



(10) **DE 10 2017 003 307 A1** 2018.10.11

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2017 003 307.2**

(22) Anmeldetag: **05.04.2017**

(43) Offenlegungstag: **11.10.2018**

(51) Int Cl.: **B61D 3/18 (2006.01)**

B61D 47/00 (2006.01)

B61D 3/04 (2006.01)

B65G 63/00 (2006.01)

(71) Anmelder:
Jörck, Hartmut, 38373 Frellstedt, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:
siehe Folgeseiten

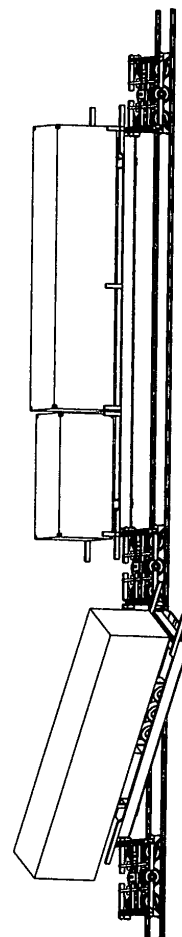
(72) Erfinder:
gleich Anmelder

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Eisenbahntransportsystem für den kombinierten Verkehr**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein modular aufgebautes Eisenbahntransportsystem für den kombinierten Verkehr. Durch einen hohen Automatisierungsgrad wird es ermöglicht, Transportplattformen unterschiedlicher Länge zwischen angetriebenen Fahreinheiten einzufügen. Die Fahreinheiten können dabei auch direkt miteinander gekoppelt werden. Sie sind weiterhin so ausgestaltet, dass die Transportplattformen sowohl relativ zum Gleis gedreht als auch parallel verschoben werden können und so ein gleichzeitiges Ent- bzw. Beladen aller Transporteinheiten eines Zuges ermöglicht wird. Ein schneller Schienengüterverkehr wird so ermöglicht.



(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	195 46 300	C1
DE	10 2005 042 218	A1
DE	10 2009 012 159	A1
DE	10 2014 013 778	A1
US	8 667 902	B2
US	2013 / 0 272 828	A1
US	5 263 420	A
US	5 564 341	A
US	2 246 543	A
US	5 291 835	A
US	3 916 799	A
US	6 123 029	A
EP	1 897 777	B1
EP	0 870 664	A2
WO	02/ 055 359	A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Transportsystem für den kombinierten Verkehr von Gütern, die auf der Straße zum Beispiel in Containern, von Lastkraftzügen oder Sattelzügen transportiert werden. Die Güter werden für den Transport über größere Strecken auf schienengebundene Transportplattformen mit nicht vorgegebener Länge umgeschlagen, wobei die Transportzeiten sowohl durch einen schnellen Umschlag, vorzugsweise automatisches Rangieren als auch durch eine Erhöhung der Transportgeschwindigkeiten gegenüber herkömmlichen Systemen deutlich reduziert werden können.

[0002] Aus klimapolitischen und anderen Gründen wird angestrebt, einen großen Teil des derzeit auf der Straße stattfindenden Gütertransports auf die Schiene zu verlagern. Ein nachhaltiger Verkehrsträgerwechsel lässt sich beim Güterverkehrs aufgrund von Kapazitätsproblemen des derzeitigen Bahnsystems, d.h. sowohl der Bahninfrastruktur als auch des Rollmaterials, derzeit nicht erreichen. Durch die zudem weit unter dem Straßentransport liegenden Durchschnittsgeschwindigkeiten des Schienengüterverkehrs (SGV) erscheint er zudem als nicht geeignet für den zeitkritischen Transport von Stückgütern. Da batteriebetriebene LKWs nur eine begrenzte Reichweite aufweisen, werden derzeit Feldversuche mit hybriden LKW-Antrieben durchgeführt, die ihre Energie zumindest abschnittsweise aus über der Straße angebrachten Oberleitungen beziehen. Energieeinsparungen sollen auch dadurch erzielt werden, dass mehrere LKWs automatisch bzw. später auch autonom in kurzem Abstand im Verband fahren. Es ist daher zu erwarten, dass sich der ökologische Fußabdruck des Straßentransports weiter verkleinern wird und sich dem entsprechend auch die Konkurrenzfähigkeit des herkömmlichen SGVs noch weiter verringern wird. Allerdings sind der Elektrifizierung des Straßengüterverkehrs enge Grenzen u.a. durch begrenzte Kapazitäten von Oberleitungen gesetzt. Eine Verbesserung des kombinierten Verkehrs von Straße und Schiene erscheint daher notwendig. Eine nachhaltige Verlagerung des Güterverkehrs erfordert dabei aufgrund der begrenzten Batteriekapazitäten von Verteiler-LKWs eine hohe Dichte von Umschlagterminals und damit nicht nur hohe Fahrgeschwindigkeiten sondern auch kurze Umschlagzeiten.

[0003] Güter können von der Straße auf die Schiene verlagert werden, indem man entweder begleitet komplette LKW-Züge auf Waggons wie z.B. bei der rollenden Landstraße verlädt, oder unbegleitet entweder nur Sattelaufleger oder Anhänger ohne Zugmaschine transportiert. Wechselbrücken oder Container werden vorzugsweise ohne Fahrzeug verladen. Der Großteil des Straßentransports erfolgt in Europa mit standardisierten Sattelauflegern (Standard Semi-Trailer). Für den Transport von Auflegern über

längere Strecken wurden Taschenwagen entwickelt, auf die die Aufleger mit Hilfe von Kränen gesetzt werden. Da aber nur ein geringer Anteil der Aufleger die dafür erforderliche Zusatzausrüstung aufweist, wurde eine Vielzahl von Alternativen zu den Taschenwagen entwickelt. Diese lassen sich in Systeme unterteilen, die zum Umschlagen der Aufleger fest im Terminal installierte Vorrichtungen benötigen und Systeme, die unabhängig von einer ortsfesten Infrastruktur sind. Zur ersten Kategorie gehört das System Modalohr, das ähnlich wie in WO 02/055359 A1 beschrieben realisiert worden ist. Hierbei wird die den Aufleger tragende Nutzlastplattform relativ zur Schiene um ca. 30° verdreht, so dass die Zugmaschine den Aufleger auf die Plattform ohne Fahrtrichtungsänderung befördern kann. Vorteilhaft ist bei dieser Lösung, dass alle Waggons gleichzeitig beladen werden können. Allerdings müssten hierzu die Zugmaschinen auf den Zug warten. Eine andere Variante einer drehbaren Plattform ist in US 2013/0272828 A1 beschrieben. Bei diesen Ansätzen bleiben die Waggons als Einheit erhalten. Eine weitere Lösung besteht darin, den Waggon in Schienenrichtung wie in US 5564341 auseinander zu ziehen, so dass die Plattform zumindest von einer Seite aus Be- und Entladen werden kann. Da die Transportplattform dabei im Gleis verbleibt, erfordert diese Lösung erhebliche Gleislängen. Der Zug kann zudem nur sequentiell wieder zusammengestellt werden, was zu Zeitverlusten führt.

