

WO 2016/012335 A1



Die Erfindung betrifft ein Schienenfahrzeug mit einer Fahrzeugeinheit (12.1), die Betriebsmittelsubsysteme (36) aufweist, und einem Leitsystem (18) umfassend eine erste Leitsystemebene (54), in welcher Betriebsmittelsubsysteme (36) mittels einer digitalen Datenbusstruktur (52) miteinander vernetzt sind, und zumindest eine zweite Leitsystemebene (56), die wenigstens einen der analogen Behandlung von Vorgängen in Betriebsmittelsubsystemen (36) zugeordneten Leitungssatz (32) aufweist. Um ein gattungsgemäßes Schienenfahrzeug bereitzustellen, bei welchem ein hohes Sicherheitsniveau mit einer aufwandsarmen Verdrahtung erreicht werden kann, wird vorgeschlagen, dass die Fahrzeugeinheit (12.1) eine Leitsystemschnittstelleneinrichtung (38) umfasst, die eine erste, der Datenbusstruktur (52) zugeordnete Schnittstelleneinheit (46), zumindest eine zweite, dem Leitungssatz (32) zugeordnete Schnittstelleneinheit (48) und eine Steuereinheit (60) aufweist, die in zumindest einem Betriebsmodus zur Behandlung der Vorgänge über die zweite Schnittstelleneinheit (48) vorgesehen ist.

Schienenfahrzeug

Die Erfindung betrifft ein Schienenfahrzeug mit einer Fahrzeugeinheit, die Betriebsmittelsubsysteme aufweist, und einem
5 Leitsystem umfassend eine erste Leitsystemebene, in welcher Betriebsmittelsubsysteme mittels einer digitalen Datenbusstruktur miteinander vernetzt sind, und zumindest eine zweite Leitsystemebene, die wenigstens einen der analogen Behandlung von Vorgängen in Betriebsmittelsubsystemen zugeordneten Leitungssatz aufweist.
10

Es sind Schienenfahrzeuge, insbesondere Triebzüge bekannt, die mit einer digitalen Leittechnik ausgestattet sind. Hierzu sind Subsysteme des Schienenfahrzeugs mittels einer digitalen
15 Datenbusstruktur miteinander vernetzt, welche eine erste Leitsystemebene bildet. Beispielsweise sind Steuergeräte wie ein Antriebssteuergerät und ein Bremssteuergerät an ein Bussystem angeschlossen, über welches sie miteinander und mit weiteren Betriebsmitteln - z.B. Elementen einer Sensorik - kommunizieren können. Unabhängig von dieser Leitsystemebene wird eine Vielzahl sicherheitsrelevanter Zusatzverbindungen benötigt, um Anforderungen gemäß CSM („Common Safety
20 Methods“) zu erfüllen. Diese Zusatzverbindungen nehmen typischerweise die Form von elektrischen Schleifen an, die in der fachmännischen Sprache als „Sicherheitsschleifen“ bekannt sind. Beispiele hierfür sind Türsteuerungsschleifen, Notbremschleifen, Kuppelschleifen, Türverriegelungsschleifen, Bremsfehlschleifen usw. Zur Überwachung und Auswertung der von diesen Schleifen geführten elektrischen Signale ist eine
25 aufwendige, konventionelle Schalttechnik notwendig. Diese basiert auf dem Einsatz einer Vielzahl von Schaltern gemäß der Relaistechnologie, mit welcher ein hoher Verdrahtungsaufwand einhergeht. Beispielsweise soll mittels konventioneller Schaltelemente mit ausreichender Sicherheit ermittelbar sein, ob eine Notbremse gezogen wurde oder eine Tür noch offen
30 steht bzw. bereits verriegelt ist. Ebenfalls erfolgt eine Fahrtrichtungsabhängige Kontrolle eines Türöffnungsvorgangs durch die Steuerung konventioneller Schaltelemente.

Die hierzu notwendigen Verkabelungen, Kabeldurchführungen, Verbindungstechniken benötigen im Aufbau einen großen Einbaurraum und sie sind mit langlebigen Verbindungselementen auszuführen (z.B. Gold- und Silberkontakte). Diese Lösungen sind im Sinne eines modularen Aufbaus mit Erweiterungsmöglichkeiten sehr eingeschränkt handhabbar.

Außerdem erfolgt die Anwendung bestehender Bussysteme einer digitalen Leittechnik nicht uneingeschränkt. Die in bestehenden Fahrzeugen vorhandene rechnergestützte Hardware kann nicht in jeder Hinsicht ein hohes Niveau der Sicherheitsintegrität (oder „SIL-Level“) erreichen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Schienenfahrzeug bereitzustellen, bei welchem ein hohes Sicherheitsniveau mit einer aufwandsarmen Verdrahtung erreicht werden kann.

Hierzu wird vorgeschlagen, dass die Fahrzeugeinheit eine Leitsystemschnittstelleneinrichtung umfasst, die eine erste, der Datenbusstruktur zugeordnete Schnittstelleneinheit, zumindest eine zweite, dem Leitungssatz zugeordnete Schnittstelleneinheit und eine Steuereinheit aufweist, die in zumindest einem Betriebsmodus zur Behandlung der Vorgänge über die zweite Schnittstelleneinheit vorgesehen ist. Hierdurch können vorteilhaft konventionelle Schalt-, Überwachungs- und Auswertelemente für die Behandlung der Vorgänge eingespart werden. Die Verdrahtung der Fahrzeugeinheit kann dadurch erheblich vereinfacht werden.

Unter einem „Betriebsmittelsubsystem“ soll zumindest ein Betriebsmittel oder ein Satz von Betriebsmitteln verstanden werden, die einer gemeinsamen Aufgabe im Betrieb des Schienenfahrzeugs zugeordnet sind. Weist ein Betriebsmittelsubsystem mehrere Betriebsmittel auf, sind diese dazu vorgesehen, zumindest diese Aufgabe im Zusammenwirken durchzuführen. Das Betriebsmittelsubsystem umfasst neben den betreffenden Betriebsmitteln zweckmäßigerweise eine lokale Vernetzung der

Betriebsmittel miteinander. Typische Betriebsmittelsubsysteme sind als Antriebseinheit, Bremseinrichtung, Türeinrichtung, Klimatisierungseinrichtung, Fahrgastinformationseinrichtung, Notbremseinrichtung usw. ausgebildet.

5

Unter einer „Behandlung“ eines Vorgangs soll insbesondere zumindest ein Steuern, beispielsweise ein Auslösen, ein Überwachen und/oder ein Auswerten des Vorgangs verstanden werden. Unter einer „analogen Behandlung“ soll eine Behandlung verstanden werden, welche zumindest mit analogen Mitteln durchgeführt wird. Analoge Mittel sind insbesondere analoge Leitungen, die zweckmäßigerweise zur Führung eines analogen, elektrischen Signals ausgelegt sind, und Mittel, die an zumindest eine analoge Leitung angeschlossen, insbesondere physikalisch direkt angeschlossen sind. Typische Mittel sind insbesondere Betätigungsmittel, wie z.B. Taster, Hebel usw. und Schaltmittel.

Der Leitungssatz ist dabei zweckmäßigerweise von analogen Leitungen gebildet. Diese unterscheiden sich von Leitungen der Datenbusstruktur, die zur Übertragung von Informationen in digitaler Form ausgelegt sind. Dementsprechend unterscheiden sich die erste Schnittstelleneinheit und die zweite Schnittstelleneinheit voneinander. Die erste Schnittstelleneinheit bildet Schnittstellen für die digitale Datenbusstruktur und weist digitale Anschlussmöglichkeiten zum Anschluss von Kabeln zur digitalen Übertragung auf, während die zweite Schnittstelleneinheit Schnittstellen für Leitungen des Leitungssatzes bildet und analoge Anschlussmöglichkeiten aufweist, die zum Anschließen analoger elektrischer Kabel ausgelegt sind. Die erste Schnittstelleneinheit ist insbesondere als digitale Ein- und Ausgabeeinheit (oder digitale I/O-Einheit) ausgebildet, während die zweite Schnittstelleneinheit als analoge Ein- und Ausgabeeinheit (oder analoge I/O-Einheit) ausgeführt ist. Diese dient insbesondere dazu, ein elektrisches Signal mit zumindest einer bestimmten Eigenschaft – insbesondere einem bestimmten Spannungswert, einem bestimmten Stromwert, einer bestimmten Frequenz usw. – in eine Leitung

des Leitungssatzes einzukoppeln und ein derartiges Signal von einer Leitung des Leitungssatzes zu erfassen oder auszulesen.

Bei einer analogen Behandlung von Vorgängen, die „über“ die
5 zweite Schnittstelleneinheit durch die Steuereinheit erfolgt,
werden zweckmäßigerweise Signale eines digitalen Arbeitsvor-
gangs der Steuereinheit - insbesondere wenigstens einer Pro-
zessoreinheit derselben - als Behandlung analoger elektri-
scher Signale des Leitungssatzes - umfassend insbesondere ein
10 Einkoppeln und ein Auslesen - im Zusammenwirken mit der zwei-
ten Schnittstelleneinheit umgesetzt.

Die Leitsystemschnittstelleneinrichtung ist durch die funkti-
onale Trennung der Schnittstelleinheiten, die jeweils einer
15 unterschiedlichen Leitsystemebene zugeordnet sind, vorteil-
hafterweise hierarchisch aufgebaut.

Für die digitale Datenbusstruktur können bekannte Technolo-
gien eingesetzt werden. Die Leitsystemschnittstelleneinrich-
20 tung kann insbesondere dank einer einfachen Kommunikations-
struktur an eine bestehende digitale Leittechnik angeschlos-
sen werden, wodurch eine einfache Nachrüstung bestehender
Schienenfahrzeuge erzielt werden kann. Eine bekannte Leit-
technik basiert insbesondere auf der Ethernet-Technologie.
25 Insbesondere kann als Bestandteil der Datenbusstruktur ein
Bus des Typs „Profinet®“ eingesetzt werden, wobei die Busto-
pologie beispielsweise einen Profinet-Ring aufweisen kann. Es
sind dennoch weitere Strukturen, mit z.B. einem CAN-Bus,
denkbar.

30 In einer besonders vorteilhaften Ausführung der Erfindung
sind die Schnittstelleneinheiten und die Steuereinheit in ei-
ner zusammenhängenden Gehäuseeinheit der Leitsystemschnitt-
stelleneinrichtung angeordnet.

35 Die Fahrzeugeinheit kann als einzelner Triebwagen für den
Transport von Passagieren, als Lokomotive, als Triebkopf-
einheit eines Triebzuges, als antriebsloser Reisezugwagen oder

als Wagen eines aus einem Verband von Wagen bestehenden Triebzuges ausgebildet sein. Bei einem Triebzug kann eine Fahrzeugeinheit außerdem eine Zusammensetzung von Wagen sein, die eine steuerungstechnisch autarke Einheit bildet. In der fachmännischen Sprache wird eine solche Zusammensetzung auch „Consist“ genannt. Beispielsweise kann eine Zusammensetzung einem halben Triebzug entsprechen.

