

Beschreibung

Energieversorgungseinrichtung für ein Schienenfahrzeug

5 Die Erfindung betrifft eine Energieversorgungseinrichtung für ein Schienenfahrzeug, aufweisend ein elektrisches Bordnetz sowie eine mit dem Bordnetz verbundene Umrichtereinheit, welche einen Umrichter zum Einspeisen elektrischer Energie in das Bordnetz sowie einen mit dem Umrichter verbundenen
10 Zwischenkreis zum Versorgen des Umrichters mit elektrischer Energie umfasst. Ferner betrifft die Erfindung ein Schienenfahrzeug mit einer solchen Energieversorgungseinrichtung und ein Verfahren zum Betreiben einer solchen Energieversorgungseinrichtung.

15

Ein Bordnetz eines modernen Schienenfahrzeugs wird üblicherweise über einen Hilfsbetriebeumrichter mit elektrischer Energie versorgt. Eine Unterbrechung einer Energiezufuhr über eine Fahrleitung kann bei einem solchen
20 Schienenfahrzeug dazu führen, dass dessen Hilfsbetriebeumrichter für die Dauer der Unterbrechung nicht mit elektrischer Energie versorgt wird, sodass der Hilfsbetriebeumrichter seinerseits das Bordnetz des Schienenfahrzeugs nicht mit elektrischer Energie versorgen
25 kann.

Um dieses Problem zu vermeiden, ist bei vielen modernen Schienenfahrzeugen vorgesehen, dass der Hilfsbetriebeumrichter eines Schienenfahrzeugs an die
30 Traktionsausrüstung, genauer gesagt an einen Traktionszwischenkreis, des Schienenfahrzeugs gekoppelt ist. Dadurch soll erreicht werden, dass bei einer temporären Unterbrechung der Energiezufuhr über eine Fahrleitung der Hilfsbetriebeumrichter durch die Traktionsausrüstung mit
35 elektrischer Energie versorgt wird. Mit anderen Worten, die Ankopplung des Hilfsbetriebeumrichters an die Traktionsausrüstung soll im Falle einer Unterbrechung einer Energiezufuhr über eine Fahrleitung eine Spannungsstützung

des Hilfsbetriebeumrichters durch die Traktionsausrüstung ermöglichen.

Eine Aufgabe der Erfindung ist es, eine sichere
5 Energieversorgung eines elektrischen Schienenfahrzeug-
Bordnetzes zu ermöglichen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch eine
Energieversorgungseinrichtung nach Anspruch 1, durch ein
10 Schienenfahrzeug nach Anspruch 10 sowie durch ein Verfahren
nach Anspruch 12.

Vorteilhafte Weiterbildungen der erfindungsgemäßen
Energieversorgungseinrichtung, des erfindungsgemäßen
15 Schienenfahrzeugs und des erfindungsgemäßen Verfahrens sind
jeweils Gegenstand der weiteren Patentansprüche sowie der
nachfolgenden Beschreibung.

Die Erfindung beruht auf der Erkenntnis, dass eine
20 Spannungsstützung eines Hilfsbetriebeumrichters durch eine
Traktionsausrüstung nur unter eher seltenen Randbedingungen
funktioniert, nämlich nur dann, wenn sich das
Schienenfahrzeug im Fahr- oder Bremsbetrieb befindet und das
Schienenfahrzeug eine hinreichend große Fahrgeschwindigkeit
25 hat. Insbesondere bei einem Schienenfahrzeug, welches im
Nahverkehr eingesetzt wird, ist der Antrieb oft abgeschaltet
(zum Beispiel beim Ausrollen des Schienenfahrzeugs oder wenn
das Schienenfahrzeug steht) und folglich die
Traktionsausrüstung nicht für eine Spannungsstützung eines
30 Hilfsbetriebeumrichters nutzbar.

Die erfindungsgemäße Energieversorgungseinrichtung für ein
Schienenfahrzeug weist ein elektrisches Bordnetz sowie eine
mit dem Bordnetz verbundene Umrichtereinheit auf. Die
35 Umrichtereinheit umfasst einen Umrichter zum Einspeisen
elektrischer Energie in das Bordnetz sowie einen mit dem
Umrichter verbundenen Zwischenkreis zum Versorgen des
Umrichters mit elektrischer Energie. Des Weiteren umfasst die

erfindungsgemäße Energieversorgungseinrichtung eine mit dem Zwischenkreis verbundene unterbrechungsfreie Stromversorgung zum Einspeisen elektrischer Energie in den Zwischenkreis.

- 5 Bei der Energieversorgungseinrichtung kann durch die unterbrechungsfreie Stromversorgung eine Spannungsstützung der Umrichtereinheit, genauer gesagt des Zwischenkreises, erfolgen. Anders ausgedrückt, die unterbrechungsfreie Stromversorgung kann dazu genutzt werden, die
- 10 Umrichtereinheit, genauer gesagt deren Zwischenkreis, mit elektrischer Energie zu versorgen, beispielsweise falls eine Energieversorgung der Umrichtereinheit über eine Fahrleitung unterbrochen ist.
- 15 Die Spannungsstützung durch die unterbrechungsfreie Stromversorgung setzt nicht voraus, dass ein Schienenfahrzeug, in welchem die Energieversorgungseinrichtung angeordnet ist, sich im Fahr- oder Bremsbetrieb befindet oder eine hinreichend große
- 20 Fahrgeschwindigkeit hat. Mit anderen Worten, die Spannungsstützung der Umrichtereinheit durch die unterbrechungsfreie Stromversorgung ist auch dann möglich, wenn das Schienenfahrzeug eine geringe Fahrgeschwindigkeit hat und/oder sich das Schienenfahrzeug nicht im Fahr- oder
- 25 Bremsbetrieb befindet. Die unterbrechungsfreie Stromversorgung ermöglicht also unabhängig von einem Fahrbetriebszustand des Schienenfahrzeugs eine Spannungsstützung der Umrichtereinheit. Die Umrichtereinheit wiederum kann die ihr von der unterbrechungsfreien
- 30 Stromversorgung bereitgestellte elektrische Energie zur Versorgung des Bordnetzes mit elektrischer Energie nutzen.

Im Sinne der vorliegenden Erfindung ist unter einem Umrichter eine Vorrichtung zu verstehen, welche dazu eingerichtet ist,

35 elektrische Energie von einer Form in eine andere Form umzuwandeln, wobei die Umwandlung der Energieform eine Umwandlung der Stromart (Umwandlung von Gleichstrom zu Wechselstrom oder Umwandlung von Wechselstrom zu

Gleichstrom), eine Spannungsänderung und/oder eine Frequenzänderung umfassen kann.