[0004] Das Gleiche gilt für das in US 5291835 angegebene und unter den Namen RoadRailer oder RailRunner bekannte System, bei dem speziell verstärkte Aufleger über spezielle Drehgestelle direkt miteinander verbunden werden. Die Aufleger sind daher für den Bahnbetrieb zu verstärken, dafür entfällt aber das Plattformgewicht. Durch den geringen Abstand der Aufleger ergibt sich zudem ein geringerer Luftwiderstand gegenüber konventionellen Waggonbasierten Lösungen. Eine Lösung für ein Zusammenstellen des Zuges durch eine seitliche Verschiebung der Trailer ist in US 6,123,029 beschrieben. In der dort vorgeschlagenen modularen Lösung sind zudem die Drehgestelle mittels LKW-Technik angetrieben, so dass das Rangieren vereinfacht werden kann.

[0005] Eine weitere Lösung mit schwenkbaren Plattformen ist in US 8667902 B2 gezeigt (ähnlich dem Kockums Megaswing Waggon). Bei diesen Waggons wird mit einem klappbaren Schienensystem die Plattform so ausgeschwenkt, dass der Drehpunkt oberhalb von einem Drehgestell verbleibt. Dieser Ansatz benötigt keine zusätzliche Infrastruktur. Trotz der mitgeführten Schwenkmechanismen fällt das Gewicht eines Gelenkwaggons mit 3 Drehgestellen geringer als bei vergleichbaren Modalohr Waggons aus. Nachteilig ist bei diesem System, dass die Plattformen nur von einer Seite aus beladen werden können.

[0006] Damit die Zugmaschinen nicht auf den Zug warten müssen, werden die Auflieger bei dem unter dem Namen CargoBeamer bekannten System auf Plattformen mit fest vorgegebener Länge abgestellt. In dem in DE 10 2009 012 19 A1 und DE 10 2014 013 778 A1 beschriebenen System werden diese Plattformen seitlich neben den Waggons aufgestellt und mittels ortsfester Mechanismen auf die Waggons verschoben. D.h. Ent- und Beladung können innerhalb sehr kurzer Zeit erfolgen. Das Gewicht realisierter Waggons fällt dabei allerdings so hoch aus, dass für einen Auflieger 2 Drehgestelle benötigt werden.

[0007] Mit den Waggon basierten Systemen lassen sich aufgrund vorgegebener Längen nur Standard-Sattelaufleger mit transportieren. Einige Waggontypen sind zusätzlich noch zum Transport von Containern ausgerüstet. Höhere Durchschnittsgeschwindigkeiten lassen sich mit diesen Lösungen nur im Punkt zu Punkt Verkehr mit Ganzzügen über größere Strecken erzielen.

[0008] Die Aufgabe der Erfindung ist es somit, ein vorzugsweise für den kombinierten Güterverkehr geeignetes Eisenbahn Transportsystem zu schaffen, dass die oben geschilderter Nachteile bisheriger Systeme verkleinert und deren Vorteile nach Möglichkeit beibehält. Um das System flexibel unterschiedlichen Transportaufgaben anpassen zu können, soll das System an Straßenfahrzeuge unterschiedlicher Länge mit vertretbarem Aufwand anpassbar sein. Kleine Umschlagzeiten sollen sowohl in Terminals als auch Logistikzentren erzielt werden können, indem die Transportplattformen wie beim Modalohr System sowohl im Gleis verdreht werden können als auch komplett wie beim CargoBeamer-System durch seitliches Verschieben abgesetzt werden können. Der Umschlag soll im Gegensatz zu diesen Systemen keine ortsfesten Mechanismen erfordern. Weiterhin soll ein hoher Automatisierungsgrad implementierbar sein und dadurch auch die Rangierzeiten verglichen mit den bekannten Lösungen deutlich verringert werden können. Durch eine modulare Bauweise soll im Endausbau des Systems ein autonomer Schienentransport mit hohen Durchschnittsgeschwindigkeiten ermöglicht werden.

[0009] Diese Aufgabenstellung wird durch die im Patentanspruch 1 aufgeführten Merkmale gelöst.

[0010] Zweckmäßige Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0011] Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen insbesondere darin, dass für einen unbegleiteten und begleiteten Transport von Straßenfahrzeugen mit unterschiedlichen Längen die Fahrtzeiten zwischen den Terminals durch hohes Beschleunigungsvermögen und hohen erzielbaren Endgeschwindig-

keiten reduziert werden können. Gleichzeitig lässt sich der Streckendurchsatz erhöhen, da sich die Güterzüge besser in Strecken mit schnellem Personenverkehr einfügen lassen. Die modulare Ausbildung lässt eine Verdrehung und Verschiebung von Transportplattformen mit nicht vorgegebener Länge zu und trägt so zu kurzen Umschlag- und Rangierzeiten bei. In Verbindung mit zusätzlich nachrüstbaren Verkleidungen können zudem hohe Endgeschwindigkeiten bei vergleichsweise niedrigen Energiekosten erzielt werden und somit auch Terminals mit Abständen von wenigen hundert Kilometern wirtschaftlich bedient werden. Durch verteilte Antriebe werden insbesondere in Verbindung mit einer Positions- und Geschwindigkeitsregelung die Zug- und Stoßlasten im Zug deutlich reduziert, so dass Gewichtseinsparungen möglich werden.

[0012] Mögliche Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden im Folgenden näher beschrieben. Die detaillierte Ausgestaltung der Erfindung hängt von konstruktiven und fertigungstechnischen Fähigkeiten und Möglichkeiten der ausführenden Firmen ab.