Durch die Erfindung kann besonders vorteilhaft eine konventionelle Schalttechnik durch eine entsprechende softwaretechnische Implementierung der Steuereinheit ersetzt werden. Dadurch kann eine vorteilhafte Modularität, insbesondere hinsichtlich einer Funktionalitätserweiterung, erreicht werden.

In einer bevorzugten Ausbildung der Erfindung wird vorgeschlagen, dass die Steuereinheit und der Leitungssatz wenigstens eine zumindest teilweise logische Sicherheitsschleife bilden. Eine Sicherheitsschleife ist bekannterweise der Überwachung sicherheitsbezogener Vorgänge im Schienenfahrzeug zugeordnet. Herkömmlicherweise ist eine Sicherheitsschleife von einer elektrischen, analogen Leitung gebildet, in welcher eine Schalttechnik angeordnet ist, die abhängig von einem Betriebsereignis die Schleife schließen oder unterbrechen kann. Typische Beispiele hierfür sind eine Türsteuerungsschleife, eine Türverriegelungsschleife, eine Notbremsschleife, eine Bremsbefehlsschleife, eine Fahrtrichtungsermittlungsschleife und/oder eine Kuppelschleife. Durch die Erfindung können üblicherweise eingesetzte, einer Sicherheitsschleife zugeordnete, konventionelle Überwachungs- und Auswertemittel - wie insbesondere Komparatoren, UND-Glieder, ODER-Glieder, Timern usw. - durch softwaretechnische Maßnahmen der Steuereinheit ersetzt werden, die die Funktion dieser konventionellen Elemente erfüllen, insbesondere fingieren.

Außerdem wird vorgeschlagen, dass die Leitsystemschnittstelleneinrichtung zumindest eine dritte Schnittstelleneinheit aufweist, die zum Anschließen an zumindest zwei Zugbusse vorgesehen ist. Dadurch kann eine vorteilhafte Vereinfachung ei-

ner Verdrahtung zwischen zwei gekoppelten Fahrzeugeinheiten erreicht werden, da eine Kommunikation zwischen den Fahrzeugeinheiten - einschließlich einer Datenkommunikation bezüglich der über die zweite Schnittstelleneinheit behandelten Vorgänge - ausschließlich über die Zugbusse erfolgen kann. Bilden die Steuereinheit und der Leitungssatz wie oben vorgeschlagen wenigstens eine zumindest teilweise logische Sicherheits-
5 schleife, kann eine Datenkommunikation über die Zugbusse die Übertragung von sicherheitsbezogenen Informationen betreffend die Sicherheitsschleife umfassen. Dadurch kann eine aufwendige, von den Zugbussen separate Verdrahtung zur Herstellung einer die gekoppelten Fahrzeugeinheiten umfassenden, physikalischen Sicherheitsschleife vermieden werden.

15 Unter einem „Zugbus“ soll insbesondere ein Datenbus verstanden werden, welcher zu einer Datenkommunikation zwischen gekoppelten Fahrzeugeinheiten vorgesehen ist. Beispiele für einen Zugbus gemäß der TCN-Norm sind der WTB-Bus („Wire Train Bus“) und der ETB-Bus („Ethernet Train Bus“).

20 Es kann eine besonders einfache Architektur der Leitsystemschnittstelleneinrichtung erreicht werden, wenn die Leitsystemschnittstelleneinrichtung zumindest einen internen Datenbus aufweist, an welchen die Steuereinheit und die
25 Schnittstelleneinheiten angeschlossen sind. Dadurch können Erweiterungsmöglichkeiten mit einem hohen Modularitätsgrad erreicht werden.

Die Erfindung geht ferner aus von einem Schienenfahrzeug mit
30 einem Verband von Fahrzeugeinheiten, die jeweils Betriebsmittelsubsysteme aufweisen, und einem Leitsystem, das eine erste Leitsystemebene, in welcher Betriebsmittelsubsysteme mittels einer digitalen Datenbusstruktur miteinander vernetzt sind, und zumindest eine zweite Leitsystemebene aufweist, die we-
35 nigstens einen der analogen Behandlung von Vorgängen in Betriebsmittelsubsystemen zugeordneten Leitungssatz umfasst, wobei das Leitsystem eine dritte Leitsystemebene mit zumin-

dest zwei Zugbussen aufweist, welche die Fahrzeugeinheiten miteinander verbinden.

Es wird vorgeschlagen, dass das Leitsystem einen Satz von
5 Leitsystemschnittstelleneinrichtungen umfasst, die jeweils in
einer unterschiedlichen Fahrzeugeinheit angeordnet sind und
eine erste, der Datenbusstruktur zugeordnete Schnittstellen-
einheit, eine zweite, dem Leitungssatz zugeordnete Schnitt-
stelleneinheit, zumindest eine dritte Schnittstelleneinheit
10 für die Zugbusse und eine Steuereinheit aufweisen, die in zu-
mindest einem Betriebsmodus zur Behandlung der Vorgänge über
die zweite Schnittstelleneinheit vorgesehen ist. Hierdurch
können vorteilhaft konventionelle Schalt-, Überwachungs- und
Auswertelemente für die Behandlung der Vorgänge eingespart
15 werden. Die Verdrahtung der Fahrzeugeinheit kann dadurch er-
heblich vereinfacht werden. Die Verdrahtung der Fahrzeugein-
heiten kann dadurch erheblich vereinfacht werden. Außerdem
kann eine vorteilhafte Vereinfachung einer Verdrahtung zw-
ischen den gekoppelten Fahrzeugeinheiten erreicht werden, da
20 eine Kommunikation zwischen den Fahrzeugeinheiten - ein-
schließlich einer Datenkommunikation bezüglich der über die
zweite Schnittstelleneinheit behandelten Vorgänge - aus-
schließlich über die Zugbusse erfolgen kann. Eine Verdrahtung
im Übergangsbereich zwischen zwei gekoppelten Fahrzeugeinhei-
25 ten kann auf Leitungen für die Zugbusse und die elektrische
Versorgung eingeschränkt werden. Eine zusätzliche Verdrah-
tung, insbesondere im Hinblick auf Sicherheitsanforderungen
gemäß CSM („Common Safety Methods“) kann vorteilhafterweise
entfallen. Dadurch kann eine erhebliche Kosteneinsparung in
30 der Verdrahtung und im Einsatz von Steckern, Verbindern, Ka-
belführungen usw. erreicht werden. Des Weiteren kann eine
vorteilhafte Gewichtsreduktion erreicht werden und es können
Korrosionsschäden, Kabelbrüche und die damit verbundenen Ser-
vicekosten für den Betreiber reduziert werden.

35 Außerdem erlaubt die vorgeschlagene Architektur jede einzelne
Fahrzeugeinheit aus Sicht der Leittechnik als eigenständige
Einheit bzw. als ein eigenständiges Subsystem aufzubauen. Da-

durch kann sich die Verfügbarkeit des Schienenfahrzeugs gegenüber bekannten Lösungen deutlich erhöhen, da ein leittechnischer Fehler in einer Fahrzeugeinheit situationsabhängig kein Hindernis für einen fortgesetzten Betrieb des Schienenfahrzeugs ist. Die Leitsystemschnittstelleneinrichtungen bilden vorteilhafterweise jeweils in jeder Fahrzeugeinheit Ankopplungspunkte der ersten und zweiten Leitsystemebenen an die dritte Leitsystemebene und deren Zugbusse, sodass ihnen zweckmäßigerweise die Funktion eines Gateways zugeordnet werden kann.

Das Schienenfahrzeug kann insbesondere als Triebzug ausgebildet sein, wobei die Fahrzeugeinheiten jeweils als für den Transport von Passagieren vorgesehener Wagen ausgebildet sind. Dabei ist zumindest ein Wagen mit einer Antriebseinheit ausgestattet. Das Schienenfahrzeug kann außerdem als eine Zusammensetzung von mehreren Triebzügen ausgebildet sein. Das Schienenfahrzeug kann des Weiteren als lokbespannter Zug ausgebildet sein, wobei zumindest eine Fahrzeugeinheit als Lokomotive ausgebildet ist und übrige Fahrzeugeinheiten als Reisezugwagen für den Transport von Passagieren ausgebildet sind. Ferner können die Fahrzeugeinheiten jeweils als Lokomotive ausgebildet sein, wobei das Schienenfahrzeug einem Verband von Lokomotiven in Mehrfachtraktion entspricht.

Durch die Erfindung kann besonders vorteilhaft eine konventionelle Schalttechnik durch eine entsprechende softwaretechnische Implementierung der Steuereinheit ersetzt werden. Dadurch kann eine vorteilhafte Modularität, insbesondere hinsichtlich einer Funktionalitätserweiterung, erreicht werden.

In einer bevorzugten Ausbildung der Erfindung wird vorgeschlagen, dass die Steuereinheit und der Leitungssatz wenigstens eine zumindest teilweise logische Sicherheitsschleife bilden. Eine Sicherheitsschleife ist bekannterweise der Überwachung sicherheitsbezogener Vorgänge im Schienenfahrzeug zugeordnet. Herkömmlicherweise ist eine Sicherheitsschleife von einer elektrischen, analogen Leitung gebildet, in welcher ei-

ne Schalttechnik angeordnet ist, die abhängig von einem Betriebsereignis die Schleife schließen oder unterbrechen kann. Typische Beispiele hierfür sind eine Türsteuerungsschleife, eine Türverriegelungsschleife, eine Notbremsschleife, eine Bremsbefehlsschleife, eine Fahrtrichtungsermittlungsschleife und/oder eine Kuppelschleife. Durch die Erfindung können üblicherweise eingesetzte, einer Sicherheitsschleife zugeordnete, konventionelle Überwachungs- und Auswertemittel - wie insbesondere Komparatoren, UND-Glieder, ODER-Glieder, Timern usw. - durch softwaretechnische Maßnahmen der Steuereinheit ersetzt werden, die die Funktion dieser konventionellen Elemente erfüllen, insbesondere fingieren. Durch die vorgeschlagene Systemarchitektur kann eine Datenkommunikation über die Zugbusse die Übertragung von sicherheitsbezogenen Informationen betreffend die zumindest eine Sicherheitsschleife umfassen. Dadurch kann eine aufwendige, von den Zugbussen separate Verdrahtung zur Herstellung einer die gekoppelten Fahrzeugeinheiten umfassenden, insbesondere verbandweiten physikalischen Sicherheitsschleife vermieden werden.

