



(10) **DE 10 2014 203 666 A1** 2015.09.03

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2014 203 666.6**

(22) Anmeldetag: **28.02.2014**

(43) Offenlegungstag: **03.09.2015**

(51) Int Cl.: **B61L 27/00 (2006.01)**

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

(72) Erfinder:
Bleidorn, Dirk Ernst, 38126 Braunschweig, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:

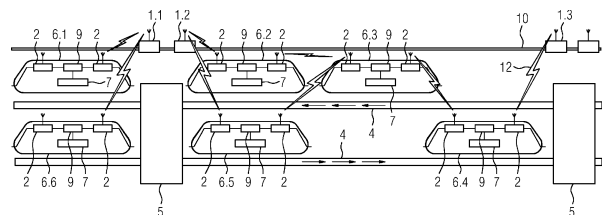
DE	195 09 696	A1
DE	10 2005 057 273	A1
US	2011 / 0 172 856	A1
EP	2 589 524	A1
WO	2010/ 049 595	A1

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Anordnung zum Betreiben funktzugbeeinflusster spurgebundener Fahrzeuge**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben mittels streckenseitiger (1, 1.1, 1.2, 1.3) und fahrzeugseitiger Sende-/Empfangseinrichtungen (2) funktzugbeeinflusster spurgebundener Fahrzeuge (6, 6.1 bis 6.6) sowie eine diesbezügliche Anordnung. Um die Anzahl der erforderlichen streckenseitigen Sende-/Empfangseinrichtungen (1) reduzieren zu können, ist vorgesehen, dass fahrzeugseitige Sende-/Empfangseinrichtungen (2), welche temporär keine Funkverbindung zu einer streckenseitigen Sende-/Empfangseinrichtung (1.1, 1.2, 1.3) haben, zu in Funkreichweite befindlichen fahrzeugseitigen Sende-/Empfangseinrichtungen (2) mindestens eines weiteren Fahrzeuges (6.1 bis 6.6) Funkverbindung der Art aufbauen, dass zwischen den fahrzeugseitigen Sende-/Empfangseinrichtungen (2) und einer streckenseitigen Sende-/Empfangseinrichtung (1.1, 1.2, 1.3) eine geschlossene Datenübertragungskette gebildet wird, wobei die streckenseitige Zugbeeinflussungskomponente (8) an die Fahrzeuge (6.1 bis 6.6) der Datenübertragungskette zusätzlich zu den Movement Authority – MA – Daten Identifikations – ID – Daten des vorausfahrenden und des nachfolgenden Fahrzeuges (6.1 bis 6.6) überträgt, und wobei die fahrzeugseitige Zugbeeinflussungskomponente (7) Position Report – PR – Daten an die streckenseitige Zugbeeinflussungskomponente (8) und zusätzlich an die fahrzeugseitige Zugbeeinflussungskomponente (7) des nachfolgenden Fahrzeuges (6.1 bis 6.6) überträgt.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben mittels streckenseitiger und fahrzeugseitiger Sende-/Empfangseinrichtungen funkzugbeeinflusster spurgebundener Fahrzeuge sowie eine diesbezügliche Anordnung.

