zentralgerät zu senden.

In einer bevorzugten Ausführungsform umfasst die Vorrichtung einen Generator zur laufenden Energieversorgung während der Fahrt des Wagens und bevorzugt eine vom Generator gespeiste Batterie zur Energieversorgung während eines Stillstands des Wagens. Der Generator hat insbesondere den Vorteil, dass die Energieversorgung nicht nur auf der Basis einer Batterie stattfinden muss, die manuell aufgeladen oder ausgetauscht werden müsste. Zudem kann auch auf den Einsatz von piezoelektrischen Kristallen verzichtet werden.

In dieser Ausführungsform ist es auch vorteilhaft, wenn der genannte Generator auch dazu ausgebildet ist, das weitere Entgleisungserkennungssystem mit Energie zu versorgen, wodurch kein eigener Generator für das weitere Entgleisungserkennungssystem bereitgestellt werden muss.

Um zu verhindern, dass sich unauthorisierte Personen/Geräte in den Betrieb des Zugverbandes einschalten, ist erfindungsgemäß vorgesehen, die Kommunikation zwischen der Auswerteeinheit und dem Zentralgerät verschlüsselt durchzuführen. Dabei wird aufgrund der hohen erzielbaren Kommunikationssicherheit bevorzugt ein Challenge-Response-Verfahren zur Authentifizierung der Auswerteeinheiten der Wagen und des Zentralgeräts selbst angewendet, wie es beispielsweise in der AT 519 966 beschrieben ist.

Dazu wird vorweg die Zugnummer an einen Datenserver eines Eisenbahn-Verkehrs-Unternehmens (EVU) geschickt und dieser antwortet mit einer entsprechenden Wagenliste, welche die Grundlage für den Aufbau der Kommunikation und der Authentifizierung der Wagen mit dem Schlüsselsystem bildet. Wenn die Challenge-Response-Authentifizierung erfolgt ist, wird die gesamte Kommunikation zwischen dem Zentralgerät und den Wagen laut Wagenliste verschlüsselt über ein lokales Funknetz (z.B. LoRa Funksystem, Long Range) abgewickelt. Die Wagen im Zugverband bzw. deren Auswerteeinheiten melden hierzu ihre Bereitschaft, sowie Identifikation und Position verschlüsselt zurück und das System überprüft die Wagenreihung aufgrund der gleisgenauen Positionsdaten. Weitere Wagen in Funkreichweite melden sich nicht zurück, da sie planmäßig nicht im Zugverband sind.

Vorteilhaft ist ferner, wenn der Sendeempfänger dazu ausgebildet ist, eine Information einer Auswerteeinheit eines weiteren Wagens zu empfangen und an das Zentralgerät zu senden. Der Sendeempfänger kann somit als Relais im Zugverband eingesetzt werden, um Nachrichten von hinteren Wagen an das Zentralgerät weiterzuleiten. Besonders bevorzugt ist hierbei, wenn jeder der Wagen einen derart ausgebildeten Sendeempfänger aufweist, sodass jeder Sendeempfänger ein Glied einer Kette für die Funkverbindung vom Sendeempfänger des letzten Wagens zum Zentralgerät bildet.

Vorteilhafte und nicht einschränkende Ausführungsformen der Erfindung werden nachfolgend anhand der Zeichnungen näher erläutert.

Figur 1 zeigt einen Wagen eines Zugverbandes mit einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Erkennung einer Radsatzentgleisung in einer schematischen Seitenansicht.

Figur 2 zeigt einen Wagen mit zwei Einzelradsätzen für den Einsatz der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

Figur 3 zeigt zwei Wagen mit erfindungsgemäßen Vorrichtungen zur Erkennung einer Radsatzentgleisung in einem Zugverband mit einem Triebfahrzeug in einem Blockschaltbild in verschiedenen Ausführungsformen.

Figur 1 zeigt einen Wagen 1, der zusammen mit weiteren Wagen 2, 3 und einem Triebfahrzeug 4 (Figur 2) einen Zugverband 5 bildet. Der Wagen 1 ist mit einer Vorrichtung 6 zur Erkennung einer Radsatzentgleisung ausgestattet. Weiters können auch die anderen Wagen 2, 3 des Zugverbandes 5 mit einer gleichartigen Vorrichtung 6 oder auch einer anderen Vorrichtung zur Erkennung einer Radsatzentgleisung nach dem Stand der Technik ausgestattet sein.

Gemäß Figur 1 umfasst der Wagen 1 einen Fahrzeugkasten 7 und zumindest zwei Drehgestelle 8. Die Drehgestelle 8 weisen ihrerseits beispielsweise jeweils einen Drehgestellrahmen 9 und zwei Radsätze 10a mit jeweils zwei Rädern 10b auf. Je nach Ausführungsform kann der Wagen 1 jedoch auch mehr als zwei bzw. anders konstruierte Drehgestelle 8 aufweisen.