Es kann eine besonders einfache Architektur der Leitsystemschnittstelleneinrichtung erreicht werden, wenn die Leitsystemschnittstelleneinrichtungen jeweils zumindest einen internen Datenbus aufweisen, an welchen die Steuereinheit und die Schnittstelleneinheiten angeschlossen sind. Dadurch können Erweiterungsmöglichkeiten mit einem hohen Modularitätsgrad erreicht werden.

In einer bevorzugten Ausbildung der Erfindung wird vorgeschlagen, dass zumindest einer der Zugbusse als Ethernet-Zugbus ausgebildet ist. Dadurch können gängige, zuverlässige Netzwerkkomponenten eingesetzt werden. Außerdem kann eine bestehende, mit einem Ethernet-Zugbus ausgestattete Leittechnik einfach nachgerüstet werden.

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung wird vorgeschlagen, dass das Schienenfahrzeug ein elektrisches Stromversorgungssystem aufweist, wobei einer der Zugbusse von

Leitungen des Stromversorgungssystems gebildet ist. Dadurch kann konstruktiv einfach – insbesondere möglichst ohne zusätzliche Verdrahtung – ein Zugbus für eine verbandweite Datenübertragung bereitgestellt werden.

5

Eine vorteilhafte Redundanz kann ferner erreicht werden, wenn die dritte Leitsystemebene zumindest drei Zugbusse aufweist, welche jeweils die Fahrzeugeinheiten miteinander verbinden, wobei die dritte Schnittstelleneinheit zum Anschließen an die
10 zumindest drei Zugbusse vorgesehen ist. In diesem Zusammenhang wird vorgeschlagen, dass in den Leitsystemschnittstelleneinrichtungen die Steuereinheiten in einem Betriebsmodus jeweils dazu vorgesehen sind, eine Verteilung eines Datenverkehrs auf die Zugbusse zu ermitteln und durchzuführen. Da-
15 durch kann vorteilhaft eine selbsttätige Konfiguration des durch die Zugbusse gespannten Netzwerks erreicht werden. Dies bietet eine erhöhte Modularität bezüglich Konfigurationsänderungen an. Insbesondere können die Steuereinheiten jeweils Netzwerkknoten eines vermaschten Netzwerks bilden.

20

In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung wird vorgeschlagen, dass die Zugbusse jeweils unterschiedlichen Sicherheitsstufen zugeordnet sind. Die Sicherheitsstufen sind insbesondere unterschiedlichen Sicherheitsnormen zugeordnet.
25 Insbesondere kann eine erste Sicherheitsstufe Anforderungen der sogenannten „Security“ einerseits zugeordnet sein, während eine zweite Sicherheitsstufe Anforderungen der sogenannten „Safety“ zugeordnet ist. Unter „Safety-Anforderungen“ sollen insbesondere Anforderungen verstanden werden, die in
30 den Normen EN 50128, 50159, 50126, 50129 und/oder 61508 definiert sind. Insbesondere zielen die Safety-Anforderungen auf den Personenschutz ab, wobei die Security-Anforderungen der allgemeinen Datensicherheit zugeordnet sind. Die Safety-Anforderungen sind demnach strenger als die Security-
35 Anforderungen.

In diesem Zusammenhang wird vorgeschlagen, dass einer der Zugbusse als Komfortbus ausgebildet ist, welcher zumindest

zur Übertragung von Informationen für die Fahrgäste vorgesehen ist. Eine besonders vorteilhafte differenzierte Behandlung einer Kommunikation von Komfortfunktionen und sicherheitsbezogenen Funktionen kann des Weiteren erreicht werden, wenn einer der Zugbusse, der vom Komfortbus unterschiedlich ist, zur Übertragung von Antriebs- bzw. Bremsdaten dient.

Es wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der Zeichnungen erläutert. Es zeigen:

- Figur 1: ein Schienenfahrzeug mit Betriebsmitteln in einer schematischen Seitenansicht,
Figur 2: das Schienenfahrzeug aus Figur 1 mit einem Leitsystem umfassend drei Zugbusse und Leitsystemschnittstelleneinrichtungen in jedem Wagen,
Figur 3: eine der Leitsystemschnittstelleneinrichtungen aus Figur 2 in einer Detailansicht,
Figur 4: eine Steuereinheit der Leitsystemschnittstelleneinrichtung aus Figur 3,
Figur 5: ein von den Zugbussen und den Leitsystemschnittstelleneinrichtungen gebildetes, vermaschtes Netzwerk und
Figur 6: den Kopfwagen des Schienenfahrzeugs aus Figur 1.

Figur 1 zeigt ein Schienenfahrzeug 10 in einer schematischen Seitenansicht. Das Schienenfahrzeug 10 ist als ein Verband von mehreren, jeweils als Wagen zum Transport von Passagieren ausgebildeten Fahrzeugeinheiten 12.1, 12.2 usw. ausgebildet, die miteinander mechanisch gekoppelt sind und einen Triebzug bilden. Hierzu ist zumindest eine der Fahrzeugeinheiten des Verbands mit einer Antriebseinheit 14 zum Antreiben wenigstens einer Triebachse 16 versehen (siehe Figur 2). In einer weiteren Ausführung ist denkbar, dass das Schienenfahrzeug 10 als einzelner Triebwagen ausgebildet ist. Außerdem kann das Schienenfahrzeug 10 einen Verband von antriebslosen Reisezug-

wagen aufweisen, welcher mit zumindest einem Triebfahrzeug, z.B. einer Lokomotive, gekoppelt ist.

Das Schienenfahrzeug 10 weist bekannterweise eine Anzahl von Betriebsmitteln auf, die einen Betrieb des Schienenfahrzeugs 10 ermöglichen. Diese können insbesondere als Steuereinheit, Sensoreinheit und/oder Aktorikeinheit ausgebildet sein. Die Betriebsmittel, die im Schienenfahrzeug 10 installiert und daher dauerhaft an der Fahrzeugstruktur gebunden sind, sind miteinander mittels eines in den Figuren 2 bis 6 näher dargestellten Leitsystems 18 kommunikations- und steuerungstechnisch miteinander vernetzt.

Die in Figur 1 beispielhaft gezeigten Betriebsmittel 20 sind als Betriebsmittel 20.2 einer Bremseinrichtung 19, Betriebsmittel 20.3 einer Türeinrichtung, Betriebsmittel 20.5 eines Klimatisierungsaggregats, Betriebsmittel 20.6 eines Fahrgastinformationssystems, Betriebsmittel 20.7, 20.8 und 20.9 einer Mensch-Maschine-Schnittstelle für den Triebfahrzeugführer, Betriebsmittel 20.11 einer Notbremseinrichtung und Betriebsmittel 20.13 einer Zugsicherung.

Das Schienenfahrzeug 10 weist bekannterweise ein elektrisches System 22 auf, das einen Satz elektrischer Leitungen umfasst, an welche die Betriebsmittel 20 angeschlossen sind. Das elektrische System 22 umfasst ein elektrisches Versorgungssystem 24, welches dazu dient, die Betriebsmittel 20 als elektrischer Verbraucher mit elektrischer Energie zu versorgen. Hierzu weist das Versorgungssystem 24 einen Satz elektrischer Leitungen 26 auf, welcher die Betriebsmittel 20 mit einer Energieversorgung 28 derart energietechnisch verbindet, dass ein Energiefluss zwischen der Energieversorgung 28 und den einzelnen Betriebsmitteln 20 herstellbar ist. Zum Satz elektrischer Leitungen 26 gehören neben elektrischen Leitern, welche zumindest eine Stromphase führen, insbesondere auch sogenannte Masseleitungen, die ein Referenzpotential – das Erdpotential oder das Fahrzeugpotential – führen. Die in Figur 1 schematisch gezeigte Energieversorgung 28 kann insbe-

sondere einem Spannungszwischenkreis entsprechen, welcher selbst mittels einer nicht näher dargestellten Eingangsschaltung des Schienenfahrzeugs 10 mit Energie aus einer Netzversorgung 30 gespeist wird. Es wird durch zumindest einen

5 Stromrichter des Versorgungssystems 24 aus der Energie des Spannungszwischenkreises ein für den Betrieb der zugeordneten elektrischen Verbraucher angepasstes elektrisches Signal erzeugt, welches mittels elektrischer Leitungen 26 zu diesen geführt wird. Abhängig von den zu versorgenden Verbraucher-

10 gruppen führen die Leitungen 26 elektrische Ströme, die unterschiedliche Eigenschaften (Gleichspannung, Wechselspannung, Spannungswert, Frequenzwert, Anzahl der Stromphasen usw.) aufweisen. Der Übersichtlichkeit halber werden die Leitungen 26 in Figur 1 schematisch dargestellt, wobei auf eine

15 vollständige Darstellung der Vernetzung der Leitungen 26 verzichtet wird.

Das elektrische System 22 weist außerdem einen Satz 32 elektrischer Leitungen 34 auf. Dieser ist der analogen Behandlung

20 von Vorgängen mittels analoger Spannungs- und/oder Stromsignalen zugeordnet. Beispiele solcher Analogvorgänge sind unten beschrieben.

Beispielsweise weist der Leitungssatz 32 eine erste Gruppe

25 elektrischer Leitungen 34.1 auf, die die jeweils als Türantrieb zur Betätigung einer Türöffnung bzw. Türschließung ausgebildeten Betriebsmittel 20.3 in der dargestellten Fahrzeugeinheit 12.1 miteinander verbinden. In bekannten - hier nicht

30 gezeigten - Lösungen erstrecken sich die Leitungen 34.1 herkömmlicherweise entlang des gesamten Verbands, wobei sie sämtliche Türantriebe des Verbands miteinander und mit einer Auswerteeinheit verbinden.

Außerdem umfasst der Leitungssatz 32 eine weitere Gruppe

35 elektrischer Leitungen 34.2 auf, welcher der sogenannten „Totmannüberwachung“ des Schienenfahrzeugs 10 zugeordnet ist. An diese sind bekannterweise die als Betätigungseinheit ausgebildeten Betriebsmittel 20.7 (Handbetätigung) und 20.8

(Fußbetätigung) angeschlossen. In bekannten - hier nicht gezeigten - Lösungen sind herkömmlicherweise ein mit Timern ausgestattetes, als Überwachungseinheit ausgebildetes Betriebsmittel und ein als Aufzeichnungsgerät (auch „Juristical Recorder“ genannt) ausgebildetes Betriebsmittel an die elektrischen Leitungen 34.2 angeschlossen.

Des Weiteren sind elektrische Leitungen 34.3 des Leitungssatzes 32 dargestellt, welche der Notbremsfunktion des Schienenfahrzeugs 10 zugeordnet sind. Diese verbinden die als Notbremsbetätigung ausgebildeten Betriebsmittel 20.11 in der dargestellten Fahrzeugeinheit 12.1. Die elektrischen Leitungen 34.3 führen bekannterweise eine konstante Gleichspannung. In bekannten - hier nicht gezeigten - Lösungen erstrecken sich die Leitungen 34.3 der Notbremsfunktion herkömmlicherweise entlang des gesamten Verbands und verbinden sämtliche Notbremsbetätigungen des Verbands miteinander und mit einer Überwachungseinheit, die selbst mit einer Bremssteuerung der Bremseinrichtung 19 in Wirkverbindung steht.