[0013] Es zeigen

Fig. 1 einen modular aufgebauten Zugverband mit Transportplattformen unterschiedlicher Länge,

Fig. 2 eine Variante mit direkter Kopplung zweier Transporteinheiten über die Fahreinheiten,

Fig. 3 das Absetzen der Nutzlast durch Verdrehen oder Verschieben der Nutzlastplattform,

Fig. 4 die Steuerung der Plattformbewegung durch lenkbare Schwerlastrollen,

Fig. 5 ein alternatives Verfahren der Plattform durch automatische Schwerlastflurförderfahrzeuge,

Fig. 6a eine Fahreinheit mit Innenrahmen des Drehgestells,

Fig. 6b eine Fahreinheit mit zusätzlicher einklappbarer Schiene zum Entladen auf unebenen Böden,

Fig. 7 eine alternative Bauart der Fahreinheit mit Außenrahmen des Drehgestells,

Fig. 8 einen Verriegelungsmechanismus mit zusätzlichen Funktionen,

Fig. 9 eine Anordnung für eine Verriegelung der Transportplattform mit Lashaken,

Fig. 10 die Kombination der Fahreinheit mit modularen Aufbauten für die Endeinheiten,

Fig. 11 die Anwendung der Antriebsprinzipien auf einen Straßenzug,

Fig. 12. einen strömungsgünstig verkleideten Zug,

Fig. 13 die Containerverladung auf einen LKW mit angetriebenen höhenverstellbaren Stützen,

Fig. 14 den Aufbau einer Transportplattform mit in der Höhe verstellbaren Böden und Klappwänden und

Fig. 15 das Absetzen von verkleideten Transportplattformen, eine weitere Ausbildung von Klappdächern und das direkte Umladen auf von der Plattform auf LKW.

[0014] Der erfindungsgemäße kombinierte Verkehr wird mit modular aufgebauten Zugeinheiten (**Fig. 1, Fig. 2**) durchgeführt, der aus vorzugsweise automatischen Fahreinheiten **4** und zwischen diesen Einheiten eingehängten Transportplattformen unterschiedlicher Länge **1** oder **2** besteht. Eine Transporteinheit besteht damit mindestens aus zwei Fahreinheiten **4** und einer Transportplattform **1** oder **2**, deren Länge nicht fest vorgegeben ist. Um mit wenigen Fahreinheiten eine möglichst flexible Lastverteilung erzielen zu können, werden diese für in Europa übliche Achslasten vorzugsweise mit drei Radsätzen ausgerüstet, die für einen Material schonenden und leisen Betrieb passiv oder aktiv radial bzw. axial einstellbar ausgeführt werden sollten. Für einen flexiblen Einsatz der Fahreinheit insbesondere beim Rangieren sollte mindestens eine Achse angetrieben sein, wobei aus Gewichts und dynamischen Gründen vorzugsweise ein Direktantrieb zum Einsatz kommen sollte.

[0015] Kurze Plattformen **1** sind für den Transport von standardisierten Sattelaufliegern **3** ausgelegt, längere Plattformen **2** können bedarfsgerecht für ganze Sattelzüge, Anhänger etc. oder für spezielle Aufgabenstellungen ausgeführt sein. Zusätzlich können die Plattformen für den Transport von Containern ausgerüstet werden, wobei die Container erfindungsgemäß zusammen mit der Plattform **1,2** abgesetzt werden können. Vorzugsweise werden die Containerstützen **10** dabei so ausgeführt, dass die Container zur Verladung auf einen LKW ohne Kran hoch gedrückt werden können (**Fig. 13**). Am Zugende werden auf die Fahreinheiten **4** Kupplungsmodul **5** gesetzt, die mit automatischen Kupplungen **11** ausgerüstet sind. Diese Kupplungen sollten vorzugsweise auch eine dynamische Zugbildung ermöglichen. Auf diese Kupplungsmodul können dann je nach Bedarf Fahrerinnen mit Oberleitung basierter Energieversorgung **6**, nur als Windschild ausgeführte Kabinen **7** oder für den automatischen bzw. autonomen Betrieb z.B. auf der letzten Meile nur reine Energieversorgungen **8** gesetzt werden. Die zentralen Energiequellen **6, 8** versorgen die Fahrmotoren in den Fahreinheiten **4** über eine Stromschiene und laden die zum Rangieren vorhandenen regenerativen Energiequellen in den Fahrmodulen **4** wieder auf. Für den automatischen bzw. autonomen Betrieb des Zuges wer-

den die Endeinheiten zusätzlich mit einem Sensor-Modul **9** ausgestattet, dass auch bei höheren Fahrgeschwindigkeiten eine Streckenüberwachung ermöglicht.

[0016] Das Interfacemodul zwischen den Fahreinheiten **4** und den Transportplattformen **1,2** ist dabei so ausgebildet, dass bei höheren Nutzlastanforderungen zwei Fahreinheiten **4** direkt miteinander verbunden werden können (**Fig. 2**). Durch die Trennung von Fahreinheit und Transportplattform kann das System mit geringerem Aufwand als bei Waggon basierten Lösungen der jeweiligen Transportaufgabe angepasst werden. Die Schnittstellen sind dabei naturgemäß zu standardisieren.

[0017] Die Fahreinheit **4** lässt zur Entladung der Plattform **1,2** entsprechend **Fig. 3** dabei eine Verdrehung als auch eine seitliche Verschiebung und damit auch ein Absetzen der Plattform zu. Hierzu wird die Plattform **1,2** mit in der Fahreinheit **4** vorhandenen Vorrichtungen auf den Boden abgesenkt. Anschließend kann die Plattform mit integrierten Schwerlastrollen bewegt werden (**Fig. 4**), wobei vorzugsweise lenkbare Rollen verwendet werden. Diese können auch angetrieben sein. Ein seitliches Verfahren wird mit den Rollen in Position **41** und ein Drehen um die Hochachse in Position **42** ermöglicht. Für das Verschieben der Plattform z.B. an Laderampen kann eine Längsverschiebung mit Rollen in Position **43** erforderlich werden. Zu Überbrückung von Unebenheiten wie Schienenrillen etc. werden mehrere Rollen geeignet versetzt angeordnet. Der durch die Rollen bedingte Abstand zwischen Plattform und Boden kann durch federnd gelagerte Rampen **44** überbrückt werden. Diese können zur Fahrt beim Einschwenken bzw. Einfahren der Plattform **1,2** zwischen 2 Fahreinheiten automatisch mit gesichert werden.