Figur 2 zeigt einen Wagen 1, der zwei Einzelradsätze 10a ohne Drehgestell 8 aufweist. Die gleichen Ausführungsformen und Vorteile, wie sie im Folgenden für die Ausführungsform eines Wagens 1 mit Drehgestellen 8 offenbart werden, sind auch für Wagen 1 mit Einzelradsätzen 10a ohne Drehgestelle 8 einsetzbar.

Die Vorrichtung 6 umfasst zumindest zwei Vertikalbeschleunigungssensoren 11, ein Entgleisungserkennungssystem 12, eine Auswerteeinheit 13 und einen Sendeempfänger 14. Die Vertikalbeschleunigungssensoren 11 sind derart am Fahrzeugkasten 7 des Wagens 1 angeordnet, dass einer am Fahrzeugkasten 7 im Wesentlichen über einem der Drehgestelle 8 und ein anderer am Fahrzeugkasten 7 im Wesentlichen über einem anderen der Drehgestelle 8 angebracht ist. Wenn mehr als zwei Drehgestelle 8 vorhanden sind, kann für je ein Drehgestell 8 ein eigener Vertikalbeschleunigungssensor 11 vorgesehen werden oder für zumindest eines der Drehgestelle 8 keiner, wobei insgesamt jedoch zumindest zwei Vertikalbeschleunigungssensoren 11 vorgesehen werden. Wie in Fig. 1 für den rechten Vertikalbeschleunigungssensor 11 gezeigt, muss dieser nicht mittig über dem Drehgestell 8 angeordnet sein. Weist der Wagen 1 anstelle von Drehgestellen 8 Einzelradsätze 10a auf,

werden die Vertikalbeschleunigungssensoren 11 im Wesentlichen über den Einzelradsätzen 10a angebracht.

Die Vertikalbeschleunigungssensoren 11 können wie im Stand der Technik bekannt ausgebildet werden, beispielsweise als piezoelektrische Sensoren, MEMS-Sensoren (Micro-Electro-Mechanical System) oder Induktionssensoren. Die Vertikalbeschleunigungssensoren 11 sind beispielsweise mittels eines Kabels mit dem Entgleisungserkennungssystem 12 verbunden, welches bevorzugt auch am Wagenkasten 7 angebracht ist.

Das Entgleisungserkennungssystem 12 wertet die von den Vertikalbeschleunigungssensoren gelieferten nicht-integrierten Beschleunigungsmesswerte ohne weitere Integration dahingehend aus, ob eine Radsatzentgleisung vorliegt, und sendet ein Triggersignal an die Auswerteeinheit 13, wenn dies der Fall ist. Durch den Umstand, dass zumindest über zwei Drehgestellen 8 ein Vertikalbeschleunigungssensor 11 angeordnet ist, kann das Entgleisungserkennungssystem 12 mit erhöhter Genauigkeit feststellen, ob und wo eine Radsatzentgleisung vorliegt.

Das Entgleisungserkennungssystem 12 kann eine Radsatzentgleisung bei dem Vorliegen einer oder mehrerer Bedingungen erkennen. In einer ersten Ausführungsform wird bei einer Überschreitung der von den Vertikalbeschleunigungssensoren 11 erhaltenen Beschleunigungsmesswerte über einen Beschleunigungsgrenzwert die Radsatzentgleisung erkannt. Dies bietet die einfachste Möglichkeit zur Erkennung der Radsatzentgleisung, denn es muss nur ein einziger Grenzwert im Entgleisungserkennungssystem 12 vorliegen, der beispielsweise über eine Schnittstelle in das Entgleisungserkennungssystem 12 eingespielt werden kann. Dies kann beispielsweise über eine dedizierte Hardware-Schnittstelle des Entgleisungserkennungssystems 12 oder über den Sendeempfänger 14 erfolgen.

In der genannten Ausführungsform kann der Grenzwertvergleich für jeden der Vertikalbeschleunigungssensoren 11 gesondert durchgeführt werden und eine Radsatzentgleisung erkannt werden, wenn der Beschleunigungsgrenzwert durch einen Beschleunigungsmesswert eines der Vertikalbeschleunigungssensoren 11 überschritten wird. Alternativ könnte vorgesehen werden, dass beispielsweise ein Mittelwert der Beschleunigungsmesswerte den Beschleunigungsgrenzwert überschreiten muss, damit eine Radsatzentgleisung erkannt wird.

In einer zweiten Ausführungsform ermittelt das Entgleisungserkennungssystem 12 aus den von den Vertikalbeschleunigungssensoren 11 erhaltenen Beschleunigungsmesswerten einen

Effektivwert (RMS-Wert, „Root Mean Square“) über ein gleitendes Zeitfenster, um bei einer Überschreitung des Effektivwerts über einen Effektivbeschleunigungsgrenzwert die Radsatzentgleisung zu erkennen. Die Länge des Zeitfensters kann vorbestimmt und bei Bedarf geändert werden. Auch in dieser Ausführungsform kann das Entgleisungserkennungssystem 12 den Grenzwertvergleich für jeden der Vertikalbeschleunigungssensoren 11 gesondert durchführen oder eine gemischte Berechnung durchführen.