Ferner umfasst der Leitungssatz 32 eine weitere Gruppe von Leitungen 34.4, die der Notbremsüberbrückungsfunktion zugeordnet sind. An diese ist das als Betätigungseinheit für den Fahrzeugführer ausgebildete Betriebsmittel 20.9 der Mensch-Maschine-Schnittstelle angeschlossen. In bekannten - hier nicht gezeigten - Lösungen steht dieses herkömmlicherweise in Verbindung mit einer Auswerteeinheit, welche selbst steuerungstechnisch mit einer Bremssteuerung der Bremseinrichtung 19 in Wirkverbindung steht.

Die oben beschriebenen Gruppen elektrischer Leitungen 34.1 bis 34.4 sind herkömmlicherweise Bestandteile von Schleifen, die in der fachmännischen Sprache auch „Sicherheitsschleifen“ genannt sind. Im Beispiel der Leitungen 34.1 verbinden solche Leitungen in den Türantrieben integrierte Schalter, die jeweils eine in die Schleife eingespeiste konstante Spannung weiterführen, wenn die zugeordnete Tür geschlossen ist. Die weiteren, den Leitungen 34.2 bis 34.4 zugeordneten Funktionen

basieren ebenfalls auf dem Prinzip eines Schalters, welcher eine Spannungsschleife schließt oder unterbricht, wobei die Einspeisung und das Auslesen des entsprechenden Spannungssignals in den bekannten Lösungen mittels Ein- und Ausgabemodulen erfolgen, die herkömmlicherweise für die oben beschriebenen Funktionen jeweils unterschiedlich sind. Die oben beschriebenen Gruppen von Leitungen des Leitungssatzes 32 gehören nämlich herkömmlicherweise zu voneinander unabhängigen sicherheitsbezogenen Systemen, die ihre eigene, ggf. verbandweite Verdrahtung erfordern.

Figur 2 zeigt den vollständigen Verband von Fahrzeugeinheiten 12.1 bis 12.6 in einer schematischen Seitenansicht. Betriebsmittel 20 des Schienenfahrzeugs 10, von denen einige Beispiele in Figur 1 gezeigt sind, sind im gesamten Verband verteilt angeordnet. Bestimmte Betriebsmittel 20, die insbesondere Bestandteile einer Antriebseinheit 14 oder einer Mensch-Maschine-Schnittstelle für den Fahrzeugführer sind, sind nicht in jeder Fahrzeugeinheit 12 vorhanden. Eine Antriebseinheit 14, durch welche Triebachsen 16 antreibbar sind, ist beispielsweise jeweils in den Fahrzeugeinheiten 12.2, 12.3 und 12.5 angeordnet, wobei die übrigen Fahrzeugeinheiten 12.1, 12.3 und 12.6 antriebslos sind. Weitere Betriebsmittel 20, wie z.B. Komponenten des Fahrgastinformationssystems, sind in jeder Fahrzeugeinheit 12 des Verbands vorhanden. Der Übersichtlichkeit halber werden einzelne Betriebsmittel 20 in Figur 2 nicht gezeigt.

Betriebsmittel 20, die einer gemeinsamen Funktion im Schienenfahrzeug 10 zugeordnet sind, insbesondere zur Erledigung einer bestimmten Aufgabe im Zusammenwirken vorgesehen sind, werden steuerungstechnisch als Gruppe von Betriebsmitteln behandelt, die in der fachmännischen Sprache „Betriebsmittelsubsystem“ genannt ist und der Aufgabe zugeordnet ist. Beispiele für Subsysteme, die einer Fahrzeugeinheit 12 angeordnet sind, sind „Antriebseinheit“, „Bremseinheit“, „Türeinrichtung“, „Klimatisierungseinrichtung“, „Fahrgastinformationseinrichtung“, „Notbremseinrichtung“ usw. In Figur 2 werden

die Subsysteme schematisch dargestellt und jeweils mit dem Bezugszeichen 36.a, 36.b usw. bezeichnet. Die Antriebseinheiten 14 in den entsprechenden Fahrzeugeinheiten werden ebenfalls jeweils als Subsystem 36.e betrachtet.

5

Figur 2 zeigt außerdem das Leitsystem 18 des Schienenfahrzeugs 10. Dieses weist einen Satz von Leitsystemschnittstelleneinrichtungen 38.1, 38.2 usw. auf, die jeweils in einer unterschiedlichen Fahrzeugeinheit 12.1, 12.2 usw. angeordnet sind. Die Leitsystemschnittstelleneinrichtungen 38 weisen jeweils Schnittstelleneinheiten auf, die in Figuren 3 und 4 näher dargestellt sind, an welche die Subsysteme 36 der entsprechenden Fahrzeugeinheit 12 angeschlossen sind. Die Leitsystemschnittstelleneinrichtungen 38 sind mittels Zugbussen 40, 42, 44 datentechnisch miteinander verbunden, die sich entlang des gesamten Verbands erstrecken und weiter unten näher beschrieben sind.

Figur 3 zeigt die Leitsystemschnittstelleneinrichtung 38.1 der Fahrzeugeinheit 12.1 in einer Detailansicht. Die folgenden Ausführungen finden für die weiteren Leitsystemschnittstelleneinrichtungen 38.2 bis 38.6 in den weiteren Fahrzeugeinheiten 12.2 bis 12.6 Anwendung.

Sie umfasst eine erste Schnittstelleneinheit 46, an welche Leitungen einer digitalen Datenbusstruktur 52 der entsprechenden Fahrzeugeinheit 12 angeschlossen sind. Hierzu können herkömmliche leittechnische Datenbusstrukturen eingesetzt werden, wie z.B. eine auf der Ethernet-Technologie basierte Busstruktur. Insbesondere kann als Bestandteil der Busstruktur ein Bus des Typs „Profinet®“ eingesetzt werden, wobei die Bustopologie beispielsweise einen Profinet-Ring aufweisen kann. Es sind dennoch weitere Strukturen, wie z.B. eine CAN-Struktur, denkbar. Die Datenbusstruktur 52 und an diese angeschlossene Subsysteme 36 sind in Figur 3 schematisch dargestellt.

Die Leitsystemschnittstelleneinrichtung 38 weist außerdem eine zweite Schnittstelleneinheit 48 auf, an welche die Leitungen 34 des Leitungssatzes 32 angeschlossen sind. Insbesondere sind die Leitungen 34.1 der Türschleife, die Leitungen 34.2 der Totmannüberwachung (nicht gezeigt), die Leitungen 34.3 der Notbremsschleife und die Leitungen 34.4 der Notbremsüberbrückungsschleife an Anschlussmöglichkeiten der Schnittstelleneinheit 48 angeschlossen. Es ist zudem das als Betätigungseinheit, insbesondere in der Form eines Tasters ausgebildete Betriebsmittel 20.9 beispielhaft explizit dargestellt. Die Leitungen 34.4 der Notbremsüberbrückungsschleife, an welche das Betriebsmittel 20.9 angeschlossen ist, sind ebenfalls dargestellt.

Die Schnittstellen für die Leitungen 34 sind von einer ersten Einheit 48.i der Schnittstelleneinheit 48 gebildet. Eine weitere Einheit 46.ii der ersten Schnittstelleneinheit 48 bildet Anschlussmöglichkeiten für elektrische Leitungen 35 des Leitungssatzes 32, die der Durchführung anderweitiger Analogvorgänge zugeordnet sind, die sich von der Überwachung einer Sicherheitsschleife unterscheiden. Die elektrischen Leitungen 35 können lokalen Steuerleitungen der entsprechenden Fahrzeugeinheit 12 entsprechen.

Des Weiteren weist die Leitsystemschnittstelleneinrichtung 38 eine dritte Schnittstelleinheit 50 auf, an welche die Zugbusse 40, 42, 44 angeschlossen sind. Die Funktion und Ausbildung der Zugbusse werden weiter unten näher beschrieben.

Die Schnittstelleneinheiten 46, 48, 50 sind jeweils einer unterschiedlichen Leitsystemebene des Leitsystems 18 zugeordnet. In einer ersten Leitsystemebene 54 sind Subsysteme 36 mittels der digitalen Datenbusstruktur 52 miteinander vernetzt, wobei die der ersten Leitsystemebene 54 zugeordnete Schnittstelleneinheit der Leitsystemschnittstelleneinrichtung 38 der ersten Schnittstelleneinheit 46 entspricht. In einer zweiten Leitsystemebene 56 werden Betriebsmittel 20 in Subsystemen 36 zur analogen Behandlung von Vorgängen mittels des

Leitungssatzes 32 verschaltet. Die entsprechende Schnittstelleneinheit der Leitsystemschnittstelleneinrichtung 38 ist von der zweiten Schnittstelleneinheit 48 gebildet. Die erste und zweite Leitsystemebenen 54, 56 können insbesondere durch die Art der Signale, die von ihnen behandelt werden, voneinander unterschieden werden. Die erste Leitsystemebene 54 ist der Behandlung digitaler Signale zugeordnet, während die zweite Leitsystemebene 56 der Behandlung analoger Signale zugeordnet ist. Die erste Schnittstelleneinheit 46 ist dabei als Input-Output-Einheit (oder Eingabe-Ausgabe-Einheit) für digitale Signale ausgebildet und weist Schnittstellen auf, die zum Anschließen von Kabeln zur digitalen Datenübertragung ausgebildet sind. Die zweite Schnittstelleneinheit 48 ist als Input-Output-Einheit für analoge Signale ausgebildet und weist Schnittstellen auf, die zum Anschließen analoger elektrischer Leitungen zur Führung analoger Signale ausgebildet sind.

Das Leitsystem 18 weist eine dritte Leitsystemebene 58 auf, welche von den die Fahrzeugeinheiten 12 verbindenden Zugbussen 40, 42, 44 gebildet ist. Zur dritten Leitsystemebene 58 gehört die Schnittstelleneinheit 50, welche Anschlussmöglichkeiten für die Zugbusse bildet.

Die Leitsystemschnittstelleneinrichtung 38 umfasst des Weiteren eine Steuereinheit 60, die zur Behandlung von Betriebsvorgängen auf der Basis von Signalen, die über die Schnittstelleneinheiten 46, 48, 50 empfangen bzw. gesendet werden, vorgesehen ist. Die Steuereinheit 60 ist in Figur 3 schematisch und in Figur 4 in einer Detailansicht dargestellt.