[0018] Bei einer antriebslosen Ausführung der Plattform **1,2** kann die Bewegung entweder mit in der Fahreinheit **4** integrierten Mechanismen erfolgen oder es werden automatische Schwerlastflurfördersysteme **50** (**Fig. 5**) benutzt, die vorzugsweise um 360° drehbare und angetriebene Rollen **51** besitzen. Zur Federung bieten sich drehbare hydropneumatische Federn an, mit denen gleichzeitig auch die Last angehoben werden kann. Die Plattformen **1,2** sind zur Aufnahme von Kippmomenten mit standardisierten Schnittstellen auszurüsten. Die erforderliche Koordination der Transporter lässt sich mit dem Stand der Technik realisieren. Die Positionierung der Plattformen ist durch die Zusammenstellung des Zuges vorgegeben und kann beispielsweise mittels Differential GPS erfolgen. Das Einfügen der Plattform in den Zugverband kann mittels geeigneter Relativsensoren oder nach dem Absetzen der Plattform neben dem Gleis mit den im Folgenden beschriebenen Mechanismen erfolgen.

[0019] Soll ein Verschieben bzw. Verdrehen der Plattform (**Fig. 3**) mit Hilfe von in der Fahreinheit **4** vorhandenen Mechanismen erfolgen, kann hierzu unabhängig von der Länge der Transportplattform **1**, **2** vorzugsweise ein gerades Schienensystem **31** genutzt werden. Die erforderlichen Schubkräfte bzw. Drehmomente werden über die Plattformträger **32** aufgebracht. Ein Beispiel für die Kraftübertragung ist in **Fig. 6a**, **Fig. 6b** gezeigt. Andere Lösungen sind entsprechend den Fähigkeiten der ausführenden Firmen möglich. Hierzu greifen bewegliche Stifte **65a**, **65b** in Längsschlitze der Träger **32** ein. Die Stifte bzw. Verriegelungen **65a**, **65b** sind unabhängig voneinander in der beweglichen Schiene **64** verschiebbar. Der in Bewegungsrichtung vordere Stift wird hierzu in die Schiene eingezogen. Um zum Entladen einen Abstand zwischen Plattform **1,2** und Fahreinheit **4** herzustellen, wird die Schiene **64** relativ zum Interfacemodul bzw. Rahmen **61** teleskopartig ausgefahren. Für die Bewegung der Schiene und Stifte sind verschiedenartigste Lösungsansätze wie Seitzüge, Zahnradgetriebe etc. einsetzbar. Die Positionierung der Mechanismen erfolgt automatisch mit Hilfe geeigneter Positionssensoren.

[0020] Die Bewegung der Plattform mit den integrierten Schwerlastrollen erfordert ausreichend ebene und tragfähige Böden. Sollte dieses nicht gegeben sein, kann entsprechend der in US 8,667,902 B2 gezeigten Lösung eine Schiene hinreichender Länge **67a** ausgeschwenkt werden. Da hier die Schwerlastrollen den Boden nicht berühren, muss das Schienensystem **64**, **67a,b** zur Aufnahme des Gewichts der beladenen Plattform **1,2** verstärkt ausgeführt werden. Das Schienensystem **64**, **67b** wird mittels der Stützen **68** hydraulisch oder mit Spindeln ausgerichtet. Zusätzlich wird bei einer derartigen Lösung die Schiene **64** vor dem Verschieben relativ zum Rahmen **61** angehoben. Bei kurzen Plattformen **1** ist aufgrund der begrenzten Länge der Träger **32** nur eine Verschiebung parallel zum Gleis möglich, was zum Entladen auf unebenen Industrieböden etc. aber hinreichend sein dürfte.

[0021] Zum Absetzen der Plattformen **1,2** bieten sich mehrere Lösungsansätze an. Das Schienensystem **31** ist in **Fig. 6a** fest mit dem Interfacemodul **61** verbunden und muss mit diesem abgesenkt werden. Alternativ könnte auch das gesamte System **31** relativ zum Rahmen **61** abgesenkt werden. Hierzu wären allerdings weitere Mechanismen erforderlich, so dass die erste Lösung günstiger erscheint. Zum Absenken der Interfacemodule **61** können angepasste Sekundär-Luftfedern von Jakobs-Drehgestellen verwendet werden, wie sie beispielsweise in EP 1897777 B1 gezeigt sind. Vorzugsweise werden zur Aufwandsverminderung aktive Primärfedern verwendet, mit denen die Interface-Rahmen **61** zusammen mit dem Drehgestellrahmen **60** abgesenkt werden können. Hierzu kommen beispielsweise bekannte Lösungen von

multifunktionalen hydropneumatischen Federn zum Einsatz, die Federung, Niveau- und Wankregelung sowie Dämpfer in einer kompakten Baugruppe vereinen. Zum Absetzen werden dabei die integrierten (Luft-) Federn abgeschaltet. Derartige Baugruppen werden beispielsweise in Landmaschinen eingesetzt.

[0022] In **Fig. 6A**, **Fig. 6b** ist ein konventionelles Jakobs-Drehlager **62a** mit zentralem Drehzapfen gezeigt. Um die Lastpfade im Drehgestell kurz zu halten, wird vorzugsweise ein Innenrahmen verwendet. Das Lager ist dabei so auszubilden, dass kleinere Relativbewegungen in Längsrichtung zwischen Zapfen und Interfacemodul **61** möglich sind. Die Position zwischen Lager **62a** und Interface **61** kann mittels eines Hydraulikzylinders **62b** eingestellt werden. Andere multifunktionale und direkt in das Lager **62a** integrierte Lösungen sind möglich. Der Königszapfen von Sattelaufhängen wird wie bei bekannten Waggons für den kombinierten Verkehr mit einer verschiebbaren und höheninstellbaren Verriegelung **63** festgesetzt.

[0023] Die beim Verschieben der Plattform auftretenden Kräfte werden beispielsweise mit Hilfe der Stützen **66a**, **66b** in Boden oder die Schiene eingeleitet. Die auch als Schienenräumer nutzbaren Stützen **66b** können beim Absetzen zusammen mit den Stützen **66a** hoch gedrückt werden oder beide getrennt voneinander aktiv ausgeführt werden. Eine Relativbewegung zwischen Drehgestell und Interface in Längsrichtung muss dabei gewährleistet bleiben. Je nach Ausführung der Interfacemodule **61** kann es erforderlich werden, dass beispielsweise zur direkten Kopplung von zwei Fahreinheiten **4** die Stützen **66a** zur Höhenjustierung der Interfacemodule **61** benötigt werden. Andere, beispielsweise auf schwenkbare Stützen beruhende Lösungen sind möglich. Bei einer Bewegung der Plattformen **1,2** mit Hilfe der Schwerlastflurförderer **50** werden nur die Verriegelungsmechanismen **65c, d** benötigt. Das Interfacemodul **61** wird daher vorzugsweise so modular aufgebaut, dass die in (**Fig. 6a**, **Fig. 6b**) gezeigten Schienensysteme **31** und evtl. auch das erweiterte System **67** bei Bedarf ergänzt werden können.