Die genannten ersten und zweiten Ausführungsformen können auch gleichzeitig durchgeführt werden, wobei das Entgleisungserkennungssystem 12 beispielsweise eine Radsatzentgleisung an die Auswerteeinheit 13 meldet, wenn einer der Grenzwertvergleiche oder auch, wenn beide Grenzwertvergleiche eine Radsatzentgleisung anzeigen.

In einer dritten Ausführungsform kann auch eine Mischform der ersten und zweiten Ausführungsform vorgenommen werden. Dazu kann das Entgleisungserkennungssystem 12 bei einer Überschreitung der von den Vertikalbeschleunigungssensoren 11 erhaltenen Beschleunigungsmesswerte über einen Beschleunigungsgrenzwert mit der Ermittlung eines Effektivwerts über ein gleitendes Zeitfenster beginnen und bei einer Überschreitung des Effektivwerts über einen Effektivbeschleunigungsgrenzwert die Radsatzentgleisung erkennen. Die Berechnung des Effektivwerts wird somit erst gestartet, wenn ein einzelner Beschleunigungsgrenzwert überschritten wurde.

Insbesondere kann das Entgleisungserkennungssystem 12 anhand des Schwingverhaltens des Wagens und der dadurch entstehenden Beschleunigungswerte die Radsatzentgleisung erkennen. Beispielsweise kann das Schwingverhalten des Fahrzeugs in Anlehnung an die Norm EN 14363 analysiert werden, wobei die Grenzwerte der maximalen Vertikalbeschleunigung bzw. des Effektivwerts für das Entgleisungserkennungssystem 12 jedoch bevorzugt höher gesetzt werden, als es in der Norm für die Fahrzeugzulassung gefordert wird.

Die Auswerteeinheit 13 entscheidet, ob aufgrund des vom Entgleisungserkennungssystem 12 empfangenen Triggersignals eine Information, z.B. ein vorbestimmter Statuswert beim Vorliegen einer Radsatzentgleisung, an ein im Triebwagen 4 befindliches Zentralgerät 15a (Figur 3) gesandt werden soll, z.B. mittels eines Sendeempfängers 15b. Das Zentralgerät 15a ist derart ausgebildet, dass es die Radsatzentgleisung einem Lokführer informativ zur Anzeige bringen kann, z.B. mittels einer Warnanzeige. Die Vorrichtung 6 bzw. das Zentralgerät 15a greift somit nicht selbstständig in den Fahrbetrieb ein, sondern unterstützt

einen Lokführer durch Ausgabe einer Information und ist somit nicht sicherheitsrelevant und kann daher kostengünstig umgesetzt werden.

Im einfachsten Fall, wenn nur ein Entgleisungserkennungssystem 12 ohne weitere Sensoren vorliegt, kann die Auswerteeinheit 13 als Durchlaufschnittstelle zwischen Sendeempfänger 14 und Entgleisungserkennungssystem 12 ohne zusätzliche Entscheidungskompetenz agieren, da es eine vom Entgleisungserkennungssystem 12 gemeldete Radsatzentgleisung in der Regel an das Zentralgerät 15a melden wird. Wie in Figur 3 gezeigt, hat der Wagen 1 eine derartige Auswerteeinheit 13, an die nur ein Entgleisungserkennungssystem 12 angeschlossen ist.

Der weitere in Figur 3 gezeigte Wagen 16 weist jedoch zusätzlich ein weiteres Entgleisungserkennungssystem 17 auf, welches dazu ausgebildet ist, eine Radsatzentgleisung mittels zumindest eines weiteren Sensors 18 zu erkennen und die erkannte Radsatzentgleisung an die Auswerteeinheit 13 zu melden. Die weiteren Sensoren 18 können beispielsweise jeweils in der Nähe eines Drehgestells 8 angebracht werden, an dem bereits einer der Vertikalbeschleunigungssensoren 11 vorliegt, um ein redundantes System zu erzeugen. Das weitere Entgleisungserkennungssystem 17 kann wie das oben beschriebene mit zwei oder mehr Vertikalbeschleunigungssensoren 11 oder nach dem Stand der Technik ausgeführt sein. Insbesondere kann das weitere Entgleisungserkennungssystem 17 auch auf einem anderen Prinzip basieren, so z.B. auf der Bestimmung der Radaufstandskraft (PJM-Patentanmeldung EO 2018/176072 A1), welches keine Beschleunigungssensoren verwendet.

Wenn mehr als ein Entgleisungserkennungssystem 12, 17 vorliegt, trifft die Auswerteeinheit 13 eine Entscheidung, ob eine Information an das Zentralgerät 15a gesandt werden soll oder nicht. Die Auswertung kann beispielsweise von einer Gewichtung oder Anzahl der unterschiedlichen Entgleisungserkennungssysteme 12, 17 abhängig sein. Beispielsweise könnte die Auswertung ein negatives Ergebnis liefern, wenn nur eines von mehreren Entgleisungserkennungssystemen 12, 17 eine Radsatzentgleisung meldet.