Die Steuereinheit 60 weist eine Recheneinheit 62 auf, die mit zwei Prozessoreinheiten 62.1, 62.2 ausgestattet ist. Durch die Ausbildung mit zwei Prozessoreinheiten können Steuervorgänge der Steuereinheit 60 redundant ausgebildet werden. Insbesondere kann eine diversitäre Redundanz erreicht werden, indem ein Steuervorgang mit unterschiedlichen Algorithmen programmiert wird, die von den verschiedenen Prozessoreinheiten 62.1, 62.2 ausgeführt werden. Die Prozessoreinheiten

62.1, 62.2 können von zwei physikalisch voneinander unterschiedlichen Prozessoren (oder CPU) gebildet sein oder sie können von einem Prozessor gebildet sein, wobei die Bildung der Prozessoreinheiten 62.1, 62.2 auf einer logischen Ebene erfolgt. Die Steuereinheit 60 umfasst ferner eine Speicher-
5 einheit 64, die als ROM- und/oder RAM-Speicher ausgebildet ist und in welcher Softwaremodule zur Ausführung von Steuerungsvorgängen gespeichert sind.

10 Die Leitsystemschnittstelleneinrichtung 38 weist einen internen Datenbus 66 auf, an welchen die Steuereinheit 60 und die Schnittstelleneinheiten 46, 48, 50 angeschlossen sind (siehe auch Figur 3). Über den Datenbus 66 werden Daten zwischen den Schnittstellen der Schnittstelleneinheiten 46, 48, 50 und der
15 Steuereinheit 60 geführt. Daten, die von den Schnittstelleneinheiten ausgelesen werden, werden über den Datenbus 66 auf die Steuereinheit 60 hin geführt und Daten, die von der Steuereinheit 60 erzeugt werden, werden über den Datenbus 66 auf die den Daten zugeordnete Schnittstelleneinheit gegeben.

20 Die Steuereinheit 60 umfasst ferner eine mit der Recheneinheit 62 datentechnisch verbundene Auswerteeinheit 68, die zur Auswertung von sicherheitsbezogenen Signalen vorgesehen ist, die von den Schnittstelleneinheiten 46, 48 ausgelesen werden.
25 Es handelt sich demnach um Signale, die in der entsprechenden Fahrzeugeinheit 12 erzeugt werden, in welcher die jeweilige Leitsystemschnittstelleneinrichtung 38 angeordnet ist. Diese sicherheitsbezogenen Signale können in der ersten Leitsystemebene 54 erzeugt werden und in digitaler Form über die Daten-
30 busstruktur 52 von der ersten Schnittstelleneinheit 46 empfangen werden. Des Weiteren können sicherheitsbezogene Signale in der zweiten Leitsystemebene 56 erzeugt werden und als analoge Signale von der zweiten Schnittstelleneinheit 48 erfasst werden. Ein Beispiel für ein derartiges analoges,
35 sicherheitsbezogenes Signal ist eine Spannungsänderung in einer von den Leitungen 34.1, 34.2, 34.3 oder 34.4 gebildeten Sicherheitsschleife. Alternativ oder zusätzlich zu einer Spannungsänderung kann von der Schnittstelleneinheit 48 ein

Signal mit einer bestimmten Frequenz erfasst werden. Allgemeiner betrachtet wird zumindest eine Änderung von wenigstens einer Signal- oder Leitungseigenschaft (Spannungswert, Stromwert, Frequenz, Widerstand, Leitfähigkeit usw.) durch die
5 zweite Schnittstelleneinheit 48 erfasst und - durch eine Führung mittels des internen Busses 66 - von der Auswerteeinheit 68 ausgewertet.

Eine Änderung einer Signal- oder Leitungseigenschaft wird
10 z.B. durch die Betätigung eines Betriebsmittels 20.11 durch einen Fahrgast (Notbremsschleife), durch eine Betätigung eines Betriebsmittels 20.3 bei einem Schließvorgang (Türschleife), in einer Kopfeinheit 12.1 oder 12.6 durch eine Betätigung des Betriebsmittels 20.7 (Totmannschleife) oder in einer
15 Kopfeinheit 12.1 oder 12.6 durch eine Betätigung des Betriebsmittels 20.9 (Notbremsüberbrückungsschleife) ausgelöst. Diese Signale werden durch die Auswerteeinheit 68 erfasst und ausgewertet. Auswerteergebnisse werden auf die Recheneinheit 62 gegeben, die einen entsprechenden Steuervorgang ausführt.
20 In den Beispielen der Notbremsschleife und der Totmannschleife kann der ausgelöste Steuervorgang das Einleiten einer Notbremsung sein. Im Beispiel der Notbremsüberbrückungsschleife kann bei der Erkennung der Betätigung des Betriebsmittels 20.9 durch die Auswerteeinheit 68 dieses Einleiten einer Not-
25 bremsung zumindest temporär durch die Recheneinheit 62 aufgehoben werden.

In Bezug auf diese analogen, sicherheitsbezogenen Signale, ist eine Aufgabe der Steuereinheit 60 - neben der Erfassung
30 einer Änderung einer Signal- oder Leitungseigenschaft über die zweite Schnittstelleneinheit 48 - die Einspeisung des Leitungssatzes 32 mit geeigneten analogen Signalen, wie insbesondere die Einspeisung einer konstanten Gleichspannung oder einer mit einer bestimmten Frequenz behafteten Wechsel-
35 spannung zu veranlassen. Anders formuliert wird der Betrieb der zweiten Schnittstelleneinheit 48 als analoge Input-Output-Einheit in zumindest einem Betriebsmodus der Steuereinheit 60 von dieser gesteuert, sodass Vorgänge, die über

diese zweite Schnittstelleneinheit 48 erfolgen, insbesondere die Einspeisung und das Auslesen analoger Signale in den bzw. aus dem Leitungssatz 32, von dieser Steuereinheit 60 behandelt werden.

5

Insbesondere bilden die Steuereinheit 60 und der Leitungssatz 32 die oben beschriebenen Sicherheitsschleifen, wobei der Leitungssatz 32 und die zweite Schnittstelleneinheit 48, insbesondere die Einheit 48.i, die physikalische Struktur einer Schleife bilden, während die Steuereinheit 60 die herkömmlicherweise durch eine konventionelle Schalttechnik - insbesondere mittels Schaltern, Relais, Komparatoren, UND-Gliedern, ODER-Gliedern, Timern usw. - bereitgestellte Signalauswertung der Schleife auf einer logischen Ebene ersetzt.

15

Bezüglich der oben beschriebenen „Totmannschleife“ kann die Steuereinheit 60 mit einem Betriebsmodus programmiert sein, in welchem sie die Funktion des juristischen Aufzeichnungsgeräts erfüllt.

20

Neben den oben erwähnten Tür- oder Türsteuerungsschleife, Brems- oder Bremsbefehlsschleife kann von der Steuereinheit 60 zusammen mit elektrischen Leitungen des Leitungssatzes 32 eine Türverriegelungsschleife, eine Fahrtrichtungsermittlungsschleife und/oder eine Kuppelschleife gebildet sein.

25

Die Steuereinheit 60 kann ferner in einem Überwachungsmodus über die zweite Schnittstelleneinheit 48 Leitungen 34, 35 des Leitungssatzes 32 überwachen. Durch die Erfassung einer Widerstandskenngröße oder einer Leitfähigkeitskenngröße kann insbesondere ein Leitungsbruch im Leitungssatz 32 durch die Steuereinheit 60 erkannt werden.

30

Wie oben bereits erwähnt weist die dritte Leitsystemebene 58 drei Zugbusse 40, 42, 44 auf, die sich entlang des gesamten Verbands von Fahrzeugeinheiten 12 erstrecken (siehe Figur 2). Jede Fahrzeugeinheit 12 ist an einem Ankopplungspunkt an die Zugbusse 40, 42, 44 angeschlossen. Dieser Ankopplungspunkt

35

wird in den Fahrzeugeinheiten 12 jeweils durch die zugeordnete Leitsystemschnittstelleneinrichtung 38 gebildet. Hierzu ist diese wie oben beschrieben mit der Schnittstelleneinheit 50 versehen, an welche die Zugbusse 40, 42, 44 angeschlossen sind (siehe Figur 3). Der Anschluss dieser Zugbusse an die Steuereinheit 60 ist in Figur 4 gezeigt. Diese weist einen Satz von drei Kommunikationsprozessoren 70, 72, 74 auf, die jeweils einem unterschiedlichen Zugbus 40, 42 bzw. 44 zugeordnet ist. Diese Kommunikationsprozessoren 70, 72, 74 sind im Datenfluss des jeweils zugeordneten Zugbusses angeschlossen und sind mit der Recheneinheit 62 datentechnisch verbunden. Durch diese Verbindungen können Daten, die über die Zugbusse 40, 42, 44 und die entsprechende Schnittstelle der Schnittstelleneinheit 50 geführt werden, von der Recheneinheit 62 empfangen und ausgewertet werden. Außerdem können Daten, die in einem Steuervorgang der Steuereinheit 60 durch die Recheneinheit 62 erzeugt werden, über diese Verbindungen in die entsprechenden Zugbusse eingekoppelt werden.

Die Zugbusse 40, 44 sind jeweils als Ethernet-Bus ausgebildet. Der Zugbus 40 ist als Komfortbus ausgebildet, welcher zumindest zur Übertragung von Informationen für die Fahrgäste vorgesehen ist. Diese Informationen können Nutzinformationen, wie z.B. Informationen über einen Betriebsablauf, oder auch Unterhaltungsinformationen, wie insbesondere Audio- und Videodaten entsprechen. Der Zugbus 40 ist hierbei für eine Übertragungsrate von zumindest 100 MB/s ausgelegt.

Die Zugbusse 40, 44 unterscheiden sich bezüglich ihrer Grundfunktion durch die jeweilige Sicherheitsstufe, die ihnen zugeordnet ist. Eine Datenkommunikation, welche über den Zugbus 40 erfolgt, unterliegt allgemeinen Anforderungen der Datensicherheit, die in der BRD insbesondere vom Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) festgelegt werden.

Die dem Zugbus 44 zugeordnete Sicherheitsstufe ist demgegenüber höher und entspricht Anforderungen des Personenschutzes. Solche Anforderungen sind in der fachmännischen Sprache auch „Safety-Anforderungen“ genannt. Der Zugbus 44 ist beispiels-

weise gemäß einer TCN-Norm als ETB-Bus (oder „Ethernet Train Bus“) ausgebildet. Über den Zugbus 44 werden insbesondere Daten für einen Antriebs- und/oder Bremsvorgang übermittelt.