[0024] Bei der in **Fig. 6A**, **Fig. 6b** gezeigten konventionellen Lösung mit zentralem Drehzapfen sind lange Lastpfade zwischen den Trägern **32** und dem Lager **62a** erforderlich. Diese können mit der in **Fig. 7** beispielhaft für Bogenradien von 150m skizzierten Lösung deutlich verkürzt werden und so das Gewicht der Fahreinheit reduziert werden. Kleinere befahrbare Radien sind mit einer kompakteren Bauweise als der gezeigten möglich. Hierzu werden erfindungsgemäß die Kräfte auf kürzestem Weg in einen Außenrahmen **71** von der Plattform **1** über die hier nicht gezeigten Träger **32** und das nur teilweise als Außenrahmen **71** gezeigte Interfacemodul **61** in den Fahrgestellrahmen **70** eingeleitet. Der Drehgestellrahmen **70** wird hier beispielhaft mittels unabhängiger

ger Schwingen und den multifunktionalen hydropneumatischen Federn **79** gegenüber den Schienen abgesenkt. Die Länge der Schwingen ist der benötigten Hubhöhe anzupassen. Durch die hydropneumatische Federung werden Laststöße stark vermindert. Das dynamische Verhalten des Drehgestells bzw. der gesamten Zuges wird weiter durch eine vorzugsweise aktive Steuerung der Achsen verbessert. Gleichzeitig wird hierdurch ein Gleis schonendes und leises Fahren ermöglicht. Hierzu werden beispielhaft die äußeren Achsen mittels der Lager **72** radial und die mittlere Achse mittels des Lagers **73** axial eingestellt. Passive mechanische Lösungen sind für dreiachsige Drehgestelle von Lokomotiven aus z.B. US 5,263,420 bekannt. Aktiven geregelten Lösungen ist der Vorzug zu geben. Ein Beispiel für zweiachsige Drehgestelle ist in EP 0 870 664 A2 gegeben. Da alle Fahrheiten miteinander vernetzt sind, ist auch eine Vorsteuerung der Achsen möglich.

[0025] Zur weiteren Verbesserung des dynamischen Verhaltens sollten Direktantriebe **77** eingesetzt werden. Hierbei sollten aus Gewichts- und energetischen Gründen Technologien aus dem Fahrzeug- oder Flugzeugbau zum Einsatz kommen, mit denen sich Leistungsgewichte $>5\text{kW/kg}$ und Wirkungsgrade von ca. 95% inklusive Leistungselektronik erzielen lassen. Bei einer Anpassung an den Bahnbetrieb sollten sich diese Kennwerte nicht wesentlich verschlechtern. Zur Verminderung des Luftwiderstandes kann ein ebener Boden **78** auch als strukturell tragendes Element genutzt werden. Die Radsätze können wartungsfreundlich nach dem Wegklappen der Interfacemodule **61** nach oben aus dem Drehgestellrahmen gehoben werden.

[0026] Um den angestrebten Leichtbau zu ermöglichen, werden die Plattformkräfte über ein Multifunktions-Lager **74** in den Drehgestellrahmen **70** eingeleitet. Das erfindungsgemäße Lager erlaubt die Drehbewegung der beiden Interfacemodule **71** um einen virtuellen zentralen Drehpunkt, die nötigen Verkipnungen der Plattformen 1,2 bzw. Interfacemodule, sowie die erforderliche Einstellbarkeit der Interfacemodule **71** relativ zum Drehgestell **70**. Hierzu werden beispielsweise in dem Block **74** zwei gegeneinander verschiebbare, federnd gelagerte Drehführungen **75a**, **75b** integriert, die eine Relativbewegung in Längsrichtung erlauben. Diese Lager können mechanisch oder anderweitig miteinander gekoppelt sein. In diese Lager ist eine weitere Führung integriert, die eine möglichst spielfreie und leichtgängige Drehbewegung um den virtuellen Drehpunkt erlaubt. Aufgrund der großen Lagerradien ist die Aufnahme von Kräften in Längsrichtung schwierig zu gewährleisten. Dieses Problem lässt sich umgehen, indem die Längskräfte von multifunktionalen Zylindern **76** aufgenommen werden. Die jeweils einem Interfacemodule **71** zugeordneten Zylinder sind kreuzweise verschaltet. Differenzen zwischen der Kreisbewegung der Führung

und der tangentialen Anordnung der Zylinder können von dem Linearlagern **75a**, **75b** aufgefangen werden. Die Zylinder **76** werden weiterhin so ausgelegt bzw. sind so zu verschalten, dass der Drehbewegung eine Linearbewegung in Längsrichtung überlagert werden kann. Bei einer weitgehenden Festlegung der Drehbewegung durch die Zylinder kann das Lager **74** vereinfacht werden. Weiterhin werden die Zylinder wie die hydropneumatischen Federn vorteilhaft gleichzeitig als Schlinger- bzw. Stoßdämpfer ausgebildet. Eine Integration aller erforderlichen Funktionalitäten in einer einzigen Einheit ist denkbar. Die Ausbildung eines derartigen Systems hängt auch hier wieder von den konstruktiven und fertigungstechnischen Fähigkeiten des Herstellers ab.

[0027] Bei speziellen für große Ladevolumen ausgelegten Sattelaufliegern ist evtl. der Abstand des Königszapfen zum Boden verringert. Hierdurch kann ein Verschieben bzw. Verdrehen der Plattform 1,2, bei großen Laufkreisdurchmessern der Radsätze erschwert werden. Der Abstand zwischen Zapfen und Rädern kann bei gegebenem Raddurchmesser vergrößert werden, wenn in Terminals die Schienen gegenüber dem Boden tiefergelegt werden.