Das elektrische Bordnetz umfasst vorzugsweise ein oder
5 mehrere Hilfsbetriebe. Unter einem Hilfsbetrieb ist
vorliegend ein elektrisch betriebenes Nebenaggregat eines
Fahrzeugs zu verstehen, also eine elektrisch betriebene
Vorrichtung, welche nicht direkt eine Fortbewegung des
Fahrzeugs bewirkt. Ein solcher Hilfsbetrieb kann zum Beispiel
10 ein Elektromotor (insbesondere zum Antreiben einer Pumpe,
eines Kompressors oder eines Lüfters), ein Heizwiderstand
oder ein Batterieladegerät für eine Bordnetzatterie sein.
Die Umrichtereinheit der Energieversorgungseinrichtung bildet
vorzugsweise einen Hilfsbetriebeumrichter bzw. eine
15 Hilfsbetriebeumrichtereinheit.

Weiter umfasst das Bordnetz vorteilhafterweise eine oder
mehrere Bordnetzleitungen, über welche der/die Hilfsbetrieb/-
e mit dem Umrichter der Umrichtereinheit verbunden ist/sind.
20

Vorzugsweise ist der Umrichter als Wechselrichter,
insbesondere als Pulswechselrichter, ausgebildet. Ferner ist
der Zwischenkreis in bevorzugter Weise ein
Gleichspannungszwischenkreis. In diesem Fall kann der
25 Umrichter dazu genutzt werden, eine vom Zwischenkreis
bereitgestellte Gleichspannung in eine Wechselspannung,
insbesondere in eine Dreiphasenwechselspannung, für das
Bordnetz umzuwandeln.

30 Der Zwischenkreis der Umrichtereinheit kann ein Kondensator
sein oder mindesten einen Kondensator umfassen.

Vorteilhafterweise umfasst die unterbrechungsfreie
Stromversorgung einen Energiespeicher zum Speichern
35 elektrischer Energie. Elektrische Energie, die im
Energiespeicher gespeichert ist, kann - insbesondere im Falle
einer temporären Unterbrechung einer Energieversorgung des
Zwischenkreises über eine Fahrleitung - in den Zwischenkreis

der Umrichtereinheit eingespeist werden, um das Bordnetz mit elektrischer Energie versorgen zu können.

Weiter ist es vorteilhaft, wenn die unterbrechungsfreie
5 Stromversorgung einen mit dem Energiespeicher verbundenen
Gleichspannungswandler umfasst. In bevorzugter Weise ist der
Gleichspannungswandler zwischen dem Energiespeicher und dem
Zwischenkreis geschaltet. Mit anderen Worten, der
Energiespeicher ist vorzugsweise über den
10 Gleichspannungswandler mit dem Zwischenkreis der
Umrichtereinheit verbunden.

Bei einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist der
Energiespeicher ein wiederaufladbarer Energiespeicher. Der
15 Energiespeicher kann beispielsweise eine einzelne
Sekundärzelle sein. Alternativ kann der Energiespeicher eine
Zusammenschaltung mehrerer, insbesondere gleichartiger
Sekundärzellen sein (auch Akkumulator genannt).

20 Zudem ist es vorteilhaft, wenn der Gleichspannungswandler als
bidirektionaler Gleichspannungswandler ausgebildet ist. Auf
diese Weise kann erreicht werden, dass der Energiespeicher
über den Gleichspannungswandler mit elektrischer Energie aus
dem Zwischenkreis der Umrichtereinheit aufladbar ist.

25 Des Weiteren ist es bevorzugt, wenn der
Gleichspannungswandler dazu eingerichtet ist, eine vom
Energiespeicher bereitgestellte Spannung auf eine höhere
Spannung zu transformieren. Anders ausgedrückt, der
30 Gleichspannungswandler ist vorzugsweise dazu eingerichtet, an
seinen zwischenkreisseitigen Anschlüssen eine höhere Spannung
bereitzustellen als vom Energiespeicher an den
energiespeicherseitigen Anschlüssen des
Gleichspannungswandlers bereitgestellt wird. Im Falle eines
35 Energieflusses vom Energiespeicher zum Zwischenkreis der
Umrichtereinheit kann der Gleichspannungswandler als
Aufwärtswandler (auch Hochsetzsteller genannt) fungieren. Im
Falle eines umgekehrten Energieflusses (also eines

Energieflusses vom Zwischenkreis zum Energiespeicher) kann der Gleichspannungswandler als Abwärtswandler (auch Tiefsetzsteller genannt) fungieren. Mithilfe des Gleichspannungswandlers kann im Zwischenkreis der
5 Umrichtereinheit ein für einen kontinuierlichen Betrieb des Umrichters erforderliches Spannungsniveau sichergestellt werden.

Die unterbrechungsfreie Stromversorgung ist
10 vorteilhafterweise dazu ausgelegt, für eine vorgegebene Dauer von beispielsweise mindestens 5 Sekunden, insbesondere mindestens 10 Sekunden, die volle Bordnetzlast bereitzustellen.

15 Es kann vorgesehen sein, dass gemäß einem vorgegebenen zeitlichen Abschaltprofil immer mehr Verbraucher des Bordnetzes abgeschaltet oder mit reduzierter Leistung weiterbetrieben werden. In diesem Fall ist die unterbrechungsfreie Stromversorgung vorzugsweise dazu
20 ausgelegt, für eine vorgegebene Dauer von beispielsweise einer Minute eine gemäß einem solchen Abschaltprofil benötigte Leistung für das Bordnetz bereitzustellen. Das Abschalten bzw. das Herunterfahren der Verbraucher des Bordnetzes kann beispielsweise durch ein Zentralsteuergerät
25 (ZSG) gesteuert werden.

Weiter ist es bevorzugt, wenn die unterbrechungsfreie Stromversorgung dazu ausgelegt, für eine vorgegebene Dauer von beispielsweise einer Stunde den Leistungsbedarf eines
30 Notlüftungssystems und/oder eines Notbeleuchtungssystems bereitzustellen. Vorzugsweise sind der Energiespeicher und der Gleichspannungswandler der unterbrechungsfreien Stromversorgung derart ausgebildet, dass die unterbrechungsfreie Stromversorgung diese Anforderungen
35 erfüllen kann.

Ferner kann die Energieversorgungseinrichtung ein weiteres Bordnetz aufweisen. Dieses weitere Bordnetz ist vorzugsweise

als Gleichspannungsbordnetz, beispielsweise als 110V-Bordnetz, ausgebildet. Der Energiespeicher ist vorzugsweise derart mit dem weiteren Bordnetz verbunden, dass das weitere Bordnetz von dem Energiespeicher unter Umgehung der Umrichtereinheit mit elektrischer Energie versorgbar ist. Somit kann der Energiespeicher als Energiequelle für das weitere Bordnetz dienen. Die Formulierung, dass das weitere Bordnetz „unter Umgehung der Umrichtereinheit“ vom Energiespeicher mit elektrischer Energie versorgbar ist, ist dahingehend zu verstehenden, dass elektrische Energie, die im Energiespeicher gespeichert ist, vom Energiespeicher zu dem weiteren Bordnetz fließen kann - ohne dabei über die Umrichtereinheit zu fließen.