[0002] Moderne Zugbeeinflussungssysteme für Light Rail Trains und Metros basieren auf einem CBTC – Communication Based Train Control – System, bei dem für die Datenkommunikation ein funkbasiertes Übertragungssystem, typischer Weise WLAN nach IEEE 802.11, verwendet wird. Um eine dichte Zugfolge auf der Strecke zu erreichen, wird der Betrieb der Fahrzeuge vorzugsweise nach dem Moving-Block-Verfahren realisiert. Dabei basiert die Blockisierung nicht auf vorgegebenen Gleisabschnittslängen, sondern auf sich vor beziehungsweise hinter den Fahrzeugen her bewegend Blöcken beziehungsweise Schutzstrecken. Zur Berechnung dieser Blöcke ist eine kontinuierliche Ortung der Fahrzeuge, das heißt, die Bestimmung der genauen Position, Geschwindigkeit und Fahrtrichtung der aufeinander folgenden Fahrzeuge notwendig. Die Berechnung dieser Blöcke erfolgt zentral oder dezentral in den streckenseitigen Komponenten der Zugbeeinflussungseinrichtung. Von den fahrzeugseitigen Zugbeeinflussungskomponenten werden die Daten bezüglich aktueller Position, Geschwindigkeit und andere Daten als Position Reports – PR – an die streckenseitigen Zugbeeinflussungskomponenten übermittelt. Die streckenseitigen Zugbeeinflussungskomponente berechnet aus den Position Reports – PR – die Entfernung der einzelnen Fahrzeuge zum nächsten sicher erreichbaren Zwischenziel und sendet diese Movement Authorities – MA – an die fahrzeugseitigen Zugbeeinflussungskomponenten. Die MA gibt den Fahrzeugen eine Fahrstraße bis zu dem Zwischenziel vor, wobei sichergestellt ist, dass sich zwischen dem Fahrzeug und dem Zwischenziel kein anderes Fahrzeug befindet. Die MA wird in kurzen Zeitabständen aktualisiert, um den Abstand zwischen zwei Fahrzeugen auf das sichere Minimum zu regulieren. Dieses Verfahren stellt an die Datenkommunikation zwischen den fahrzeugseitigen Komponenten der Zugbeeinflussungseinrichtung und den streckenseitigen Komponenten der streckenseitigen Zugbeeinflussungseinrichtung hohe Anforderungen, insbesondere bezüglich Bandbreite, Latenz und Verfügbarkeit.

[0003] Ein bekanntes Kommunikationsverfahren ist in den **Fig. 1** und **Fig. 2** veranschaulicht. Danach wird für die Datenkommunikation ein komplexes, funkbasiertes Übertragungssystem aufgebaut, das aus streckenseitigen Sende-/Empfangseinrichtungen **1** und fahrzeugseitigen Sende-/Empfangseinrichtungen **2** sowie einer zentralen Steuer- und Datenübergabeeinheit **3** besteht. Die streckenseiti-

gen Sende-/Empfangseinrichtungen **1** müssen mit wenigen hundert Metern Abstand entlang der üblicher Weise mehrgleisigen Strecke **4** zwischen Haltestationen **5** verteilt werden (**Fig. 2**), damit jedes Fahrzeug **6** mit mindestens einer streckenseitigen Sende-/Empfangseinrichtung **1** eine Funkverbindung hat, wodurch eine kontinuierliche Kommunikation zwischen fahrzeugseitiger Zugbeeinflussungskomponente **7** und streckenseitiger Zugbeeinflussungskomponente **8** ermöglicht wird. Üblicher Weise sind an beiden Enden des Fahrzeuges **6** Sende-/Empfangseinrichtungen **2** vorgesehen, die über einen Router **9** mit der fahrzeugseitigen Zugbeeinflussungskomponente **7** verbunden sind. Die zentrale Steuer- und Datenübergabeeinheit **5** steuert den Datenfluss von den fahrzeugseitigen Sende-/Empfangseinrichtungen **2** über die streckenseitigen Sende-/Empfangseinrichtungen **1** zu der zentralen oder auch dezentralen streckenseitigen Zugbeeinflussungskomponente **8** sowie den Datenübergabeort vom funkbasierten Übertragungssystem **10** zum streckenseitigen Signaltechniknetzwerk **11**, das die Daten zu den streckenseitigen Zugbeeinflussungskomponenten **8** verteilt. Auf diese Weise werden alle von der ortsfesten streckenseitigen Zugbeeinflussungskomponente **8** an das Fahrzeug **6** und von dem Fahrzeug **6** an die streckenseitige Zugbeeinflussungskomponente **8** zu übertragenden Daten über die zentrale Steuer- und Datenübergabeeinheit **3** geleitet. Nachteilig bei diesem bekannten Datenübertragungsverfahren ist vor allem die erforderliche große Anzahl dicht benachbarter streckenseitiger Sende-/Empfangseinrichtungen **1**, um sicherzustellen, dass die Funkverbindung zwischen Fahrzeug **6** und Streckeneinrichtung nicht abreißt.

[0004] Der Erfindung liegt demgemäß die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Anordnung gattungsgemäßer Art anzugeben, welche eine Reduzierung der streckenseitigen Sende-/Empfangseinrichtungen ermöglichen.