[0028] Eine sichere lösbare Verbindung **65c,d** der Plattform 1,2 mit dem Interface **61** lässt sich beispielsweise nach dem Prinzip von automatischen Containerverriegelungen herstellen. Eine beispielhafte Ausführung ist in **Fig. 8** gezeigt. Deren Dimensionierung ist den aufzunehmenden Lasten anzupassen. Zur Systemvereinheitlichung werden die Verriegelungen funktional so erweitert, dass die drehbare Verriegelung **84** mitsamt ihrer Führung **83** in die Führung **81a** eingezogen werden kann. So kann das Gehäuse **81b** komplett freigegeben werden (**Fig. 8**, oben). Hierdurch wird ermöglicht, dass zur direkten Kopplung der Fahrheiten (**Fig. 2**) die gegenüberliegende Verriegelung in das Gehäuse **81b** eingreifen kann und die Einheiten zusammenziehen kann. Eine Verriegelung mit dem Block **82a** ist in **Fig. 8**, Mitte gezeigt. Die Funktionalität der Verriegelung kann so erweitert werden, dass die Verriegelung auch als Antrieb für in der Plattform 1,2 vorhandene Mechanismen wie beispielsweise der Einstellung der Schwerlastrollen (**Fig. 4**) genutzt werden kann. Hierzu wird die Verriegelung **84** formschlüssig in den Abtrieb **85** geschoben, der im Block **82b** drehbar gelagert ist.

[0029] Da die erforderlichen Zugkräfte für die unteren Verriegelungen **65d** relativ groß sind, kann die in **Fig. 9** gezeigte Haken-Verriegelung vorteilhaft sein. Die Haken **94** sind dabei so versetzt angeordnet, dass die Plattform 1,2 dargestellt durch den Kasten **91** richtungsunabhängig in die Aufnahmen **95** eingehängt werden kann. Um die Interfacemodule **61** miteinander koppeln zu können, sind neben den Haken Aussparungen vorgesehen, in die die Haken der zu koppelnden Fahrheiten eingeschoben werden kön-

nen. Eine Verbindung wird anschließend mit einer nach den in **Fig. 8** gezeigten Prinzipien arbeitenden Verriegelung hergestellt, die mittig in dem mit 93 vereinfacht dargestellten Interfacemodul **61** angeordnet ist. Da vorzugsweise jede Fahreinheit **4** angetrieben ist und die Regelungen der Fahreinheiten miteinander koordiniert sind, sind hier nur kleine Zugkräfte zu übertragen. Für die Kopplung kann eine Höhenjustierung der Rahmen **61** (bzw. 93) beispielsweise über die aktiven Stützen **66a,b** erfolgen. Andere konstruktive Lösungen sind auch hier wieder möglich.

[0030] Für die Kopplung der Stromschiene über eine Transportplattform oder bei der direkten Kopplung der Fahreinheiten miteinander können Abwandlungen der in **Fig. 8, Fig. 9** gezeigten Prinzipien eingesetzt werden. Die Übertragung von Daten sollte vorzugsweise kontaktlos erfolgen. Bei einer Hochfrequenz-Übertragung können zur Erhöhung der Störsicherheit evtl. Strukturelemente der Transportplattform als Hohlleiter dienen.

[0031] Da eine direkte Kopplung der Fahreinheiten während der Fahrt schwer zu realisieren ist, werden zur Kopplung von Zugeinheiten entsprechend **Fig. 10** Kupplungsmodule **5** auf die Fahreinheiten am Zuganfang bzw. Ende gesetzt. Die beiden Interfacemodule **61** werden durch geeignete Maßnahmen im Jakobslager oder wie hier gezeigt durch eine ausfahrbare Schiene **101** in den Seitenträgern der Interfacerahmen **61** starr miteinander verbunden. Diese Kopplung kann auch durch eine geeignete Ausgestaltung des Kupplungsmoduls **5** durchgeführt werden.

[0032] Eine dynamische Kopplung von Zugteilen erfolgt über die automatische Kupplung **11**, die bei Bedarf auch gleichzeitig die Stromschienen der Zugteile miteinander verbinden kann. Eine Datenübertragung sollte wieder vorzugsweise kontaktlos erfolgen. Für den autonomen Betrieb werden die Module **5** zusätzlich mit einem Sensormodul **9** ausgerüstet, das den Messbereich der zum Rangieren bzw. Absetzen der Plattformen 1,2 benötigten Nahbereichsensoren deutlich erweitert und so eine möglichst weit vorausschauende Fahrwegüberwachung ermöglicht.

[0033] Die Energieversorgung der Fahreinheiten erfolgt zum Rangieren mit den in jeder Einheit vorhandenen regenerativen Energiequellen. Für Fahrten über längere Strecken werden die Kupplungsmodule **5** zusätzlich mit Energiequellen zur zentralen Versorgung aller Fahreinheiten über eine durchgängige Stromschiene ausgerüstet. Verschiedene Quellen sind dank standardisierter Schnittstellen untereinander austauschbar. So wird für den autonomen Transport auf der letzten Meile nur ein sogenannter Powerblock **100** benötigt, der beispielsweise einen Batteriesatz größerer Kapazität, eine Brennstoffzelle oder einen Hybridantrieb mit einem Dieselmotor beinhalten kann. Auf diesen Block **100** kann zusätz-

lich ein Windschild oder verkürztes Führerhaus **105** für den nicht autonomen Betrieb gesetzt werden. Für den Fernverkehr wird ein Führerhaus **106** mit einem Stromabnehmer auf das Kupplungsmodul gesetzt, in dem auch die Oberleitungsspannung auf für die für die Stromschiene geeignete Form umgesetzt wird. Aufgrund der mit dem Konzept möglichen großen Zuglängen sollte die Stromschienenspannung zur Begrenzung der Stromstärken höhere Werte aufweisen. Über die Stromschiene werden nicht nur die in jeder Fahreinheit vorhandenen Antriebe versorgt, sondern auch die Rangierbatterien wieder aufgeladen. Zur Verminderung des Luftwiderstandes kann Kupplungsmodul **5** zusätzlich noch mit Windleitflächen **107** ausgerüstet werden.

[0034] Dieses modulare Konzept kann auch Straßenzüge (**Fig. 11**) übertragen werden bzw. umgekehrt können für den Straßentransport entwickelte Technologien wie autonomes Fahren auch für den SGV angepasst werden. Ausgehend von bestehenden Konzepten für hybride LKW-Antriebe mit einer Ausrüstung für den Oberleitungsbetrieb **110** werden die Auflieger ebenfalls mit einer Stromschiene und einer automatischen Kupplung ausgerüstet. Der nächste Auflieger wird mittels eines Dollies **111** gekoppelt, das mindestens eine lenkbare und mindestens eine angetriebene Achse enthält. Die Energie wird von der Zugmaschine **110** über eine Teleskopdeichsel **112** auf die folgenden Fahrzeuge übertragen. Die Dollies **111** sind wie die Fahreinheiten **4** mit Batterien für den Rangierbetrieb ausgerüstet, deren Kapazität für autonome Fahrten im Nahverkehr noch durch Zusatzenergiequellen **113** erweitert werden kann. Sind die Dollies mit Sensoren zum automatischen Rangieren ausgerüstet, kann ein derartiger Straßenzug im Terminal zerlegt werden und innerhalb kurzer Zeit auf die Plattformen 1,2 verladen werden (**Fig. 1, Fig. 2**). Für ein automatisches Rangieren wird eine Abstandsregelung erforderlich, die auch den Abstand zwischen Dolly und vorausfahrendem Fahrzeug regeln kann. Dadurch werden die von den Deichseln **112** zu übertragenden Kräfte minimiert. Werden weiterhin die Dollies mit automatischen Sattelkupplungen ausgerüstet, können diese auch im Terminal zum automatischen Verladen von abgestellten Aufliegern **3** auf die Plattformen 1,2 verwendet werden und so ein effizienter kombinierter Güterverkehr ermöglicht werden.