Bei einer vorteilhaften Ausführungsvariante der Erfindung umfasst die Energieversorgungseinrichtung eine Energieeinkopplungsvorrichtung zum Einkoppeln elektrischer Energie aus einer Gleichspannungsfahrleitung in den Zwischenkreis der Umrichtereinheit. Die Gleichspannungsfahrleitung kann zum Beispiel eine Stromschiene oder eine Oberleitung sein.

Bei dieser Ausführungsvariante kann die Umrichtereinheit eine zwischen die Energieeinkopplungsvorrichtung und den Zwischenkreis geschaltete Rückspeisesperre zum Verhindern einer Einspeisung elektrischer Energie aus dem Zwischenkreis in die Energieeinkopplungsvorrichtung aufweisen. Die Rückspeisesperre kann beispielsweise eine Gleichrichterdiode sein oder mindestens eine Gleichrichterdiode umfassen. Weiter ist es bevorzugt, wenn die Energieversorgungseinrichtung bei dieser Ausführungsvariante einen Netzfilter, zum Beispiel eine Netzdrossel, umfasst.

Bei einer anderen vorteilhaften Ausführungsvariante der Erfindung umfasst die Energieversorgungseinrichtung eine Energieeinkopplungsvorrichtung zum Einkoppeln elektrischer Energie aus einer Wechselspannungsfahrleitung in den Zwischenkreis der Umrichtereinheit. Die

Wechselspannungsfahrleitung kann beispielsweise eine Oberleitung sein. Ferner kann die Energieversorgungseinrichtung bei dieser Ausführungsvariante einen zwischen die Energieeinkopplungsvorrichtung und den
5 Zwischenkreis geschalteten Gleichrichter aufweisen.

Besagter Gleichrichter kann zum Beispiel eine Diodenbrücke oder ein Vierquadrantensteller sein. Zudem kann es sich bei dem Gleichrichter um ein Element der Umrichtereinheit
10 handeln.

In der Ausführungsvariante, bei der die Energieeinkopplungsvorrichtung dazu eingerichtet ist, elektrische Energie aus einer Wechselspannungsfahrleitung in
15 den Zwischenkreis einzukoppeln, umfasst die Energieeinkopplungsvorrichtung vorteilhafterweise einen (Haupt-)Transformator zum Transformieren einer von der Wechselspannungsfahrleitung bereitgestellten Wechselspannung auf ein anderes Spannungsniveau, insbesondere auf niedrigeres
20 Spannungsniveau.

Weiterhin kann die Energieversorgungseinrichtung ein Steuergerät zum Steuern der unterbrechungsfreien Stromversorgung, insbesondere zum Steuern des
25 Gleichspannungswandlers der unterbrechungsfreien Stromversorgung, aufweisen. Das Steuergerät ist vorzugsweise dazu eingerichtet, die unterbrechungsfreie Stromversorgung so zu steuern, dass bei Ausfall einer Energieversorgung des Zwischenkreises über eine Fahrleitung von der
30 unterbrechungsfreie Stromversorgung elektrische Energie, welche im Energiespeicher der unterbrechungsfreien Stromversorgung gespeichert ist, in den Zwischenkreis der Umrichtereinheit eingekoppelt wird. Im Sinne der vorliegenden Erfindung kann der Begriff „Steuern“ auch ein Regeln (also
35 Steuern mit Messwertrückkopplung) einschließen.

Wie eingangs erwähnt, betrifft die Erfindung ein Schienenfahrzeug. Das erfindungsgemäße Schienenfahrzeug ist

mit der erfindungsgemäßen Energieversorgungseinrichtung
ausgestattet.

Das Schienenfahrzeug umfasst vorzugsweise mindestens einen
5 elektrischen Traktionsmotor. Ferner kann das Schienenfahrzeug
eine Traktionsstromrichtereinheit zum Versorgen des
Traktionsmotors mit elektrischer Energie aufweisen.
Vorteilhafterweise umfasst die Traktionsstromrichtereinheit
einen Traktionszwischenkreis. Bei dem Traktionszwischenkreis
10 handelt es sich vorzugsweise um einen
Gleichspannungszwischenkreis.

Ferner umfasst die Traktionsstromrichtereinheit
vorteilhafterweise einen Wechselrichter, der zwischen den
15 Traktionsmotor und Traktionszwischenkreis der
Traktionsstromrichtereinheit geschaltet ist. Dieser
Wechselrichter kann insbesondere als Pulswechselrichter
ausgeführt sein.

20 Der Traktionszwischenkreis kann mit der Umrichtereinheit der
Energieversorgungseinrichtung verbunden sein. In diesem Fall
kann die Umrichtereinheit über den Traktionszwischenkreis mit
elektrischer Energie versorgbar sein. Der
Traktionszwischenkreis kann in bestimmten Betriebssituationen
25 zur Spannungsstützung der Umrichtereinheit, genauer gesagt zu
Spannungsstützung des Zwischenkreises der Umrichtereinheit,
genutzt werden.

Des Weiteren kann die Umrichtereinheit einen
30 Gleichspannungswandler aufweisen, welcher zwischen den
Zwischenkreis der Umrichtereinheit und den
Traktionszwischenkreis geschaltet ist. Dieser
Gleichspannungswandler kann insbesondere als unidirektionaler
Gleichspannungswandler ausgeführt sein. Vorzugsweise ist
35 dieser Gleichspannungswandler dazu eingerichtet, eine vom
Traktionszwischenkreis bereitgestellte Spannung
(Traktionszwischenkreis-Spannung) auf eine niedrigere
Spannung zu transformieren.

In einer anderen Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass keine Ankopplung der Umrichtereinheit an einen Traktionszwischenkreis des Schienenfahrzeugs besteht. Auf
5 solch eine Ankopplung kann insbesondere deshalb verzichtet werden, da im Falle einer Unterbrechung der Energieversorgung über eine Fahrleitung der Zwischenkreis der Umrichtereinheit durch die unterbrechungsfreie Stromversorgung mit elektrischer Energie versorgt werden kann. Dies ermöglicht,
10 in denjenigen Phasen, in denen die Traktionsausrüstung des Schienenfahrzeugs nicht zum Antreiben bzw. Abbremsen des Schienenfahrzeugs benötigt wird (zum Beispiel während eines Abstellbetriebs des Schienenfahrzeugs), die Traktionsausrüstung abzuschalten. Dadurch kann der
15 Energieverbrauch der Traktionsausrüstung reduziert werden.