[0005] Verfahrensgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, dass fahrzeugseitige Sende-/Empfangseinrichtungen, welche temporär keine Funkverbindung zu einer streckenseitigen Sende-/Empfangseinrichtung haben, zu in Funkreichweite befindlichen fahrzeugseitigen Sende-/Empfangseinrichtungen mindestens eines weiteren Fahrzeuges Funkverbindung der Art aufbauen, dass zwischen den fahrzeugseitigen Sende-/Empfangseinrichtungen und einer streckenseitigen Sende-/Empfangseinrichtung eine geschlossene Datenübertragungskette gebildet wird, wobei die streckenseitige Zugbeeinflussungskomponente an die Fahrzeuge der Datenübertragungskette zusätzlich zu den Movement Authority – MA – Daten Identifikations – ID – Daten des vorausfahrenden und des nachfolgenden Fahrzeuges überträgt, und wobei die fahrzeugseitige Zugbeeinflussungskomponente aktuelle Position Report – PR – Daten an die

streckenseitige Zugbeeinflussungskomponente und zusätzlich an die fahrzeugseitige Zugbeeinflussungskomponente des nachfolgenden Fahrzeuges überträgt.

[0006] Dazu ist gemäß Anspruch 5 eine Anordnung vorgesehen, bei der die fahrzeugseitigen Sende-/Empfangseinrichtungen an beiden Enden des Fahrzeuges angeordnet sind und mit einer Funkverbindungslogik zur bedarfsweisen Bildung geschlossener Datenübertragungsketten zwischen den Sende-/Empfangseinrichtungen mehrerer Fahrzeuge und einer streckenseitigen Sende-/Empfangseinrichtung verbunden sind.

[0007] Da die fahrzeugseitigen Sende-/Empfangseinrichtungen erfindungsgemäß auch untereinander kommunizieren, kann die Datenübertragung in beiden Richtungen auch quasi indirekt aufgebaut werden. Dazu enthält die MA, die von der streckenseitigen Zugbeeinflussungskomponente berechnet wird, nicht nur – wie bisher – die bis zu dem nächsten Zwischenziel eingestellte Fahrstraße, sondern zusätzlich die IDs des vorausfahrenden und des nachfolgenden Fahrzeuges, natürlich vorausgesetzt, dass es diese Fahrzeuge gibt. Außerdem sendet die fahrzeugseitige Zugbeeinflussungskomponente PRs – Position Reports- nicht nur an die streckenseitige Zugbeeinflussungskomponente, sondern auch an das nachfolgende Fahrzeug. Aus dem PR des vorausfahrenden Fahrzeuges bestimmt die fahrzeugseitige Zugbeeinflussungskomponente den Abstand zu dem vorausfahrenden Fahrzeug, so dass ein Bremswegabstand auf jeden Fall eingehalten wird. Befindet sich kein vorausfahrendes Fahrzeug zwischen Fahrzeug und Zwischenziel, kann die letztgültige MA bis zu dem Zwischenziel abgefahren werden. Aber auch ohne den PR des vorausfahrenden Fahrzeuges erhalten zu haben, kann das Fahrzeug dem vorausfahrenden Fahrzeug mit einer Geschwindigkeit folgen, die innerhalb der streckenspezifischen Funkreichweite ein sicheres Anhalten ermöglicht. Für den Fall, dass das vorausfahrende Fahrzeug sehr langsam fährt oder steht, kann das nachfolgende Fahrzeug aufrücken, bis die beiden Fahrzeuge direkt kommunizieren können.

[0008] Fahrzeugseitige Sende-/Empfangseinrichtungen dienen quasi als mobile Relay-Stationen, wodurch das Netz der streckenseitigen Sende-/Empfangseinrichtungen erweitert wird. Folglich kann die Anzahl der streckenseitigen Sende-/Empfangseinrichtungen reduziert werden. Auch die umfangreiche Infrastruktur für die, insbesondere als Access Points ausgebildeten, streckenseitigen Sende-/Empfangseinrichtungen, beispielsweise Stromversorgung, Netzwerkanbindung, Kabelkanäle, Fundamente, kann entfallen.

[0009] Vorteilhaft ist darüber hinaus, dass weniger MAs erstellt und übertragen werden müssen, da diese nicht durch die Länge des freien Gleisabschnitts zu dem vorausfahrenden Fahrzeug begrenzt wird. Da PRs lokal zu dem nachfolgenden Fahrzeug weitergeleitet werden können, wird das streckenseitige Netzwerk entlastet und die PRs erreichen schneller das nachfolgende Fahrzeug. Die fahrzeugseitige Zugbeeinflussungskomponente errechnet selbständig anhand des PRs des vorausfahrenden Fahrzeuges die Länge des freien Gleisabschnittes bis zu dem vorausfahrenden Fahrzeug.