5 Bezug nehmend auf das oben beschriebene Beispiel der Notbrems-
schleife werden, nachdem die Betätigung eines Betriebs-
mittels 20.11 der entsprechenden Fahrzeugeinheit 12 durch die
Auswerteeinheit 68 erkannt wurde, von der Recheneinheit 62
Daten erzeugt, durch welche eine Notbremsung von der Brems-
10 einrichtung 19 ausgelöst werden kann. Diese Daten werden über
den Zugbus 44 an weitere Einheiten in anderen Fahrzeugeinheiten
12 des Schienenfahrzeugs 10 übermittelt. Der Zugbus 44
kann daher als Fahrbetriebsbus betrachtet werden, welcher zu-
mindest zur Übertragung von Antriebs- bzw. Bremsdaten dient.

15

Der dritte Zugbus 42 ist von Leitungen 26 des elektrischen
Versorgungssystems 24 gebildet (siehe auch Figur 1). Der Kom-
munikationsprozessor 72 ist mit einer Einkopplungs- und Ent-
kopplungseinheit versehen, durch welche ein von der Rechen-
20 einheit 62 erzeugtes digitales Signal in analoger Form in ei-
ne Leitung 26 des elektrischen Versorgungssystems 24
eingekoppelt werden kann und ein über die Leitung 26 geführ-
tes Analogsignal von dieser entkoppelt und in digitaler Form
auf die Recheneinheit 62 gegeben werden kann. Hierzu ist die
25 Einkopplungs- und Entkopplungseinheit zur Ausführung eines
Modulations- bzw. Demodulationsverfahrens ausgebildet. Dieses
Verfahren kann insbesondere ein orthogonales
(De)Modulationsverfahren sein. Die Primärfunktion des dritten
Zugbusses 42 ist die Bereitstellung zumindest eines redundan-
30 ten Kommunikationskanals in der dritten Leitsystemebene 58.

Wie oben beschrieben weisen die Zugbusse 40, 42, 44 jeweils
eine Grundfunktion auf, die insbesondere auf die jeweilig zu-
geordnete Sicherheitsstufe und insbesondere auf die Art der
35 zu übertragenden Daten bezogen ist. Es ist jedoch denkbar,
dass die Steuereinheiten 60 in den Fahrzeugeinheiten 12 je-
weils in einem Betriebsmodus dazu vorgesehen sind, eine Ver-
teilung eines Datenverkehrs auf die Zugbusse 40, 42, 44 zu

ermitteln und durchzuführen. So können Daten, die von einer Steuereinheit 60 in einer Fahrzeugeinheit 12 über einen der Zugbusse empfangen wird, von dieser Steuereinheit 60 in einen anderen Zugbus weiter geleitet werden. Das Datennetzwerk, 5 welches von den Zugbussen 40, 42, 44 und von der Steuereinheiten 60 der Leitsystemschnittstelleneinrichtung 38 gebildet ist, kann als vermaschtes Netzwerk betrieben werden, in welchem die Steuereinheiten 60 jeweils drei Netzwerkknoten bilden. Dies ist stark schematisch in Figur 5 dargestellt, wobei 10 neben den Zugbussen 40, 42, 44 auch transversale Übergänge zwischen den Zugbussen durch die Steuereinheiten 60 gebildet sind.

Figur 6 zeigt die als Kopfwagen ausgebildete Fahrzeugeinheit 15 12.1. In diesem ist die Energieversorgung 28 des elektrischen Versorgungssystems 24 angeordnet (siehe auch Figur 1). Die von dieser ausgehenden elektrischen Leitungen 26 werden als Übertragungsleitungen des Zugbusses 42 genutzt. Hierzu ist eine elektrische Leitung 26 datentechnisch an die dieser 20 Fahrzeugeinheit 12.1 zugeordnete Leitsystemschnittstelleneinrichtung 38.1 datentechnisch angeschlossen. An diese sind die Zugbusse 40 und 44 ebenfalls angeschlossen. Es sind ferner Betriebsmittel 20 der Fahrzeugeinheit 12.1 gezeigt, durch welche analoge, sicherheitsbezogene Signale erzeugt werden, 25 die von der Schnittstelleneinheit 48 empfangen und von der Auswerteeinheit 68 der Steuereinheit 60 ausgewertet werden. Diese Betriebsmittel 20 sind insbesondere als Betätigungselemente ausgebildet, die in einer oder mehreren der oben beschriebenen Sicherheitsschleifen geschaltet sind. Im Gegensatz zu bisherigen Lösungen werden Leitungen dieser Sicherheitsschleifen nicht direkt an entsprechenden Leitungen der benachbarten Fahrzeugeinheit 12.2 angeschlossen, sondern eine datentechnische Verbindung – einschließlich zu einer Datenkommunikation bezüglich der Sicherheitsschleifen – mit dieser 30 Fahrzeugeinheit sowie mit allen weiteren Fahrzeugeinheiten 12 erfolgt ausschließlich über die lokale Leitsystemschnittstelleneinrichtung 38.1 und den Satz von Zugbussen 40, 42, 44. Ein datentechnischer Anschluss der benachbarten Fahrzeugein-

heiten 12.1 und 12.2 aneinander kann demnach ausschließlich über die vorhandenen Zugbusse 40, 44 und über die elektrischen Leitungen 26 erfolgen, die den dritten Zugbus 42 bilden.

Patentansprüche

1. Schienenfahrzeug mit einer Fahrzeugeinheit (12.1), die Betriebsmittelsubsysteme (36) aufweist, und einem Leitsystem
5 (18) umfassend eine erste Leitsystemebene (54), in welcher Betriebsmittelsubsysteme (36) mittels einer digitalen Datenbusstruktur (52) miteinander vernetzt sind, und zumindest eine zweite Leitsystemebene (56), die wenigstens einen der analogen Behandlung von Vorgängen in Betriebsmittelsubsystemen
10 (36) zugeordneten Leitungssatz (32) aufweist, dadurch gekennzeichnet dass, die Fahrzeugeinheit (12.1) eine Leitsystemschnittstelleneinrichtung (38) umfasst, die eine erste, der Datenbusstruktur (52) zugeordnete Schnittstelleneinheit (46), zumindest eine
15 zweite, dem Leitungssatz (32) zugeordnete Schnittstelleneinheit (48) und eine Steuereinheit (60) aufweist, die in zumindest einem Betriebsmodus zur Behandlung der Vorgänge über die zweite Schnittstelleneinheit (48) vorgesehen ist.
- 20 2. Schienenfahrzeug nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit (60) und der Leitungssatz (32) wenigstens eine zumindest teilweise logische Sicherheitsschleife bilden.
- 25 3. Schienenfahrzeug nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit (60) und der Leitungssatz (32) eine Türsteuerungsschleife, eine Türverriegelungsschleife, eine Notbremschleife, eine Bremsbefehlsschleife, eine Fahrtrichtungsermittlungsschleife und/oder eine Kuppelschleife bilden.
30
4. Schienenfahrzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
35 die Leitsystemschnittstelleneinrichtung (38) zumindest eine dritte Schnittstelleneinheit (50) aufweist, die zum Anschließen an zumindest zwei Zugbusse (40, 42, 44) vorgesehen ist.

5. Schienenfahrzeug nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Leitsystemschnittstelleneinrichtung (38) zumindest einen
internen Datenbus (66) aufweist, an welchen die Steuereinheit
5 (60) und die Schnittstelleneinheiten (46, 48, 50) angeschlos-
sen sind.

6. Schienenfahrzeug mit einem Verband von Fahrzeugeinheiten
(12.1 - 12.6), die jeweils Betriebsmittelsubsysteme (36) auf-
10 weisen, und einem Leitsystem (18), das eine erste Leitsystem-
ebene (54), in welcher Betriebsmittelsubsysteme (36) mittels
einer digitalen Datenbusstruktur (52) miteinander vernetzt
sind, und zumindest eine zweite Leitsystemebene (56) auf-
weist, die wenigstens einen der analogen Behandlung von Vor-
15 gängen in Betriebsmittelsubsystemen (36) zugeordneten Lei-
tungssatz (32) umfasst, wobei das Leitsystem (18) eine dritte
Leitsystemebene (58) mit zumindest zwei Zugbussen (40, 42,
44) aufweist, welche die Fahrzeugeinheiten (12.1 - 12.6) mit-
einander verbinden,
20 dadurch gekennzeichnet, dass
das Leitsystem (18) einen Satz von Leitsystemschnittstellen-
einrichtungen (38.1 - 38.6) umfasst, die jeweils in einer un-
terschiedlichen Fahrzeugeinheit (12.1 - 12.6) angeordnet sind
und eine erste, der Datenbusstruktur (52) zugeordnete
25 Schnittstelleneinheit (46), eine zweite, dem Leitungssatz
(32) zugeordnete Schnittstelleneinheit (48), zumindest eine
dritte Schnittstelleneinheit (50) für die Zugbusse (40, 42,
44) und eine Steuereinheit (60) aufweisen, die in zumindest
einem Betriebsmodus zur Behandlung der Vorgänge über die
30 zweite Schnittstelleneinheit (48) vorgesehen ist.

7. Schienenfahrzeug nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Steuereinheit (60) und der Leitungssatz (32) wenigstens
35 eine zumindest teilweise logische Sicherheitsschleife bilden.

8. Schienenfahrzeug nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Steuereinheit (60) und der Leitungssatz (32) eine Tür-
steuerungsschleife, eine Türverriegelungsschleife, eine Not-
5 bremserschleife, eine Bremsbefehlsschleife, eine Fahrtrich-
tungsermittlungsschleife und/oder eine Kuppelschleife bilden.

9. Schienenfahrzeug nach einem der Ansprüche 6 bis 8,
dadurch gekennzeichnet, dass
10 die Leitsystemschnittstelleneinrichtungen (38.1 - 38.6) je-
weils zumindest einen internen Datenbus (66) aufweisen, an
welchen die Steuereinheit (60) und die Schnittstelleneinhei-
ten (46, 48, 50) angeschlossen sind.

15 10. Schienenfahrzeug nach Anspruch 4 oder einem der Ansprü-
che 6 bis 9,
dadurch gekennzeichnet, dass
zumindest einer (40, 42) der Zugbusse als Ethernet-Zugbus
ausgebildet ist.

20 11. Schienenfahrzeug nach Anspruch 4 oder einem der Ansprü-
che 6 bis 10,
gekennzeichnet durch
ein elektrisches Stromversorgungssystem (24), wobei einer
25 (44) der Zugbusse von Leitungen (26) des Stromversorgungssys-
tems (24) gebildet ist.

12. Schienenfahrzeug nach Anspruch 4 oder einem der Ansprü-
che 6 bis 11,

30 dadurch gekennzeichnet, dass
die dritte Leitsystemebene (58) zumindest drei Zugbusse (40,
42, 44) aufweist, welche jeweils die Fahrzeugeinheiten (12.1
- 12.6) miteinander verbinden, wobei die dritte Schnittstel-
leneinheit (50) zum Anschließen an die zumindest drei
35 Zugbusse (40, 42, 44) vorgesehen ist.