Der Verzicht auf eine Ankopplung der Umrichtereinheit an einen Traktionszwischenkreis des Schienenfahrzeugs ermöglicht zudem, den Konstruktionsaufwand des Schienenfahrzeugs sowie
20 die Komplexität seiner Steuerung zu reduzieren, Aufrüstvorgänge der Traktionsausrüstung zu vereinfachen und einzelne Komponenten der Energieversorgungseinrichtung, wie zum Beispiel den zuvor erwähnten Gleichrichter, kleiner zu dimensionieren.

25 Beim erfindungsgemäßen Verfahren zum Betreiben der Energieversorgungseinrichtung wird der Umrichter der Umrichtereinheit von dem Zwischenkreis der Umrichtereinheit mit elektrischer Energie versorgt und vom Umrichter
30 elektrische Energie in das Bordnetz der Energieversorgungseinrichtung eingespeist. Ferner ist beim erfindungsgemäßen Verfahren vorgesehen, dass von der unterbrechungsfreien Stromversorgung der Energieversorgungseinrichtung elektrische Energie in den
35 Zwischenkreis der Umrichtereinheit eingespeist wird, wenn eine Energieversorgung des Zwischenkreises über eine Fahrleitung unterbrochen ist.

Gemäß einer Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist die unterbrechungsfreie Stromversorgung mit einem weiteren als ein Gleichspannungsbordnetz ausgebildeten Bordnetz verbunden, wobei das weitere Bordnetz von einem
5 Energiespeicher der unterbrechungsfreien Stromversorgung unter Umgehung der Umrichtereinheit mit elektrischer Energie versorgt wird.

Bei einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung des
10 erfindungsgemäßen Verfahrens wird ein Energiespeicher der unterbrechungsfreien Stromversorgung, insbesondere der zuvor erwähnte Energiespeicher, über den Zwischenkreis der Umrichtereinheit mit elektrischer Energie aufgeladen, wenn elektrische Energie aus einer Fahrleitung oder aus einem
15 Traktionszwischenkreis in den Zwischenkreis der Umrichtereinheit eingespeist wird.

Die bisher gegebene Beschreibung vorteilhafter Ausgestaltungen der Erfindung enthält zahlreiche Merkmale,
20 die in den einzelnen abhängigen Patentansprüchen teilweise zu mehreren zusammengefasst wiedergegeben sind. Diese Merkmale können jedoch auch einzeln betrachtet und zu sinnvollen weiteren Kombinationen zusammengefasst werden. Insbesondere sind diese Merkmale jeweils einzeln und in beliebiger
25 geeigneter Kombination mit der erfindungsgemäßen Energieversorgungseinrichtung, dem erfindungsgemäßen Schienenfahrzeug und dem erfindungsgemäßen Verfahren kombinierbar. Ferner können Verfahrensmerkmale auch als Eigenschaft der entsprechenden Vorrichtungseinheit gesehen
30 werden.

Auch wenn in der Beschreibung bzw. in den Patentansprüchen einige Begriffe jeweils im Singular oder in Verbindung mit einem Zahlwort verwendet werden, soll der Umfang der
35 Erfindung für diese Begriffe nicht auf den Singular oder das jeweilige Zahlwort eingeschränkt sein.

Die oben beschriebenen Eigenschaften, Merkmale und Vorteile der Erfindung sowie die Art und Weise, wie diese erreicht werden, werden klarer und deutlicher verständlich im Zusammenhang mit der folgenden Beschreibung der

5 Ausführungsbeispiele der Erfindung, die im Zusammenhang mit den Figuren näher erläutert werden. Die Ausführungsbeispiele dienen der Erläuterung der Erfindung und beschränken die Erfindung nicht auf die darin angegebenen Kombinationen von Merkmalen, auch nicht in Bezug auf funktionale Merkmale.

10 Außerdem können dazu geeignete Merkmale eines jeden Ausführungsbeispiels auch explizit isoliert betrachtet, aus einem Ausführungsbeispiel entfernt, in ein anderes Ausführungsbeispiel zu dessen Ergänzung eingebracht und mit einem beliebigen der Ansprüche kombiniert werden.

15

Werden in verschiedenen Figuren die gleichen Bezugszeichen verwendet, so bezeichnen diese im Wesentlichen gleiche oder einander entsprechende Elemente.

20 Es zeigen:

FIG 1 ein Schienenfahrzeug, das über eine Wechselspannungsoberleitung mit elektrischer Energie versorgbar ist;

25

FIG 2 ein weiteres Schienenfahrzeug, das über eine Wechselspannungsoberleitung mit elektrischer Energie versorgbar ist;

30

FIG 3 ein Schienenfahrzeug, das über eine Gleichspannungsoberleitung mit elektrischer Energie versorgbar ist.

FIG 1 zeigt ein Schienenfahrzeug 2 in einer schematischen Darstellung. Ferner zeigt FIG 1 eine Fahrleitung 4, welche im vorliegenden Ausführungsbeispiel als Wechselspannungsoberleitung ausgebildet ist.

Das Schienenfahrzeug 2 ist mit einer Energieversorgungseinrichtung 6 ausgestattet. Die Energieversorgungseinrichtung 6 umfasst eine Energieeinkopplungsvorrichtung 8 mit einem Stromabnehmer 10 und einem Haupttransformator 12, der an den Stromabnehmer 10 angeschlossen ist.

Ferner umfasst die Energieversorgungseinrichtung 6 eine Umrichtereinheit 14 mit einem Zwischenkreis 16 und einem als Pulswechselrichter ausgebildeten Umrichter 18. Bei dem Zwischenkreis 16 handelt es sich um einen Gleichspannungszwischenkreis. Des Weiteren weist die Umrichtereinheit 14 einen Gleichrichter 20 auf, der zwischen dem Haupttransformator 12 und dem Zwischenkreis 16 geschaltet ist. Während der Gleichrichter 20 eine an seinem Eingang bereitgestellte Wechselspannung in eine Gleichspannung umwandelt, wandelt der Umrichter 18 eine an seinem Eingang bereitgestellte Gleichspannung in eine Dreiphasen-Wechselspannung um.

Darüber hinaus weist die Energieversorgungseinrichtung 6 ein mit der Umrichtereinheit 14 verbundenes erstes elektrisches Bordnetz 22 auf, welches mehrere Hilfsbetriebe 24 umfasst, wie zum Beispiel Heizwiderstände und/oder Elektromotoren zum Antreiben von Pumpen, Kompressoren und/oder Lüftern. Bei diesem Bordnetz 22 handelt es sich um ein Dreiphasen-Wechselspannungsbordnetz.