[0010] Für das Gesamtsystem ergibt sich durch die Reduktion der an der Datenkommunikation beteiligten Komponenten eine verbesserte Verfügbarkeit bei gleichzeitig verkürztem Datenübertragungsweg und damit erhöhter Reaktionsgeschwindigkeit.

[0011] Gemäß Anspruch 2 ist vorgesehen, dass bei mehrgleisigen Strecken in die Datenübertragungskette fahrzeugseitige Sende-/Empfangseinrichtungen auf benachbarten Gleisen geführter Fahrzeuge einbezogen werden. Dabei können sowohl Fahrzeuge, die in die gleiche Richtung, als auch Fahrzeuge, die in die entgegengesetzte Richtung fahren, für die Bildung der Datenübertragungskette genutzt werden. Durch das dynamische Verhalten der Fahrzeuge ist es sogar möglich, kurzzeitige Unterbrechungen der Datenübertragungskette zu tolerieren, ohne den Datenfluss signifikant zu behindern. In entgegengesetzte Richtung fahrende Fahrzeuge sind dabei besonders förderlich. Je dichter die Zugfolge ist, desto leistungsfähiger wird die Datenübertragung. Auch redundante oder mehrfach redundante Datenübertragungsketten oder Datenübertragungskettenabschnitte können gebildet werden.

[0012] Zusätzlich oder alternativ zu den Fahrzeugen auf Nachbargleisen sind gemäß Anspruch 3 zwischen den Gleisen angeordnete streckenseitige Sende-/Empfangseinrichtungen einbezogen. Diese stationären Sende-/Empfangseinrichtungen sind insbesondere bei zweiröhrigen Tunnelstrecken vorteilhaft. Dadurch kann die Funkverbindung zwischen Fahrzeugen, die durch Tunnelwandung getrennt sind, hergestellt oder aufrechterhalten werden. Die streckenseitigen Sende-/Empfangseinrichtungen können beispielsweise an Notausgängen, die sich üblicher Weise in regelmäßigem Abstand im Tunnel befinden, installiert werden. Diese besonderen streckenseitigen Sende-/Empfangseinrichtungen können autonom betrieben werden oder aber mit den anderen streckenseitigen Sende-/Empfangseinrichtungen vernetzt sein.

[0013] Die Funkverbindungslogik zur bedarfsweisen Bildung geschlossener Datenübertragungsketten ist gemäß Anspruch 6 in einem zwischen den Sende-/Empfangseinrichtungen eines Fahrzeuges ange-

ordneten Router vorgesehen, wobei der Router mit der fahrzeugseitigen Zugbeeinflussungskomponente verbunden ist. Die an den beiden Enden eines Fahrzeuges angeordneten Sende-/Empfangseinrichtungen leiten die von einer fahrzeugseitigen oder streckenseitigen Sende-/Empfangseinrichtung empfangenen Daten über den Router an die fahrzeugseitige Zugbeeinflussungskomponente und/oder an die am anderen Zugende angeordnete fahrzeugseitige Sende-/Empfangseinrichtung weiter.

[0014] Im Router und/oder in anderen Gliedern der Datenübertragungskette können die Daten gemäß Anspruch 4 entweder bis zur Weiterleitung oder Verarbeitung temporär zwischengespeichert werden, wobei die Daten nach Ablauf eines Gültigkeitszeitraums vorzugsweise gelöscht werden. Diese Gültigkeit kann entweder generell oder datentypbezogen sein und sich auf die verstrichene Zeit seit Datengenerierung oder auf den zurückgelegten Weg in der Datenübertragungskette beziehen. Die Funkverbindungslogik mit den Algorithmen für die Weiterleitung und Speicherung der Daten kann auch alternativ statt in dem Router direkt in den fahrzeugseitigen Sende-/Empfangseinrichtungen integriert sein.

[0015] Gemäß Anspruch 7 sind zusätzlich infrastrukturseitige Sende-/Empfangseinrichtungen zur koordinierten Ansteuerung streckenseitiger und/oder fahrzeugseitiger Einrichtungen vorgesehen. Beispielsweise in automatisierten Metrosystemen müssen lokale Prozesse koordiniert werden. Das betrifft zum Beispiel das synchrone Öffnen und Schließen von Fahrzeigtüren und Bahnsteigtüren. Dazu dienen die infrastrukturseitigen Sende-/Empfangseinrichtungen, welche entweder autonom arbeiten oder mit anderen streckenseitigen Sende-/Empfangseinrichtungen vernetzt sind.