Überdies können zusätzlich oder alternativ zum weiteren Entgleisungserkennungssystem 17 weitere Sensoren 19 an die Auswerteeinheit 14 angeschlossen sein. Die weiteren Sensoren 19 können beispielsweise zur Überwachung einer Radsatzlager-Temperatur, einer Schwerpunktslage eines Ladeguts, einer Fahrstabilität oder eines unbeabsichtigten Bremsens eingesetzt werden. Die Messdaten werden folglich in der Auswertung, ob eine entsprechende Information an das Zentralgerät 15a gesandt werden sollen, von der Auswerteeinheit 13

miteinbezogen. Wenn beispielsweise das Entgleisungserkennungssystem 12 eine Radsatzentgleisung meldet, aber alle weiteren Sensoren Messwerte liefern, die innerhalb der jeweiligen Grenzwerte liegen, könnte die Auswerteeinheit 13 auf eine Fehlermeldung des Entgleisungserkennungssystems 13 schließen und keine Information an das Zentralgerät 15a senden.

Der Sendeempfänger 14 ist zur Funkkommunikation mit dem Zentralgerät 15a ausgebildet, d.h. der Sendeempfänger verfügt über entsprechende Komponenten, um Informationen kabellos an das Zentralgerät 15a zu senden, beispielsweise mittels WLAN, DSRC, GSM, LoRa oder einem anderen Standard.

Um Nachrichten verschlüsselt von der Auswerteeinheit 13 über den Sendeempfänger 14 an das Zentralgerät 15a zu senden, kann ein sogenanntes Challenge-Response-Verfahren zur Authentifizierung der Auswerteeinheit 13 und des Zentralgeräts 15a vorgesehen werden, wie folgend im Detail erläutert wird.

Jedes Eisenbahn-Verkehrs-Unternehmen hat eigene Datenserver und eindeutig zugeordnete Zentralgeräte 15a. Erhält ein Eisenbahn-Verkehrs-Unternehmen den Auftrag bestimmte Güterwagen von einem Ort zu einem anderen zu bringen, so wird dies anhand von Zugnummern und den Zugnummern zugeordneten Wagenlisten organisiert, wobei in den Wagenlisten die Wagen 1, 2, 3 des Zuges und ihre Reihenfolge enthalten ist. Um ein Eingreifen von nicht autorisierten Personen in den sicherheitsrelevanten Bremsprüfprozess zu verhindern, führt ein Schlüsselservers mit dem Zentralgerät 15a eine sogenannte Challenge-Response-Authentifizierung der Wagen 1, 2, 3 und des Zentralgeräts 15a selbständig durch. Das Zentralgerät 15a sendet dabei die Zugnummer des ihm zugeordneten Zugs an den Daten-Server des Eisenbahn-Verkehrs-Unternehmens und dieser gibt die Wagenliste mit den Wagennummern des Zugs und ihrer Reihenfolge im Zugverband zurück. Diese Wagenliste wird vom Zentralgerät 15a an den Schlüsselservers übergeben, welcher mit einer Challenge-Information antwortet. Mit dieser Challenge-Information ruft nun das Zentralgerät 15a die Auswerteeinheiten der Wagen 1, 2, 3 aus der Wagenliste über das lokale Funknetz an. Die vom Zentralgerät 15a angesprochenen Wagen 1, 2, 3, d.h. ihre Auswerteeinheiten 13, antworten mit einer Response-Nachricht, welche die signierte Challenge (Response) enthält. Diese Responses der Wagen werden vom Zentralgerät 15a signiert und an den Schlüsselservers zur Überprüfung übermittelt. Der Schlüsselservers kontrolliert die empfangenen Informationen auf ihre Gültigkeit und sendet ein Schlüsselpaket, welches die Funkschlüssel der korrekt authentifizierten Wagen enthält, wodurch die weitere sicher verschlüsselte Kommunikation im lokalen Funknetz zwischen

dem Zentralgerät 15a und den Auswerteeinheiten der Wagen 1, 2, 3 abgewickelt werden kann.

Um auch in Gebieten ohne Verbindung zum Schlüsselservers eine sichere Kommunikation zwischen dem Zentralgerät 15a und den Auswerteeinheiten 13 mit dem lokalen Funknetz bieten zu können, können die Wagenliste und das dazugehörige Schlüsselpaket auch vorab auf das Zentralgerät 15a heruntergeladen werden. In diesem Falle wird zwar die Challenge-Response-Authentifizierung nicht erfüllt, aber dennoch eine ausreichend sichere Kommunikation im lokalen Funknetz erreicht.

Der Sendeempfänger 14 des Wagens 1 kann weiters die Funktion eines Relais erfüllen, indem er Nachrichten von einem Sendeempfänger 14 eines weiteren Wagens 2, 3 empfängt, was jedoch nicht notwendigerweise das Lesen oder Entschlüsseln der Nachricht umfasst, und die Nachricht an das Zentralgerät 15a weiterleitet, gegebenenfalls vermittelt eines weiteren als Relais agierenden Sendeempfängers 14. Bevorzugt weist jeder Wagen 1, 2, 3 des Zugverbands einen derartigen Sendeempfänger 14 auf.