Der besagte Umrichter 18 ist ausgangsseitig an dieses Bordnetz 22 angeschlossen, sodass das Bordnetz 22 über den Umrichter 18 mit elektrischer Energie versorgbar ist. Eingangsseitig ist der Umrichter 18 an den Zwischenkreis 16 der Umrichtereinheit 14 angeschlossen.

Weiter verfügt die Energieversorgungseinrichtung 6 über eine unterbrechungsfreie Stromversorgung 26. Letztere umfasst einen wiederaufladbaren Energiespeicher 28 zum Speichern elektrischer Energie sowie einen Gleichspannungswandler 30,

der zwischen den Zwischenkreis 16 der Umrichtereinheit 14 und den Energiespeicher 28 geschaltet ist.

Im vorliegenden Ausführungsbeispiel ist der
5 Gleichspannungswandler 30 als bidirektionaler
Gleichspannungswandler ausgebildet. Folglich ermöglicht der
Gleichspannungswandler 30 einen Energiefluss vom
Energiespeicher 28 zum Zwischenkreis 16 der Umrichtereinheit
14 (zum Zwecke einer Spannungsstützung des Zwischenkreises
10 16) sowie umgekehrt einen Energiefluss vom Zwischenkreis 16
der Umrichtereinheit 14 zum Energiespeicher 28 (zum Zwecke
einer Aufladung des Energiespeichers 28). Im Falle eines
Energieflusses vom Energiespeicher 28 zum Zwischenkreis 16
dient der Gleichspannungswandler 30 als Hochsetzsteller,
15 während der Gleichspannungswandler 30 im Falle eines
Energieflusses vom Zwischenkreis 16 zum Energiespeicher 28
als Tiefsetzsteller dient.

Außerdem umfasst die Energieversorgungseinrichtung 6 ein
20 zweites elektrisches Bordnetz 32, welches mehrere elektrische
Verbraucher 34 umfasst. Bei diesem Bordnetz 32 handelt es
sich um ein Gleichspannungsbordnetz mit einer Nennspannung
von beispielsweise 110 V. Der Energiespeicher 28 der
unterbrechungsfreien Stromversorgung 26 ist derart mit dem
25 zweiten Bordnetz 32 verbunden, dass das zweite Bordnetz 32
vom Energiespeicher 28 unter Umgehung der Umrichtereinheit 14
mit elektrischer Energie versorgbar ist. Im vorliegenden
Ausführungsbeispiel dient der Energiespeicher 28 der
unterbrechungsfreien Stromversorgung 26 unter anderem als
30 Energiequelle (Bordnetzbatterie) für das zweite Bordnetz 32.
Alternativ oder zusätzlich kann für das zweite Bordnetz 32
eine eigenständige Energiequelle (Bordnetzbatterie)
vorgesehen sein, welche nicht Teil der unterbrechungsfreien
Stromversorgung 26 ist.

35

Ferner ist das Schienenfahrzeug 2 mit einem Steuergerät 36
ausgestattet, welches insbesondere zum Steuern der
unterbrechungsfreien Stromversorgung 26 dient.

Das Schienenfahrzeug 2 weist außerdem einen Traktionsmotor 38 sowie eine Traktionsstromrichtereinheit 40 zum Versorgen des Traktionsmotors 38 mit elektrischer Energie auf. Die

5 Traktionsstromrichtereinheit 40 umfasst einen als Gleichspannungszwischenkreis ausgebildeten Traktionszwischenkreis 42 sowie einen als Pulswechselrichter ausgebildeten Umrichter 44, der zwischen den Traktionsmotor 38 und den Traktionszwischenkreis 42 geschaltet ist.

10

Grundsätzlich kann das Schienenfahrzeug 2 mehrere Traktionsmotoren umfassen. Auch kann das Schienenfahrzeug 2 mehrere Traktionsstromrichtereinheiten aufweisen.

Insbesondere kann für jeden Traktionsmotor des

15

Schienenfahrzeugs 2 eine eigene Traktionsstromrichtereinheit vorgesehen sein. Der Einfachheit halber ist in FIG 1 nur ein Traktionsmotor 38 und nur eine Traktionsstromrichtereinheit 40 dargestellt. Entsprechend nimmt die Beschreibung nur auf diesen Traktionsmotor 38 und diese

20

Traktionsstromrichtereinheit 40 Bezug.

Weiter umfasst die Traktionsstromrichtereinheit 40 einen Gleichrichter 46, durch welchen der Traktionszwischenkreis 42 mit dem Haupttransformator 12 verbunden ist. Letztgenannter

25 Gleichrichter 46 kann beispielsweise als Vierquadrantensteller ausgebildet sein.

Im vorliegenden Ausführungsbeispiel umfasst der Haupttransformator 12 mehrere Sekundärwicklungen, wobei die

30 Umrichtereinheit 14 und die Traktionsstromrichtereinheit 40 jeweils mit einer eigenen Sekundärwicklung des Haupttransformators 12 verbunden sind.

Die zuvor genannte Energieeinkopplungsvorrichtung 8 kann

35 außer dem Stromabnehmer 10 und dem Haupttransformator 12 eine oder mehrere Schaltvorrichtungen für Schutzfunktionen aufweisen. Ferner kann die Energieeinkopplungsvorrichtung 8 eine oder mehrere Schaltvorrichtungen zum Vorladen des

Zwischenkreises 16 der Umrichtereinheit 14 sowie eine oder mehrere Schaltvorrichtungen zum Vorladen des Traktionszwischenkreises 42 der Traktionsstromrichtereinheit 40 aufweisen. Besagte Schaltvorrichtungen sind einer besseren Übersichtlichkeit halber figürlich nicht dargestellt.

Im Normalbetrieb des Schienenfahrzeugs 2 wird der Zwischenkreis 16 der Umrichtereinheit 14 mithilfe der Energieeinkopplungsvorrichtung 8 über die Fahrleitung 4 mit elektrischer Energie versorgt. Der Zwischenkreis 16 der Umrichtereinheit 14 wiederum versorgt den Umrichter 18 mit elektrischer Energie, wobei der Umrichter 18 seinerseits elektrische Energie in das erste Bordnetz 22 einspeist. Im Normalbetrieb wird der Energiespeicher 28 der unterbrechungsfreien Stromversorgung 26 – sofern er nicht bereits vollständig geladen ist – mit elektrischer Energie aus dem Zwischenkreis 16 der Umrichtereinheit 14 geladen.

Zudem wird im Normalbetrieb die Traktionsstromrichtereinheit 40 mithilfe der Energieeinkopplungsvorrichtung 8 über die Fahrleitung 4 mit elektrischer Energie versorgt. Die Traktionsstromrichtereinheit 40 versorgt ihrerseits den Traktionsmotor 38 mit elektrischer Energie.