[0016] Nachfolgend wird die Erfindung anhand einer dritten Figur in Anlehnung an die den Stand der Technik veranschaulichenden und oben beschriebenen **Fig. 1** und **Fig. 2** näher erläutert. Dabei charakterisieren gleiche Bezugszeichen gleichartige Elemente der **Fig. 1** bis **Fig. 3**.

[0017] **Fig. 3** zeigt, dass vielfältige Möglichkeiten zur Bildung von Datenübertragungsketten bestehen. Folgende Datenübertragungsketten sind als beispielhafte Auswahl dargestellt:

- Erster Fall: Auf einer zweigleisigen Strecke **4** für unterschiedliche Fahrtrichtungen, die mit Pfeilen gekennzeichnet sind, befinden sich nur die Fahrzeuge **6.3**, **6.4** und **6.5**: Die Datenübertragungskette wird von dem Fahrzeug **6.4** über die Fahrzeuge **6.3** und **6.5** bis zur streckenseitigen Sende-/Empfangseinrichtung **1.2**. gebildet.
- Zweiter Fall: Auf der Strecke **4** befinden sich nur die Fahrzeuge **6.4** und **6.6**: Die Datenübertragungskette wird von dem Fahrzeug **6.4** über die

streckenseitige Sende-/Empfangseinrichtung **1.3**, das streckenseitige Netzwerk **10** und die streckenseitige Sende-/Empfangseinrichtung **1.1** bis zum Fahrzeug **6.6** gebildet.

- Dritter Fall: Auf der Strecke **4** befinden sich nur die Fahrzeuge **6.5** und **6.6**: Die Datenübertragungskette wird von dem Fahrzeug **6.5** über die streckenseitigen Sende-/Empfangseinrichtungen **1.2** und **1.1** bis zum Fahrzeug **6.6** gebildet.

- Vierter Fall: Auf der Strecke **4** befinden sich nur die Fahrzeuge **6.3**, **6.4** und **6.6**, wobei die Funkverbindung **12** zwischen dem Fahrzeug **6.4** und der streckenseitigen Sende-/Empfangseinrichtung **1.3** gestört ist: Die Datenübertragungskette wird von dem Fahrzeug **6.4** zum Fahrzeug **6.3** und – sobald dieses Fahrzeug **6.3** die Position von **6.2** erreicht hat – über die streckenseitigen Sende-/Empfangseinrichtungen **1.2** und **1.1** bis zum Fahrzeug **6.6** gebildet.

[0018] Durch diese Datenübertragungsketten, in die mehrere Fahrzeuge **6.1** bis **6.6** integriert sein können, sind bei entsprechender Fahrzeugdichte diverse streckenseitige Sende-/Empfangseinrichtungen **1** zwischen den Stationen **5** entbehrlich, wie ein Vergleich zwischen den **Fig. 2** und **Fig. 3** verdeutlicht.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Nicht-Patentliteratur

- IEEE 802.11 [0002]

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben mittels streckenseitiger (1, 1.1, 1.2, 1.3) und fahrzeugseitiger Sende-/Empfangseinrichtungen (2) funkzugbeeinflusster spurgebundener Fahrzeuge (6, 6.1 bis 6.6), **dadurch gekennzeichnet**, dass fahrzeugseitige Sende-/Empfangseinrichtungen (2), welche temporär keine Funkverbindung zu einer streckenseitigen Sende-/Empfangseinrichtung (1.1, 1.2, 1.3) haben, zu in Funkreichweite befindlichen fahrzeugseitigen Sende-/Empfangseinrichtungen (2) mindestens eines weiteren Fahrzeuges (6.1 bis 6.6) Funkverbindung der Art aufbauen, dass zwischen den fahrzeugseitigen Sende-/Empfangseinrichtungen (2) und einer streckenseitigen Sende-/Empfangseinrichtung (1.1, 1.2, 1.3) eine geschlossene Datenübertragungskette gebildet wird, wobei die streckenseitige Zugbeeinflussungskomponente (8) an die Fahrzeuge (6.1 bis 6.6) der Datenübertragungskette zusätzlich zu den Movement Authority – MA – Daten Identifikations – ID – Daten des vorausfahrenden und des nachfolgenden Fahrzeuges (6.1 bis 6.6) überträgt, und wobei die fahrzeugseitige Zugbeeinflussungskomponente (7) aktuelle Position Report – PR – Daten an die streckenseitige Zugbeeinflussungskomponente (8) und zusätzlich an die fahrzeugseitige Zugbeeinflussungskomponente (7) des nachfolgenden Fahrzeuges (6.1 bis 6.6) überträgt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei mehrgleisigen Strecken (4) in die Datenübertragungskette fahrzeugseitige Sende-/Empfangseinrichtungen (2) auf benachbarten Gleisen geführter Fahrzeuge (6.1 bis 6.6) einbezogen werden.

3. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass in die Datenübertragungskette zwischen den Gleisen angeordnete streckenseitige Sende-/Empfangseinrichtungen einbezogen werden.

4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass in den Gliedern der Datenübertragungskette die Daten bis zur Weiterleitung temporär zwischengespeichert werden und/oder nach Ablauf ihrer Gültigkeit gelöscht werden.

5. Anordnung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die fahrzeugseitigen Sende-/Empfangseinrichtungen (2) an beiden Enden des Fahrzeuges (6.1 bis 6.6) angeordnet sind und mit einer Funkverbindungslogik zur bedarfsweisen Bildung geschlossener Datenübertragungsketten zwischen den Sende-/Empfangseinrichtungen (2) mehrere Fahrzeuge (6.1 bis 6.6) und einer streckenseiti-

gen Sende-/Empfangseinrichtung (1.1, 1.2, 1.3) verbunden sind.

6. Anordnung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Funkverbindungslogik in einem zwischen den Sende-/Empfangseinrichtungen (2) eines Fahrzeuges (6.1 bis 6.6) angeordneten Router (9), der mit der fahrzeugseitigen Zugbeeinflussungskomponente (7) verbunden ist, vorgesehen ist.

7. Anordnung nach einem der Ansprüche 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass infrastrukturseitige Sende-/Empfangseinrichtungen zur koordinierten Ansteuerung streckenseitiger und/oder fahrzeugseitiger Einrichtungen vorgesehen sind.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG 1
(Stand der Technik)