Um den Sendeempfänger 14 und/oder die Vertikalbeschleunigungssensoren 11, das Entgleisungserkennungssystem 12 beziehungsweise die Auswerteeinheit 13 mit Strom zu versorgen, umfasst die Vorrichtung 6 einen Generator 20 zur laufenden Energieversorgung während der Fahrt des Wagens 1. Der Generator 20 ist beispielsweise ein Radnabengenerator und in einem der Radsätze 10 verbaut. Ferner kann die Vorrichtung eine Batterie 21, d.h. Akkumulator oder Akku, zur Energiespeicherung während eines Stillstands des Wagens umfassen. Der Generator 20 kann zudem auch das genannte weitere Entgleisungserkennungssystem 17 mit Energie versorgen.

Positionsnummern:

- 1 ... Wagen
- 2 ... Wagen
- 3 ... Wagen
- 4 ... Triebfahrzeug
- 5 ... Zugverband
- 6 ... Vorrichtung
- 7 ... Fahrzeugkasten
- 8 ... Drehgestelle
- 9 ... Drehgestellrahmen
- 10a ... Radsatz

- 10b ... Rad
- 11 ... Vertikalbeschleunigungssensor
- 12 ... Entgleisungserkennungssystem
- 13 ... Auswerteeinheit
- 14 ... Sendeempfänger
- 15a ... Zentralgerät
- 15b ... Sendeempfänger
- 16 ... Wagen
- 17 ... Entgleisungserkennungssystem
- 18 ... Sensor
- 19 ... Sensor
- 20 ... Generator
- 21 ... Batterie

Patentansprüche:

1. System umfassend einen Wagen (1) für einen Zugverband (5) und eine Vorrichtung (6) zur Erkennung einer Radsatzentgleisung, wobei der Wagen (1) einen Fahrzeugkasten (7) und zumindest zwei Drehgestelle (8) oder zumindest zwei Einzelradsätze (10a) aufweist und die Vorrichtung (6) einen Sendeempfänger (14) zur Funkkommunikation mit einem Zentralgerät (15a) des Zugverbandes (5) umfasst, mittels welchem die Radsatzentgleisung einem Lokführer zur Anzeige gebracht werden kann,

**dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung (6) zumindest zwei Vertikalbeschleunigungssensoren (11) umfasst, von denen einer am Fahrzeugkasten (7) im Wesentlichen über einem der Drehgestelle (8) oder einem der Einzelradsätze (10a) angebracht und ein anderer am Fahrzeugkasten (7) im Wesentlichen über einem anderen der Drehgestelle (8) oder einem anderen der Einzelradsätze (10a) angebracht ist, wobei die Vertikalbeschleunigungssensoren (11) dazu ausgebildet sind, Beschleunigungsmesswerte zu messen und an ein Entgleisungserkennungssystem (12) zu senden, welches dazu ausgebildet ist, anhand der Beschleunigungsmesswerte eine Entgleisung der Radsatzentgleisung zu erkennen und die erkannte Radsatzentgleisung an eine Auswerteeinheit (13) zu melden, die dazu ausgebildet ist, eine Information über die Radsatzentgleisung mittels des Sendeempfängers (14) an das Zentralgerät (15a) zu senden.

2. System nach Anspruch 1, wobei das Entgleisungserkennungssystem (12) dazu ausgebildet ist, bei einer Überschreitung der von den Vertikalbeschleunigungssensoren (11) erhaltenen Beschleunigungsmesswerte über einen Beschleunigungsgrenzwert die Radsatzentgleisung zu erkennen.

3. System nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Entgleisungserkennungssystem (12) dazu ausgebildet ist, aus den von den Vertikalbeschleunigungssensoren (11) erhaltenen Beschleunigungsmesswerten einen Effektivwert über ein gleitendes Zeitfenster zu ermitteln und bei einer Überschreitung des Effektivwerts über einen Effektivbeschleunigungsgrenzwert die Radsatzentgleisung zu erkennen.

4. System nach Anspruch 1, wobei das Entgleisungserkennungssystem (12) dazu ausgebildet ist, bei einer Überschreitung der von den Vertikalbeschleunigungssensoren (11) erhaltenen Beschleunigungsmesswerte über einen Beschleunigungsgrenzwert mit der Ermittlung eines Effektivwerts über ein gleitendes Zeitfenster zu beginnen und bei einer Überschreitung des Effektivwerts über einen Effektivbeschleunigungsgrenzwert die Radsatzentgleisung zu erkennen.

5. System nach einem der Ansprüche 1 bis 4, umfassend zumindest ein weiteres Entgleisungserkennungssystem (17), welches dazu ausgebildet ist, eine Radsatzentgleisung mittels zumindest eines weiteren Sensors (18) zu erkennen und die erkannte Radsatzentgleisung an die Auswerteeinheit (13) zu melden, wobei die Auswerteeinheit (13) dazu ausgebildet ist, nur nach einer positiven Auswertung der Meldungen des Entgleisungserkennungssystem (12) und des zumindest einen weiteren Entgleisungserkennungssystem (17) eine Information an das Zentralgerät (15a) zu senden.