Das zuvor erwähnte Steuergerät 36 steuert die unterbrechungsfreie Stromversorgung 26 derart, dass der Zwischenkreis 16 der Umrichtereinheit 14 von der unterbrechungsfreien Stromversorgung 26 mit elektrischer Energie versorgt wird, falls eine Energieversorgung des Zwischenkreises 16 über die Fahrleitung 4 temporär unterbrochen ist. Insbesondere steuert das Steuergerät 36 den Gleichspannungswandler 30 der unterbrechungsfreien Stromversorgung 26 im Falle einer solchen temporären Unterbrechung der Energieversorgung des Zwischenkreises 16 über die Fahrleitung 4 derart, dass die Zwischenkreisspannung des Zwischenkreises 16 eine vorgegebene Mindestspannung nicht unterschreitet.

Die Beschreibungen der nachfolgenden Ausführungsbeispiele beschränken sich jeweils primär auf die Unterschiede zum vorhergehenden Ausführungsbeispiel, auf das bezüglich gleichbleibender Merkmale und Funktionen verwiesen wird.

5 Nicht erwähnte Merkmale sind in den nachfolgenden Ausführungsbeispielen übernommen, ohne dass sie erneut beschrieben werden.

FIG 2 zeigt in einer schematischen Darstellung ein weiteres
10 Schienenfahrzeug 48 sowie eine als Wechsellspannungsoberleitung ausgebildete Fahrleitung 4.

Bei diesem Schienenfahrzeug 48 weist die Umrichtereinheit 14
(anstelle eines Gleichrichters) einen
15 Gleichspannungswandler 50 auf, durch welchen der Zwischenkreis 16 der Umrichtereinheit 14 an den Traktionszwischenkreis 42 gekoppelt ist. Dieser Gleichspannungswandler 50 ist ein unidirektionaler Gleichspannungswandler, wobei der Gleichspannungswandler 50
20 eingangsseitig an den Traktionszwischenkreis 42 angeschlossen ist und ausgangsseitig an den Zwischenkreis 16 der Umrichtereinheit 14 angeschlossen ist. Ferner dient dieser Gleichspannungswandler 50 als Tiefsetzsteller.

25 Im vorliegenden Ausführungsbeispiel ist die Umrichtereinheit 14 nicht direkt mit dem Haupttransformator 12 verbunden. Vielmehr ist die Umrichtereinheit 14 über den Traktionszwischenkreis 42 mit dem Haupttransformator 12 verbunden.

30

Bei dem Schienenfahrzeug 48 aus FIG 2 wird im Normalbetrieb der Zwischenkreis 16 der Umrichtereinheit 14 über den Traktionszwischenkreis 42 mit elektrischer Energie versorgt, wobei der Traktionszwischenkreis 42 mithilfe der
35 Energieeinkopplungsvorrichtung 8 elektrische Energie aus der Fahrleitung 4 bezieht. Ist eine Energieversorgung des Traktionszwischenkreises 42 über die Fahrleitung 4 temporär unterbrochen, so wird der Zwischenkreis 16 der

Umrichtereinheit 14 über die unterbrechungsfreie Stromversorgung 26 mit elektrischer Energie versorgt. Alternativ oder zusätzlich kann der Zwischenkreis 16 der Umrichtereinheit 14, falls die Energieversorgung des
5 Zwischenkreises 16 über die Fahrleitung 4 temporär unterbrochen ist, vom Traktionsmotor 38 über den Traktionszwischenkreis 42 mit elektrischer Energie versorgt werden, vorausgesetzt das Schienenfahrzeug 48 befindet sich im Fahr- oder Bremsbetrieb und hat eine hinreichend große
10 Fahrgeschwindigkeit.

FIG 3 zeigt in einer schematischen Darstellung ein anderes Schienenfahrzeug 52 sowie eine als Gleichspannungsoberleitung ausgebildete Fahrleitung 4.

15

Im vorliegenden Ausführungsbeispiel umfasst die Energieeinkopplungsvorrichtung 8 (anstelle eines Haupttransformators) einen ersten Netzfilter 54, über welchen der Traktionszwischenkreis 42 mit dem Stromabnehmer 10
20 verbunden ist, sowie einen zweiten Netzfilter 56, über welchen der Zwischenkreis 16 der Umrichtereinheit 14 mit dem Stromabnehmer 10 verbunden ist.

Darüber hinaus umfasst die Umrichtereinheit 14 (anstelle eines Gleichrichters) eine als Gleichrichterdiode ausgebildete Rückspeisesperre 58 zum Verhindern einer
25 Einspeisung elektrischer Energie aus dem Zwischenkreis 16 in die Energieeinkopplungsvorrichtung 8. Zudem weist im vorliegenden Ausführungsbeispiel die
30 Traktionsstromrichtereinheit 40 keinen Gleichrichter auf.

Im Normalbetrieb des Schienenfahrzeugs 52 wird der Zwischenkreis 16 der Umrichtereinheit 14 mithilfe der Energieeinkopplungsvorrichtung 8 über die Fahrleitung 4 mit
35 elektrischer Energie versorgt. Ist eine Energieversorgung des Zwischenkreises 16 über die Fahrleitung 4 temporär unterbrochen, so wird der Zwischenkreis 16 der

Umrichtereinheit 14 über die unterbrechungsfreie Stromversorgung 26 mit elektrischer Energie versorgt.

5 Grundsätzlich ist bei dem Schienenfahrzeug 52 aus FIG 3 wie beim Ausführungsbeispiel aus FIG 2 eine Ankopplung des Traktionszwischenkreises 42 an den Zwischenkreis 16 der Umrichtereinheit 14 möglich, beispielsweise über einen Gleichspannungswandler.

10 Obwohl die Erfindung im Detail durch die bevorzugten Ausführungsbeispiele näher illustriert und beschrieben wurde, so ist die Erfindung nicht durch die offenbarten Beispiele eingeschränkt und andere Variationen können hieraus abgeleitet werden, ohne den Schutzzumfang der Erfindung zu
15 verlassen.