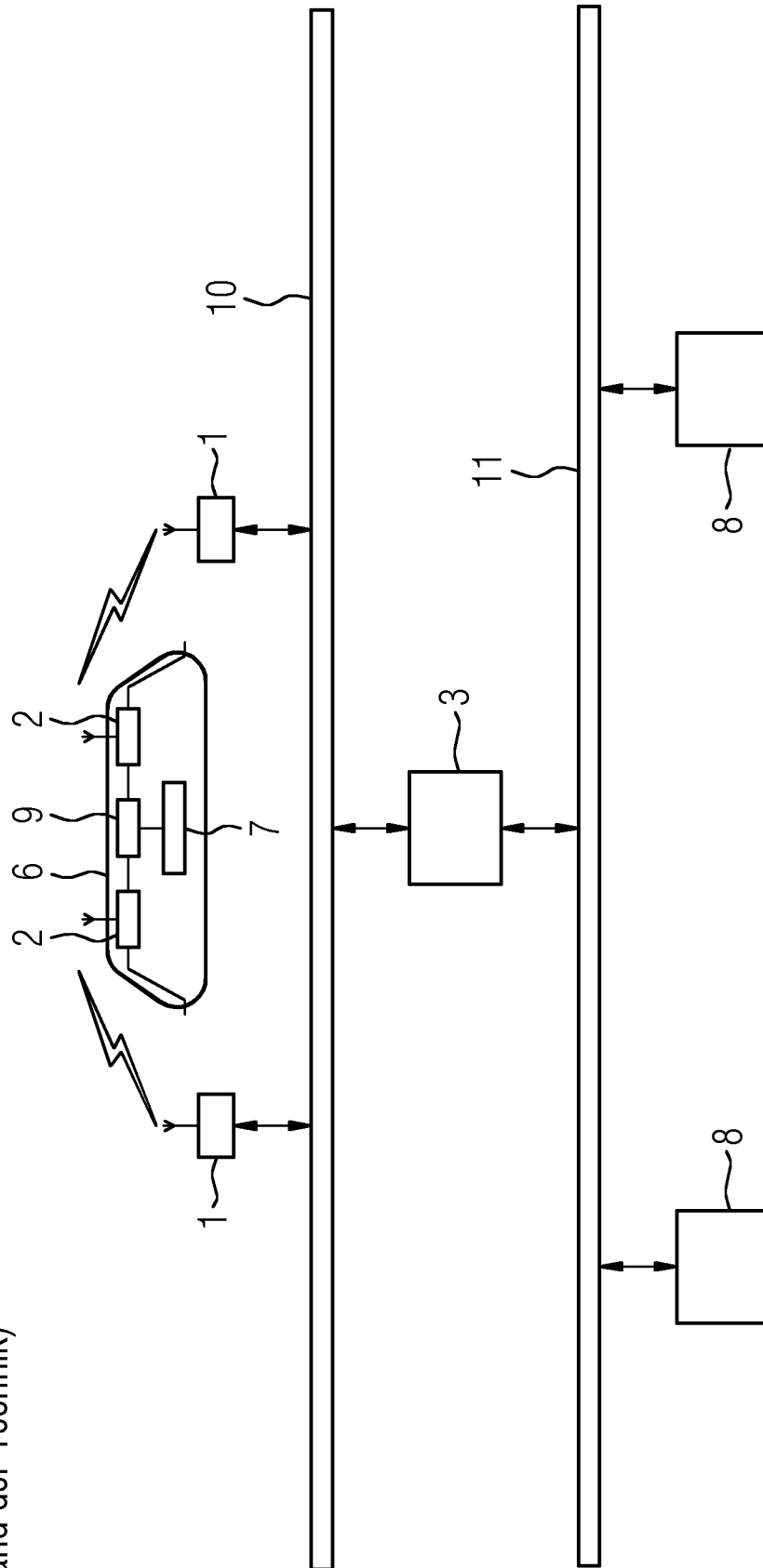


FIG 2
(Stand der Technik)

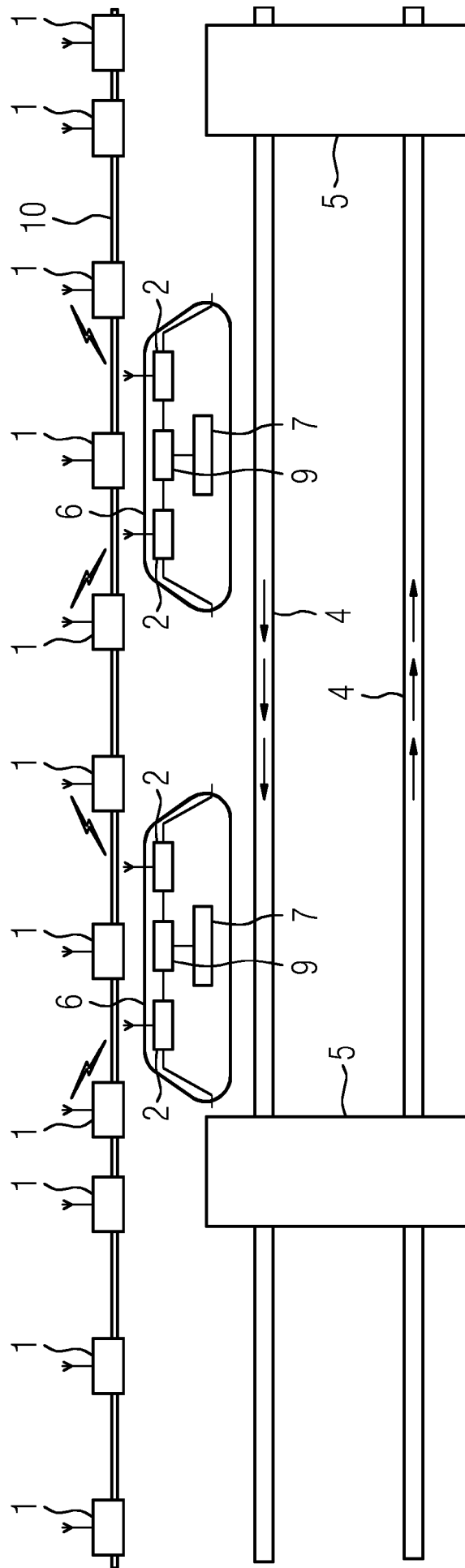


FIG 3