6. System nach einem der Ansprüche 1 bis 5, umfassend zumindest einen weiteren an die Auswerteeinheit (13) angeschlossenen Sensor (19), bevorzugt zur Überwachung einer Radsatzlagertemperatur, einer Schwerpunktlage eines Ladeguts, einer Fahrstabilität oder eines unbeabsichtigten Bremsens, wobei die Auswerteeinheit dazu ausgebildet ist, nur nach einer positiven Auswertung der Meldungen des Entgleisungserkennungssystem (12) und des zumindest einen weiteren Sensors (19) eine entsprechende Information an das Zentralgerät (15a) zu senden.

7. System nach einem der Ansprüche 1 bis 6, umfassend einen Generator (20) zur laufenden Energieversorgung der Vorrichtung (6) während der Fahrt des Wagens (1) und bevorzugt eine vom Generator (20) gespeiste Batterie (21) zur Energieversorgung der Vorrichtung (6) während eines Stillstands des Wagens (1).

8. System nach Anspruch 7 in Verbindung mit Anspruch 5, wobei der Generator (20) dazu ausgebildet ist, auch das weitere Entgleisungserkennungssystem (17) mit Energie zu versorgen.

9. System nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei die Auswerteeinheit (13) dazu ausgebildet ist, die Kommunikation mit dem Zentralgerät (15a) verschlüsselt durchzuführen, wobei bevorzugt ein Challenge-Response-Verfahren zur Authentifizierung der Auswerteeinheit (13) und des Zentralgeräts (15a) angewendet wird.

10. System nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei der Sendeempfänger (14) dazu ausgebildet ist, eine Information einer Auswerteeinheit (13) eines weiteren Wagens (2, 3) zu empfangen und an das Zentralgerät (15a) zu senden.