Patentansprüche

1. Energieversorgungseinrichtung (6) für ein Schienenfahrzeug (2, 48, 52), aufweisend ein elektrisches Bordnetz (22) sowie
5 eine mit dem Bordnetz (22) verbundene Umrichtereinheit (14), welche einen Umrichter (18) zum Einspeisen elektrischer Energie in das Bordnetz (22) sowie einen mit dem Umrichter (18) verbundenen Zwischenkreis (16) zum Versorgen des Umrichters (18) mit elektrischer Energie umfasst,
10 gekennzeichnet durch eine mit dem Zwischenkreis (16) verbundene unterbrechungsfreie Stromversorgung (26) zum Einspeisen elektrischer Energie in den Zwischenkreis (16).
2. Energieversorgungseinrichtung (6) nach Anspruch 1,
15 dadurch gekennzeichnet, dass das elektrische Bordnetz (22) ein oder mehrere Hilfsbetriebe (24) umfasst.
3. Energieversorgungseinrichtung (6) nach einem der voranstehenden Ansprüche,
20 dadurch gekennzeichnet, dass der Umrichter (18) als Wechselrichter, insbesondere als Pulswechselrichter, ausgebildet ist und der Zwischenkreis (16) ein Gleichspannungszwischenkreis ist.
- 25 4. Energieversorgungseinrichtung (6) nach einem der voranstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die unterbrechungsfreie Stromversorgung (26) einen Energiespeicher (28) zum Speichern elektrischer Energie sowie einen mit dem Energiespeicher (28)
30 verbundenen Gleichspannungswandler (30) umfasst, wobei der Gleichspannungswandler (30) zwischen den Energiespeicher (28) und den Zwischenkreis (16) geschaltet ist.
5. Energieversorgungseinrichtung (6) nach Anspruch 4,
35 dadurch gekennzeichnet, dass der Energiespeicher (28) ein wiederaufladbarer Energiespeicher ist und der Gleichspannungswandler (30) als bidirektionaler Gleichspannungswandler ausgebildet ist, sodass der

Energiespeicher (28) über den Gleichspannungswandler (30) mit elektrischer Energie aus dem Zwischenkreis (16) der Umrichtereinheit (14) aufladbar ist.

5 6. Energieversorgungseinrichtung (6) nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Gleichspannungswandler (30) dazu eingerichtet ist, eine vom Energiespeicher (28) bereitgestellte Spannung auf eine höhere Spannung zu transformieren.

10

7. Energieversorgungseinrichtung (6) nach einem der Ansprüche 4 bis 6, gekennzeichnet durch ein weiteres Bordnetz (32), welches als Gleichspannungsbordnetz ausgebildet ist, wobei der
15 Energiespeicher (28) derart mit dem weiteren Bordnetz (32) verbunden ist, dass das weitere Bordnetz (32) von dem Energiespeicher (28) unter Umgehung der Umrichtereinheit (14) mit elektrischer Energie versorgbar ist.

20 8. Energieversorgungseinrichtung (6) nach einem der voranstehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch eine Energieeinkopplungsvorrichtung (8) zum Einkoppeln elektrischer Energie aus einer Gleichspannungsfahrleitung (4) in den Zwischenkreis (16) der
25 Umrichtereinheit (14), wobei die Umrichtereinheit (14) eine zwischen die Energieeinkopplungsvorrichtung (8) und den Zwischenkreis (16) geschaltete Rückspeisesperre (58) zum Verhindern einer Einspeisung elektrischer Energie aus dem Zwischenkreis (16) in die Energieeinkopplungsvorrichtung (8)
30 aufweist.

9. Energieversorgungseinrichtung (6) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, gekennzeichnet durch eine Energieeinkopplungsvorrichtung (8)
35 zum Einkoppeln elektrischer Energie aus einer Wechselspannungsfahrleitung (4) in den Zwischenkreis (16) der Umrichtereinheit (14) und einen zwischen die

Energieeinkopplungsvorrichtung (8) und den Zwischenkreis (16) geschalteten Gleichrichter (20).

10. Schienenfahrzeug (2, 48, 52) mit einer
5 Energieversorgungseinrichtung (6) nach einem der voranstehenden Ansprüche.

11. Schienenfahrzeug (2, 48, 52) nach Anspruch 10,
gekennzeichnet durch einen elektrischen Traktionsmotor (38)
10 sowie eine Traktionsstromrichtereinheit (40) zum Versorgen des Traktionsmotors (38) mit elektrischer Energie, wobei die Traktionsstromrichtereinheit (40) einen Traktionszwischenkreis (42) umfasst, der mit der Umrichtereinheit (14) der Energieversorgungseinrichtung (6)
15 verbunden ist und über welchen die Umrichtereinheit (14) mit elektrischer Energie versorgbar ist.

12. Verfahren zum Betreiben einer Energieversorgungseinrichtung (6) nach einem der Ansprüche 1
20 bis 9, bei dem der Umrichter (18) der Umrichtereinheit (14) vom Zwischenkreis (16) der Umrichtereinheit (14) mit elektrischer Energie versorgt wird und vom Umrichter (18) elektrische Energie in das Bordnetz (22) der Energieversorgungseinrichtung (6) eingespeist wird,
25 dadurch gekennzeichnet, dass von der unterbrechungsfreien Stromversorgung (26) der Energieversorgungseinrichtung (6) elektrische Energie in den Zwischenkreis (16) der Umrichtereinheit (14) eingespeist wird, wenn eine Energieversorgung des Zwischenkreises (16) über eine
30 Fahrleitung (4) unterbrochen ist.

13. Verfahren nach Anspruch 12, bei dem die unterbrechungsfreie Stromversorgung (26) mit einem weiteren Bordnetz (32) verbunden ist, welches als
35 Gleichspannungsbordnetz ausgebildet ist, wobei das weitere Bordnetz (32) von einem Energiespeicher (28) der unterbrechungsfreien Stromversorgung (26) unter Umgehung der Umrichtereinheit (14) mit elektrischer Energie versorgt wird.

14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13, bei dem der
Energiespeicher (28) der unterbrechungsfreien Stromversorgung
(26) über den Zwischenkreis (16) der Umrichtereinheit (14)
5 mit elektrischer Energie aufgeladen wird, wenn elektrische
Energie aus einer Fahrleitung (4) oder aus einem
Traktionszwischenkreis (42) in den Zwischenkreis (16) der
Umrichtereinheit (14) eingespeist wird.

Zusammenfassung

Energieversorgungseinrichtung für ein Schienenfahrzeug

5 Die Erfindung betrifft eine Energieversorgungseinrichtung (6)
für ein Schienenfahrzeug (2, 48, 52), aufweisend ein
elektrisches Bordnetz (22) sowie eine mit dem Bordnetz (22)
verbundene Umrichtereinheit (14), welche einen Umrichter (18)
zum Einspeisen elektrischer Energie in das Bordnetz (22)
10 sowie einen mit dem Umrichter (18) verbundenen Zwischenkreis
(16) zum Versorgen des Umrichters (18) mit elektrischer
Energie umfasst. Um eine sichere Energieversorgung des
Bordnetzes (22) zu ermöglichen, wird vorgeschlagen, dass die
Energieversorgungseinrichtung (6) eine mit dem Zwischenkreis
15 (16) verbundene unterbrechungsfreie Stromversorgung (26) zum
Einspeisen elektrischer Energie in den Zwischenkreis (16)
aufweist. Ferner betrifft die Erfindung ein Schienenfahrzeug
(2, 48, 52) mit einer solchen Energieversorgungseinrichtung
(6) und ein Verfahren zum Betreiben einer solchen
20 Energieversorgungseinrichtung (6).