[0035] Die bisher geschilderten Maßnahmen zielen im Wesentlichen auf eine Verkürzung der Umschlag- und Rangierzeiten ab. Eine Verkürzung von Fahrtzeiten ist durch die zulässigen Geschwindigkeiten begrenzt, wobei herkömmliche Sattelaufleger für einen Bahntransport mit maximal 140km/h zugelassen sind. Zudem erfordert eine merkliche Verlagerung des Gütertransports von der Straße auf die Schiene eine hohe Zugdichte und damit ebenfalls hohe Zuggeschwindigkeiten. Die Energieversorgung durch be-

stehende Unterwerke kann so problematisch werden und konsequenterweise ist daher der Energieverbrauch der Züge nicht nur durch Leichtbau, sondern vor allem auch durch Verringerung des Luftwiderstandes zu minimieren. Hierzu werden erfindungsgemäß die Plattformen 1,2 so ausgelegt, dass Leichtbaugehäuse zumindest nachrüstbar sind (**Fig. 12**). Die Gehäuse werden so ausgebildet, dass zur Be- und Entladung Gehäusehälften bestehend aus den Wänden **121**, **123**, **124** als Einheit aufgeklappt werden können (**Fig. 14**) oder beispielsweise nur die oberen Teile **123**, **124** (**Fig. 15**). Zwischen den klappbaren Gehäusen sind auf den Fahreinheiten vorzugsweise bewegliche Windleitflächen **122** zur weiteren Verringerung des Widerstandes angebracht, so dass sich ein geschlossener Zug ergibt.

[0036] Die Gehäuse werden vorzugsweise so ausgeführt, das auch die Verladung von Containern auf Sattelaufleger entsprechend **Fig. 13** nicht behindert wird. Für das Hochdrücken der Container mittels der Stützen **10** können beispielsweise vom LKW-Bordnetz angetriebene Spindeln genutzt werden. Längere Stützen **141** können auch zum Anheben von Ladeböden **142** (**Fig. 14**) genutzt werden. Für den reinen Schienentransport können z.B. standardisierte Gitterboxen oder kleinere, vorzugsweise standardisierte Container **144** in mehreren Ebenen genutzt werden. Zum Umschlagen werden nach Aufklappen des Deckels 123,124 oder der kompletten Seiten **121**, **123**, **124** alle Böden soweit angehoben, dass sich die untere Ebene auf Höhe der Laderampe **151** (**Fig. 15**) befindet und entladen werden kann. Dazu werden die Rampen **143** heruntergeklappt. Anschließend wird nach Absenken der obere Boden entladen. Das Beladen erfolgt in umgekehrter Reihenfolge. Entsprechend den Platzverhältnissen werden die Plattformen 1,2 außerhalb der Schiene abgesetzt (**Fig. 15**) und nach Verfahren des Restzuges bzw. der Fahreinheiten **4** z.B. an eine Rampe geschoben. Der Ausführung der Windleitflächen **122** entsprechend müssen diese vor dem Verschieben bzw. Verdrehen der Plattformen 1,2 evtl. verschoben werden. Bei einer wie in **Fig. 15** gezeigten feststehenden Seitenwand **121** lässt diese auch als tragende Wand in die Plattform 1,2 integrieren und so das Gewicht der Plattform reduzieren. Evtl. muss die Seitenwand **121** dann mit Klappen oder Türen versehen werden, um Zugang zu Containerverriegelungen oder Aufliegerstützen zu erhalten. Statt über ein Lager **151** (**Fig. 15**) ist auch ein direkter Umschlag von Gitterboxen etc. auf entsprechend ausgerüstete Sattelaufleger möglich.

[0037] Ein Umschlag von Plattformen 1,2 mit nicht vorgegebener Länge erfordert vorzugsweise eine automatische Positionierung des Zuges bzw. einzelner Fahreinheiten relativ zu abgestellten Straßenfahrzeugen oder Transportplattformen 1,2. Diese müssen zuvor entsprechend der Zugzusammenstellung beispielsweise mittels Differential GPS positioniert wer-

den. Die Fahreinheiten werden mit Hilfe der lokalen Antriebe ausgerichtet, die die zum Rangieren benötigte Energie vorzugsweise aus Akkumulatoren erhalten. Kleinere Differenzen zwischen Fahreinheit **4** bzw. Interface **61** und den Transportplattformen 1,2 lassen sich dabei durch die Lager **62a,b** oder **74** ausgleichen.

[0038] Die Steuerung und Regelung der Fahreinheiten wird vorzugsweise zweistufig ausgeführt. Die untere Ebene übernimmt die Positions- und Geschwindigkeitsregelung relativ zu ortsfesten Einrichtungen, Zugteilen und zu anderen Zügen in einem für den sicheren und schnellen Transport relevanten Umkreis. Diese Ebene beinhaltet auch eine erweiterte Kollisionsvermeidung nicht nur mit Objekten im Gleis, sondern berücksichtigt vorzugsweise auch den zum Umschlagen der Ladung benötigten Raum im Terminal. Sämtliche Fahreinheiten eines Zuges sind hierzu untereinander vernetzt. Bei entsprechender Ausführung der Fahreinheit wird damit auch eine Voreinstellung bzw. Regelung der Achsen und Neigung möglich. Die obere Ebene übernimmt die Verkehrskoordination. Diese ist so auszugestalten, dass flexible Fahrpläne realisiert werden können und Zugteile zur Erhöhung des Streckendurchsatzes dynamisch geflügelt werden können. Diese Ebene ist sowohl extern in Leitzentralen als auch in den Fahreinheiten zu implementieren. Für ein autonomes Fahren sind die Fahreinheiten an den Zugenden mit zusätzlichen Sensoren zur Streckenüberwachung auszustatten.