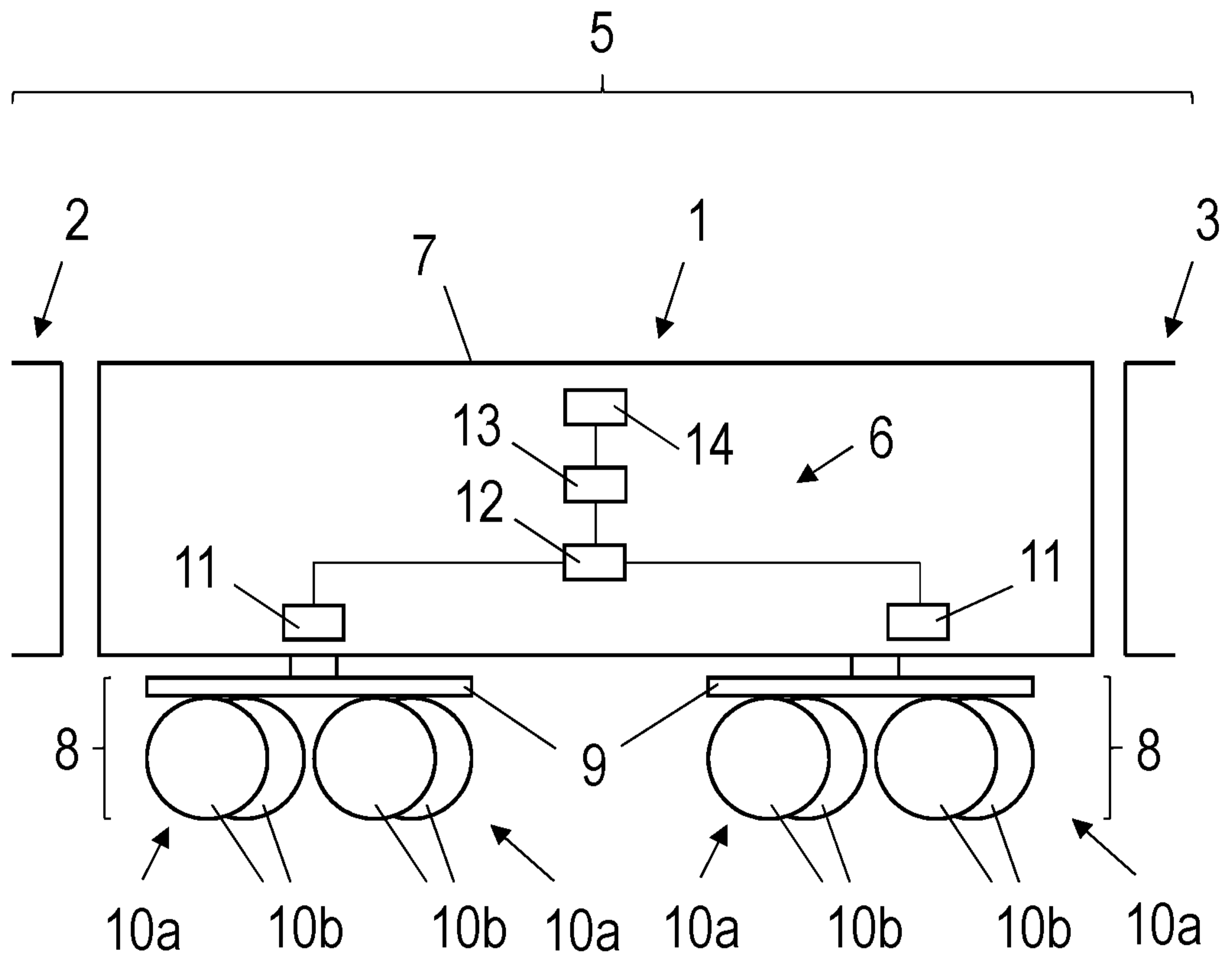


Fig. 1

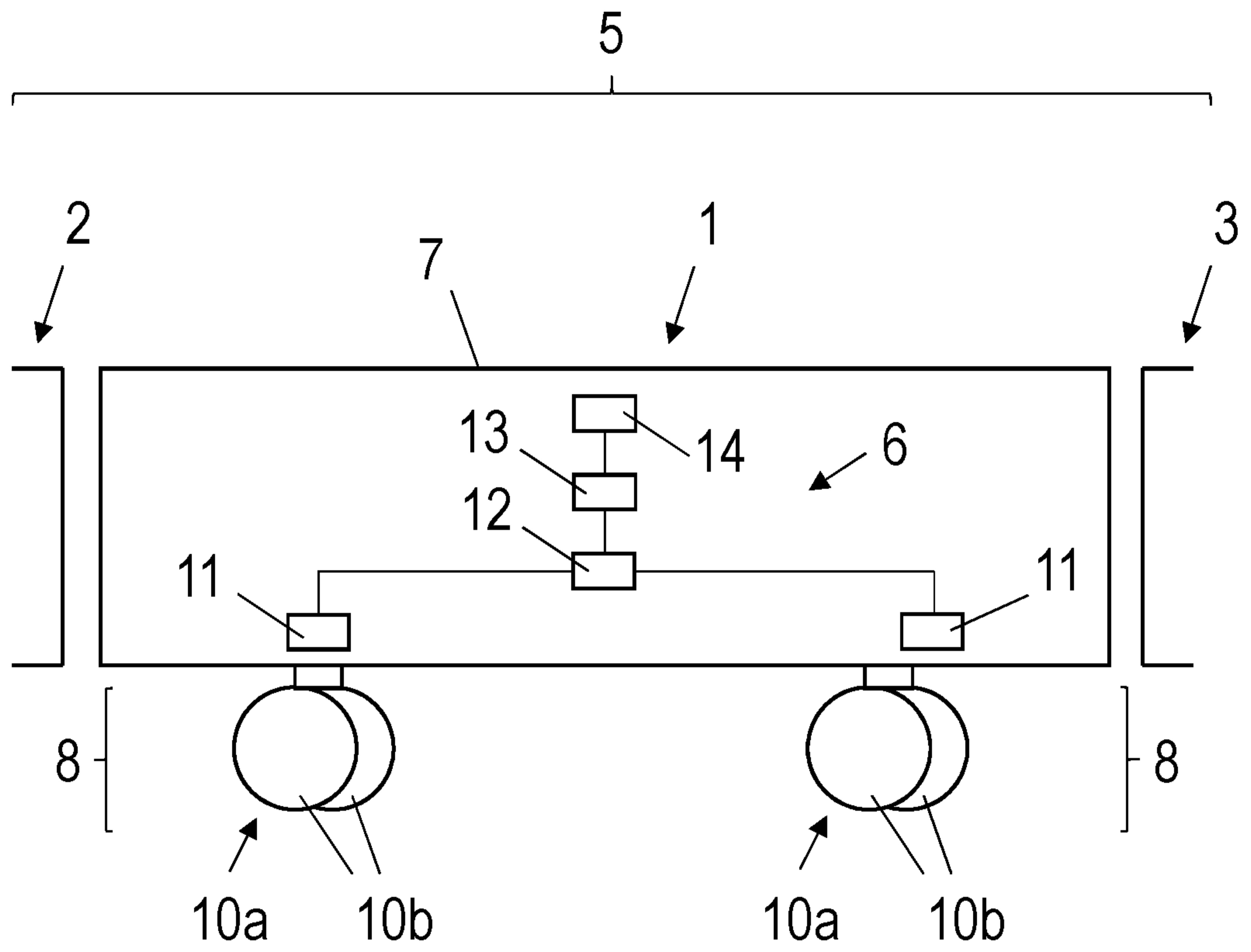


Fig. 2

5

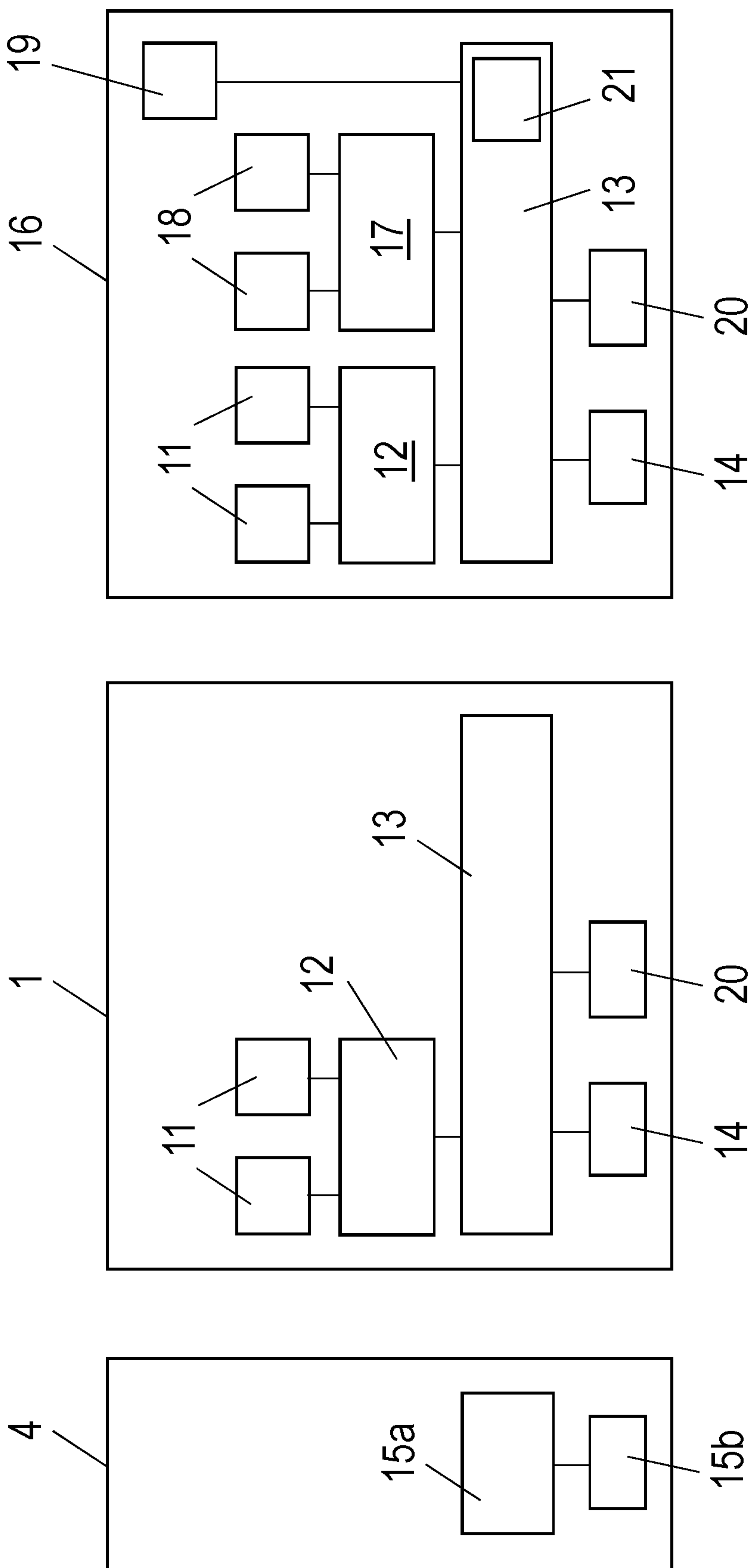


Fig. 3

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC: <b>B61F 9/00</b> (2006.01)		
Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß CPC: <b>B61F 9/005</b> (2013.01)		
Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation): B61F		
Konsultierte Online-Datenbank: EPODOC, WPIAP, TXTnn		
Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 05.08.2019 eingereichten Ansprüchen 1 bis 10 erstellt.		
Kategorie <sup>*)</sup>	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	JP 2000006807 A (HITACHI LTD) 11. Januar 2000 (11.01.2000) Ganzes Dokument.	1-6
X	EP 2436574 A1 (HITACHI LTD) 04. April 2012 (04.04.2012) Zusammenfassung; Figuren 1 und 2.	1-4
A	WO 2019065434 A1 (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS LTD) 04. April 2019 (04.04.2019) Zusammenfassung; Beschreibung Absatz [0041]; Figuren 1 und 2.	1, 5
Datum der Beendigung der Recherche: 24.04.2020		Seite 1 von 1
		Prüfer(in): HENGL Gerhard
<sup>*)</sup> <b>Kategorien</b> der angeführten Dokumente: <b>X</b> Veröffentlichung <b>von besonderer Bedeutung</b> : der Anmeldungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden. <b>Y</b> Veröffentlichung <b>von Bedeutung</b> : der Anmeldungsgegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese <b>Verbindung für einen Fachmann naheliegend</b> ist. <b>A</b> Veröffentlichung, die den allgemeinen <b>Stand der Technik</b> definiert. <b>P</b> Dokument, das von <b>Bedeutung</b> ist (Kategorien X oder Y), jedoch <b>nach dem Prioritätstag</b> der Anmeldung veröffentlicht wurde. <b>E</b> Dokument, das <b>von besonderer Bedeutung</b> ist (Kategorie X), aus dem ein „ <b>älteres Recht</b> “ hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen). <b>&amp;</b> Veröffentlichung, die Mitglied der selben <b>Patentfamilie</b> ist.		