FIG 1

FIG 1

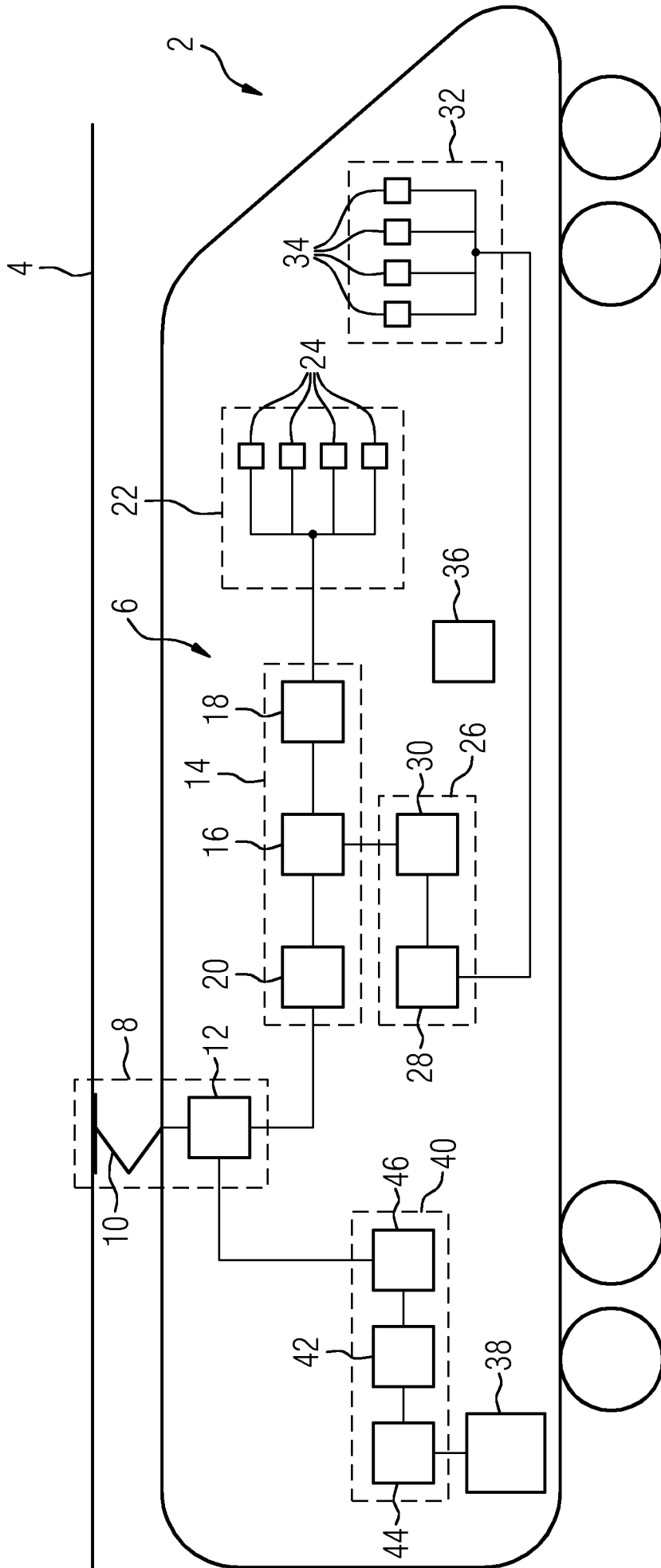


FIG 2

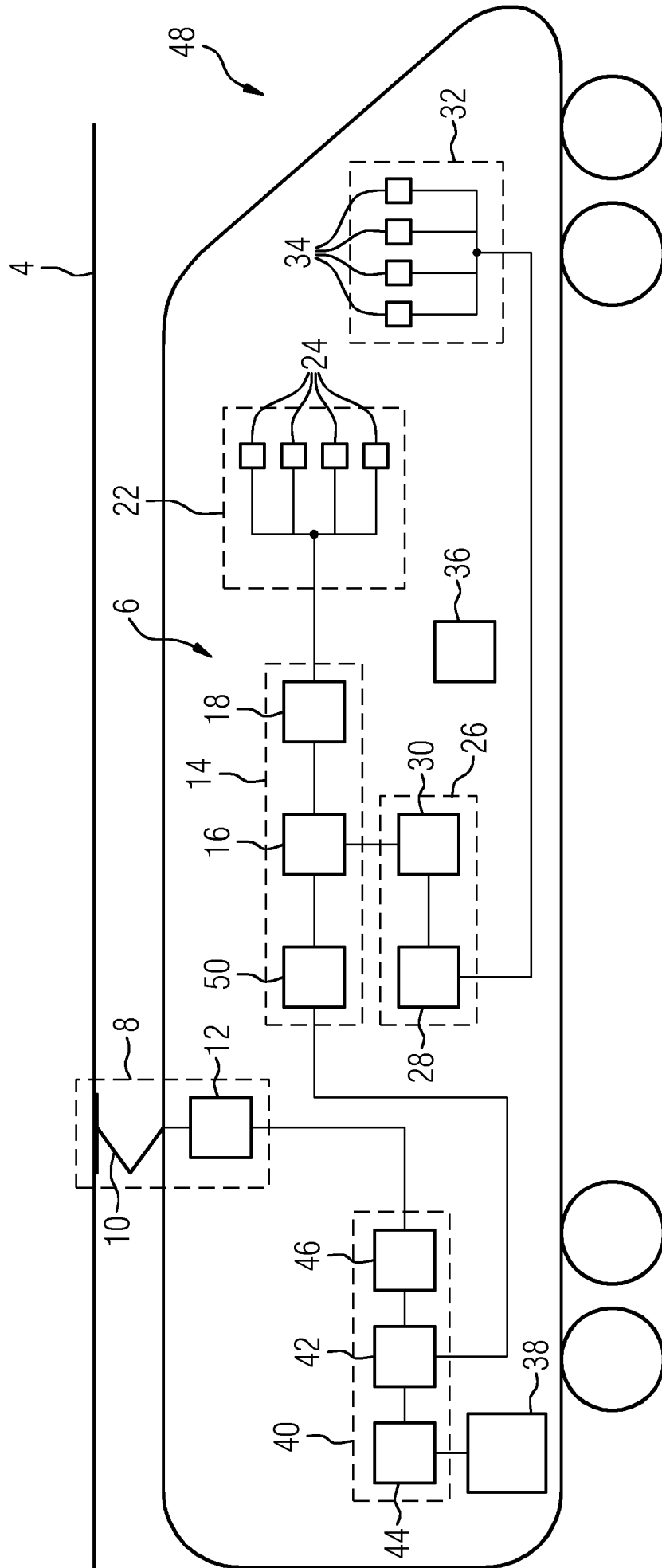


FIG 3