13. Schienenfahrzeug nach Anspruch 12,
dadurch gekennzeichnet, dass
in den Leitsystemschnittstelleneinrichtungen (38.1 - 38.6)
die Steuereinheiten (60) in einem Betriebsmodus jeweils dazu
5 vorgesehen sind, eine Verteilung eines Datenverkehrs auf die
Zugbusse (40, 42, 44) zu ermitteln und durchzuführen.

14. Schienenfahrzeug nach Anspruch 4 oder einem der Ansprü-
che 6 bis 13,
10 dadurch gekennzeichnet, dass
die Zugbusse (40, 42) jeweils unterschiedlichen Sicherheits-
stufen zugeordnet sind.

15. Schienenfahrzeug nach Anspruch 14,
15 dadurch gekennzeichnet, dass
einer (40) der Zugbusse als Komfortbus ausgebildet ist, wel-
cher zumindest zur Übertragung von Informationen für die
Fahrgäste vorgesehen ist.

20

FIG 1

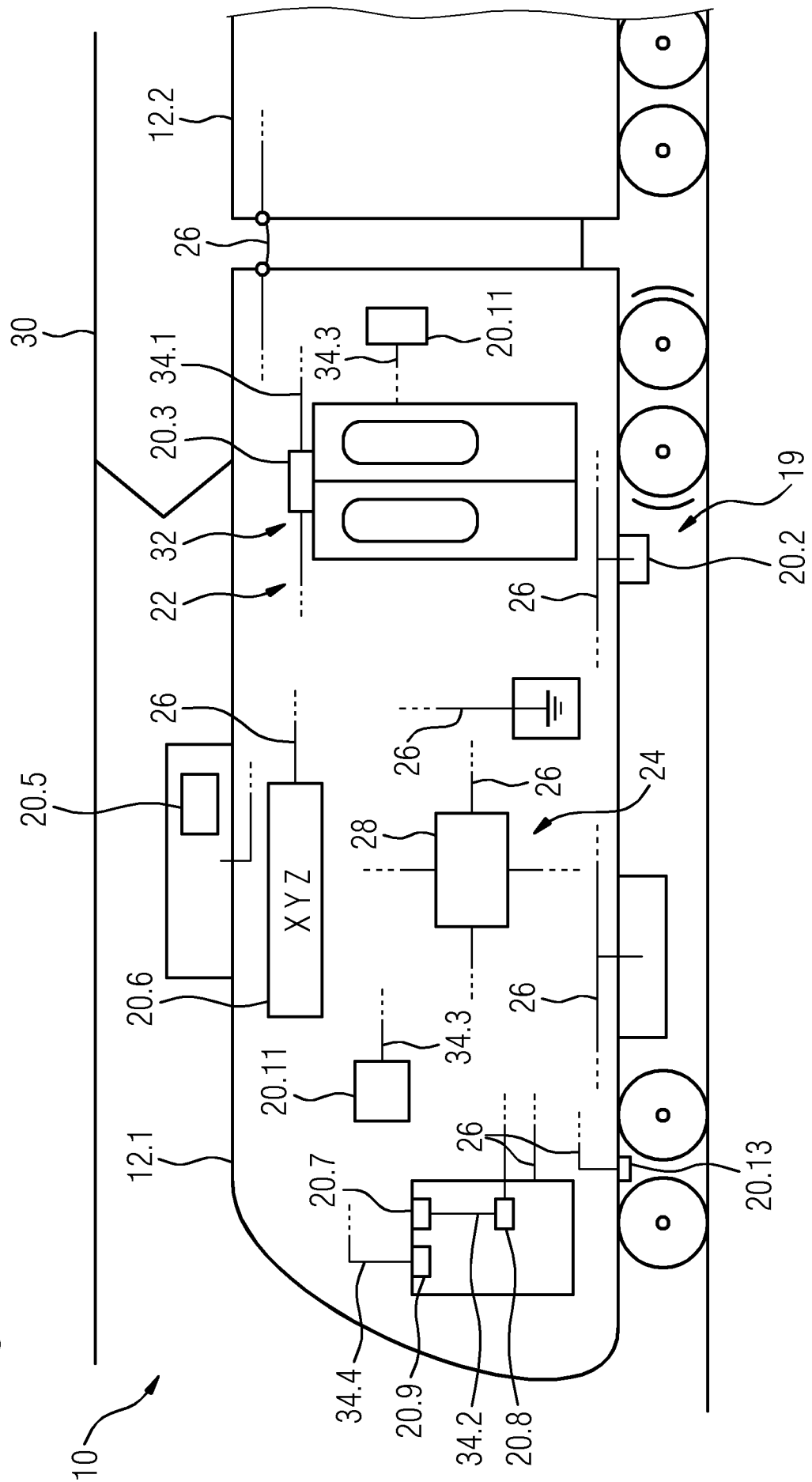
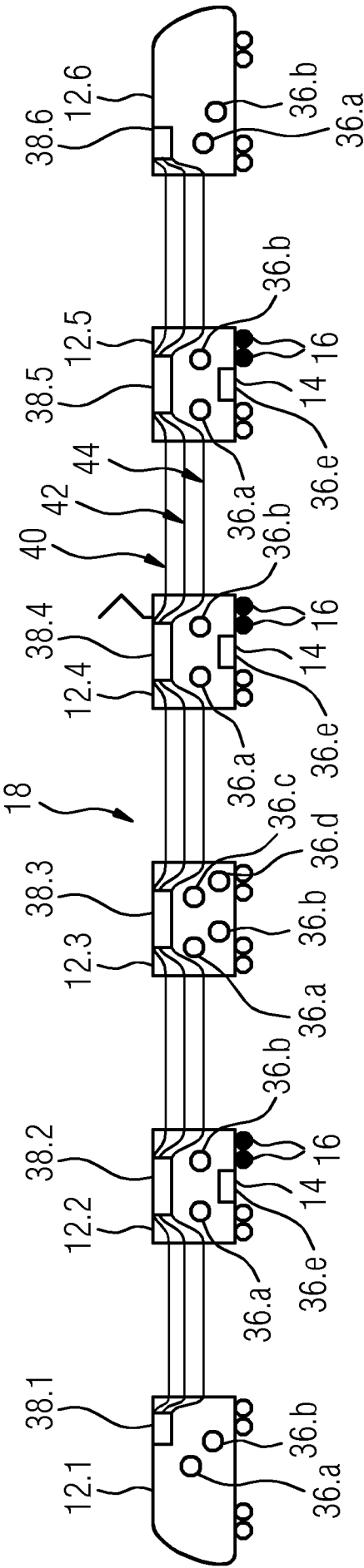


FIG 2



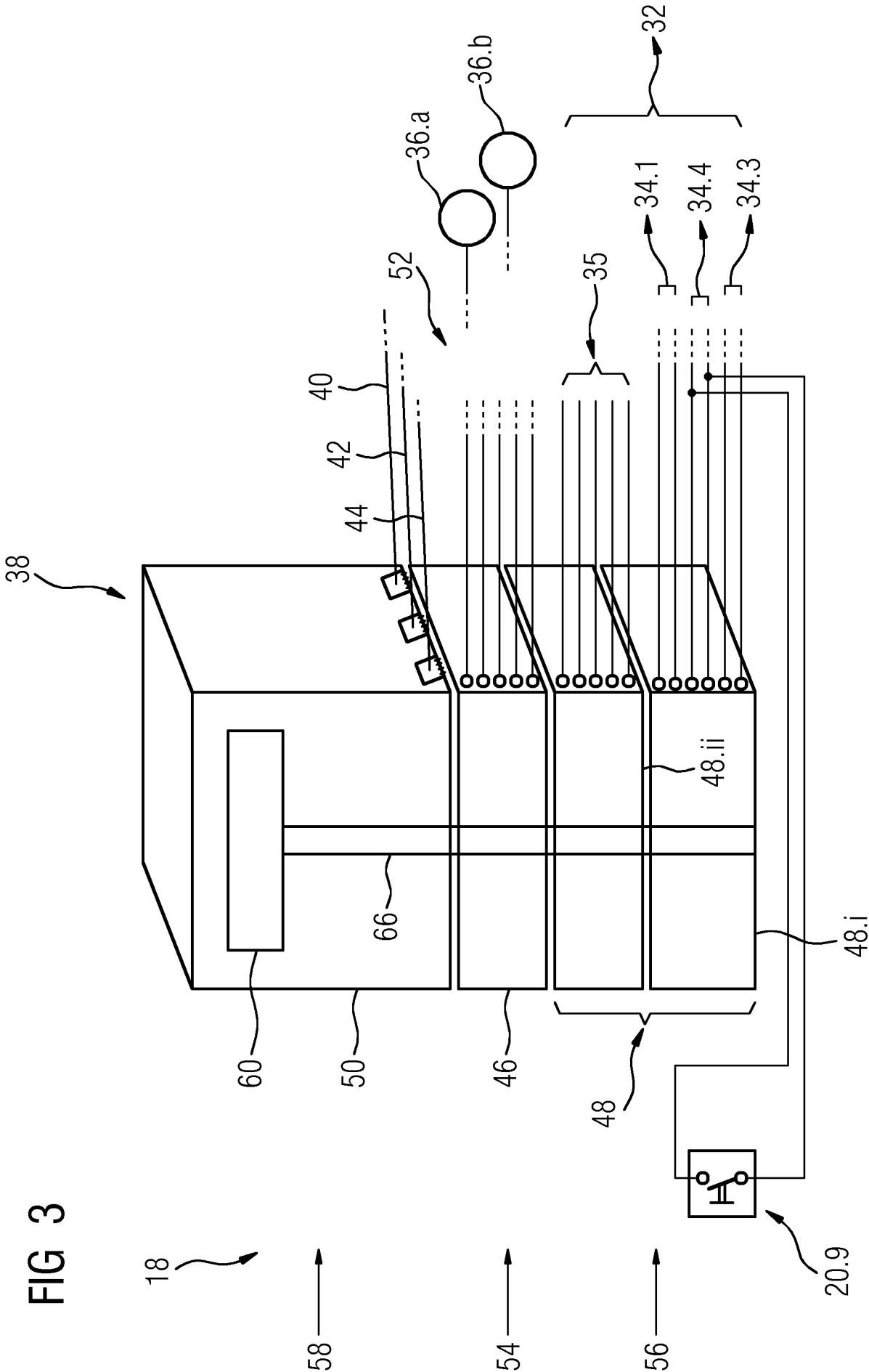


FIG 4

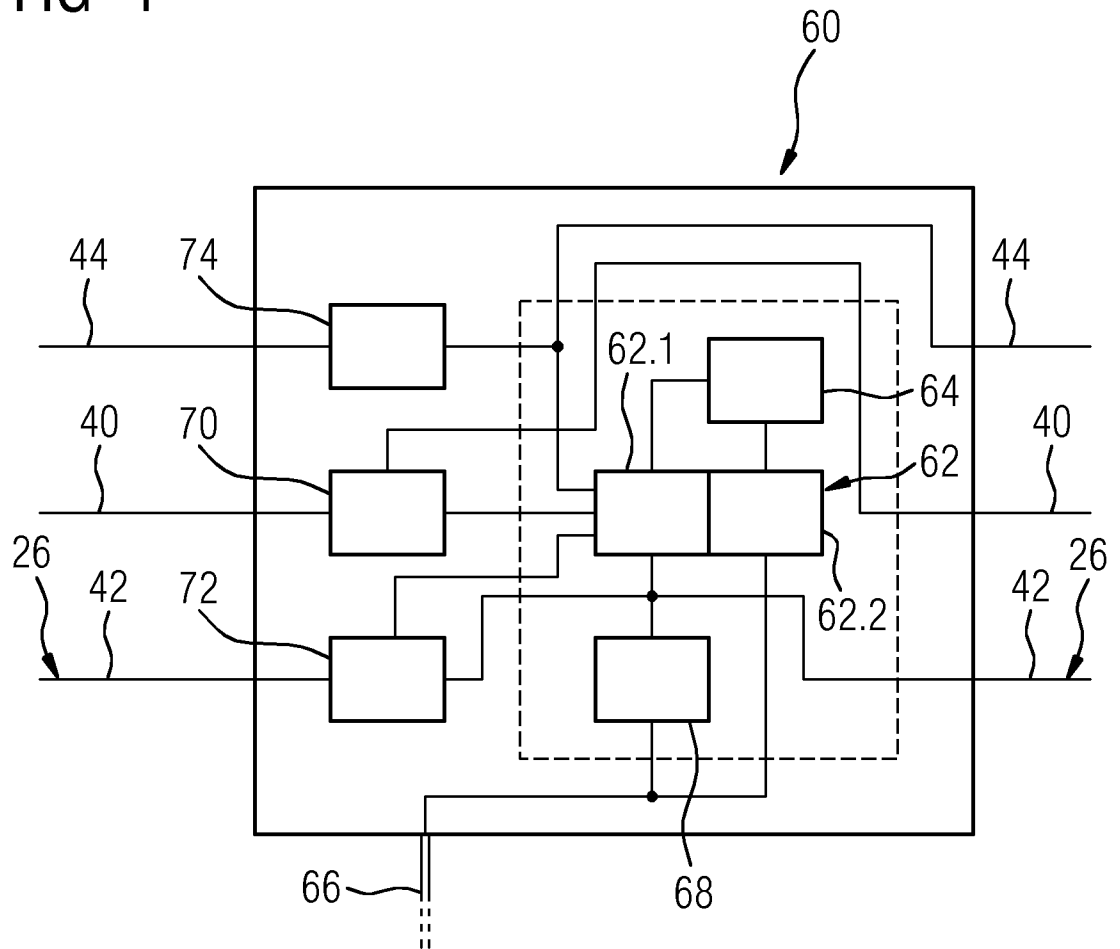


FIG 5

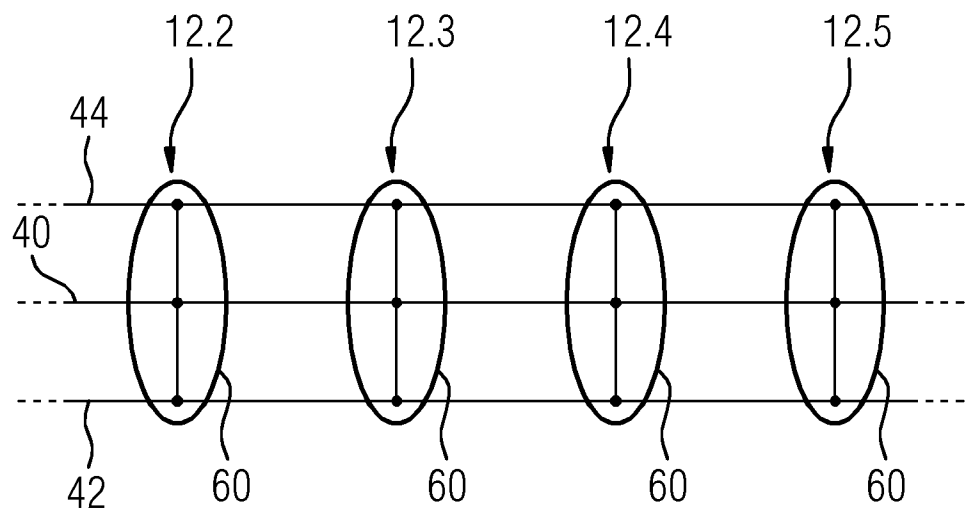
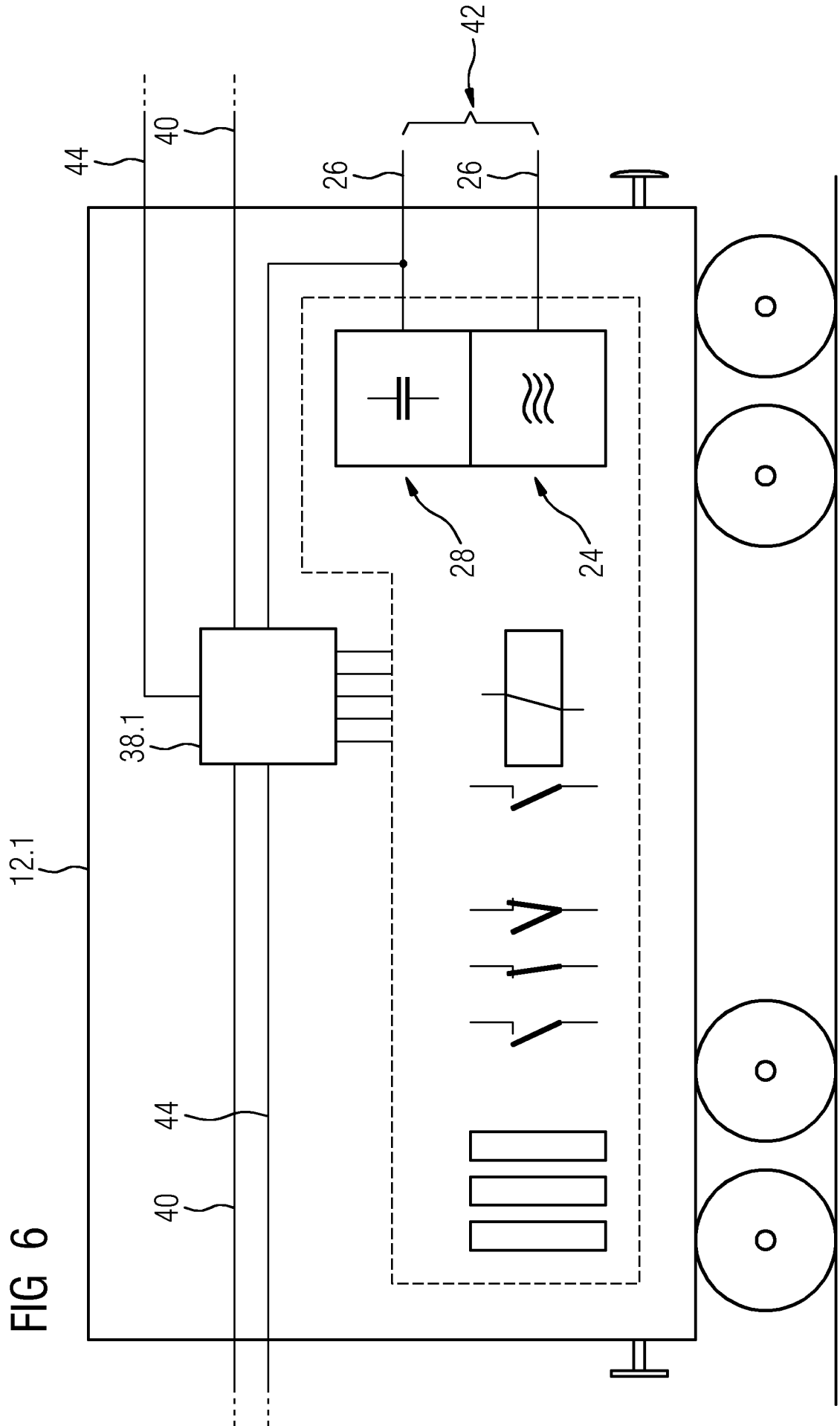


FIG 6



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2015/066253

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B61L15/00
ADD.

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
B61L

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

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

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 10 2012 206316 A1 (SIEMENS AG [DE]) 17 October 2013 (2013-10-17) Absätze [0001], [0008], [0013] und [0018]; figure 1 -----	1-15
A	EP 2 487 803 A1 (KOREA RAILROAD RES INST [KR]) 15 August 2012 (2012-08-15) paragraph [0019] - paragraph [0022] -----	1-15
A	US 2012/317282 A1 (KRAELING MARK BRADSHAW [US] ET AL) 13 December 2012 (2012-12-13) paragraph [0041] - paragraph [0052] -----	1-15



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

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

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

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

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

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

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

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

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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

2 November 2015

Date of mailing of the international search report

09/11/2015

Name and mailing address of the ISA/

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

Authorized officer

Plützer, Stefan

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2015/066253

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102012206316 A1	17-10-2013	DE 102012206316 A1	17-10-2013
		EP 2817193 A2	31-12-2014
		WO 2013156298 A2	24-10-2013

EP 2487803 A1	15-08-2012	EP 2487803 A1	15-08-2012
		KR 20110039071 A	15-04-2011
		WO 2011043514 A1	14-04-2011

US 2012317282 A1	13-12-2012	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. B61L15/00
ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
B61L

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

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

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 10 2012 206316 A1 (SIEMENS AG [DE]) 17. Oktober 2013 (2013-10-17) Absätze [0001], [0008], [0013] und [0018]; Abbildung 1	1-15
A	----- EP 2 487 803 A1 (KOREA RAILROAD RES INST [KR]) 15. August 2012 (2012-08-15) Absatz [0019] - Absatz [0022]	1-15
A	----- US 2012/317282 A1 (KRAELING MARK BRADSHAW [US] ET AL) 13. Dezember 2012 (2012-12-13) Absatz [0041] - Absatz [0052]	1-15



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

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

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

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

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

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

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

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

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

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

2. November 2015

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

09/11/2015

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

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

Bevollmächtigter Bediensteter

Plützer, Stefan

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2015/066253

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102012206316 A1	17-10-2013	DE 102012206316 A1	17-10-2013
		EP 2817193 A2	31-12-2014
		WO 2013156298 A2	24-10-2013

EP 2487803 A1	15-08-2012	EP 2487803 A1	15-08-2012
		KR 20110039071 A	15-04-2011
		WO 2011043514 A1	14-04-2011

US 2012317282 A1	13-12-2012	KEINE	