[0039] Diese Positionierung der Fahreinheiten im Terminal hat vorzugsweise automatisch zu erfolgen. Hierfür sind geeignete Sensoren und Verfahren aus der Robotik bekannt. Die in der Fahreinheit verbauten Mechatronik wird vorzugsweise auf wenige Technologien begrenzt. So bietet es sich an, nur elektrische und hydraulische Komponenten zu verwenden. Kritische Komponenten wie beispielsweise die Bremsen sind entsprechend einer sorgfältig durchgeführten FMECA (Failure Mode, Effects and Criticality Analysis) des Gesamtsystems auszulegen und geeignete Redundanzen vorzusehen.

[0040] Weiterhin ist für einen automatischen bzw. einen evtl. später nachgerüsteten autonomen Betrieb eine Umgebungsüberwachung notwendig (autonom bedeutet, dass das System mit eigenständigen Entscheidungen auf nicht implementierte oder getestete Situationen reagieren kann). Hierzu wird ein SLAM-Navigationsystem (Simultaneous Localization and Mapping) als zentrales Sicherheitselement implementiert. Für die Navigation innerhalb von Terminals kann hierzu evtl. auch ein (Differential) GPS-System herangezogen werden. Die SLAM-Navigation ist gegenüber dem Straßenverkehr oder der Luft- und Raumfahrt aufgrund der eingeschränkten Freiheitsgrade des Schienenverkehrs vereinfacht und stellt die Basis für ein RCAS (Railway Collision Avo-

idance System) dar. Entsprechende Algorithmen sind ebenfalls aus der Robotik bekannt. Das System kann bezüglich der Kollisionsvermeidung mit anderen Zügen weiter vereinfacht werden, wenn man wie in DE 10 2005 042 218 A1 beschriebenes Kenntnis der Gleislagen zur Positionsbestimmung der Züge heranzieht.

[0041] Aus Sicherheits- und Zuverlässigkeitsgründen ist eine direkte Kommunikation der Züge untereinander und gegebenenfalls auch mit ortsfesten Einrichtungen wie Weichen etc. erforderlich. Die direkte Kommunikation von Zügen bzw. Zugteilen untereinander wird auch zur dynamischen Zugbildung (Flügelung) benötigt. Die Architektur ist durch eine FMECA des Gesamtsystems Zug und Bahninfrastruktur festzulegen und bisherige Überlegungen hinsichtlich einer Ausgestaltung von ETCS (European Train Control System) und hier vorzugsweise des Level 3 Systems sind gegebenenfalls anzupassen. Bei der FMECA sind auch mögliche Angriffe auf das System von außen zu berücksichtigen.

[0042] Die Ablaufkontrolle innerhalb der Fahreinheiten 4 kann mit Hilfe klassischer Zustandsautomaten, regelbasierter Systeme etc. bzw. einer Kombination aus diesen Systemen erfolgen. Für die Behebung von Fehlern können auch kontinuierliche Planungsverfahren verwendet werden, die beispielsweise aus der Weltraumrobotik bekannt sind. Diese Verfahren lassen sich beispielsweise auch für energieoptimales Fahren einsetzen. Für einen autonomen Betrieb des Systems sind noch geeignete Verfahren zur Streckenüberwachung (Signalerkennung, Kollision mit Gegenständen im Gleis etc.) erforderlich, für die Neuronale Netze eingesetzt werden können. Die benötigten Verfahren können wieder als Vereinfachung von sich in Entwicklung befindlichen autonomen Straßenfahrzeugen abgeleitet werden.

[0043] Voraussetzung für einen zuverlässigen und sicheren Betrieb des Systems ist eine geeignete redundante Elektronik und Software, für die vorzugsweise der sogenannte IMA-Ansatz (Integrated Modular Avionics) aus der Luftfahrt übernommen wird. Hierbei werden alle Anwendungsprogramme strikt zeitlich und räumlich voneinander separiert. Durch diesen Ansatz wird nicht nur die Systemsicherheit sondern auch die Flexibilität bei der Zusammenstellung einzelner Hard- und Softwarekomponenten erhöht. Die Hardware wird vorzugsweise so ausgelegt, dass auch byzantinische Fehler erkannt werden können. Bei in einer Fahreinheit nicht behebbaren Mehrfachfehlern entscheidet der Zugverband, ob mit gegebenenfalls verminderter Geschwindigkeit weiter gefahren werden kann.

[0044] Die Vernetzung der Komponenten erfolgt vorzugsweise durch Bussysteme und Funkstrecken, die wie Time Triggered Ethernet nicht nur sämtliche Da-

ten zeitlich strikt voneinander separieren, sondern auch Daten entsprechend ihrer Kritikalität trennen. Sie sollten also zusätzlich zu den Echtzeitdaten noch Nachrichten z.B. zur Nutzlastüberwachung übertragen können. Zumindest ein automatischer Betrieb des Systems im Terminal ist damit entsprechend dem derzeitigen Stand der Technik möglich. Für einen autonomen Betrieb auf der Strecke sind sich in Entwicklung befindliche Technologien für autonome Straßenfahrzeuge anzupassen.

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 Patentliteratur

- WO 02/055359 A1 [0003]
- US 2013/0272828 A1 [0003]
- US 5564341 [0003]
- US 5291835 [0004]
- US 6123029 [0004]
- US 8667902 B2 [0005, 0020]
- DE 10200901219 A1 [0006]
- DE 102014013778 A1 [0006]
- EP 1897777 B1 [0021]
- US 5263420 [0024]
- EP 0870664 A2 [0024]
- DE 102005042218 A1 [0040]

Patentansprüche

1. Eisenbahntransportsystem bestehend aus Transporteinheiten (1), (4) mit pro Einheit mindestens einer angetriebenen Achse, **dadurch gekennzeichnet**, dass jede Einheit mit Vorrichtungen ausgerüstet ist, die ein Einfügen in einen Zugverband oder das Herauslösen mit eigenen Energiequellen ermöglicht, dass die lokalen Antriebe der Transporteinheiten für die Fahrt zum Ziel von mindestens einer zusätzlichen Energiequelle im Zugverband versorgt werden und dass die Eisenbahntransporteinheiten auch für den kombinierten Verkehr geeignet sind und so ausgestaltet sind, dass sie ein gleichzeitiges Be- beziehungsweise Entladen von mehreren Transportplattformen (1) ermöglichen und diese Transportplattformen unabhängig von der Transporteinheit bewegbar sind.

2. Transportsystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass jede Transporteinheit so ausgestaltet ist, dass sie mit Vorrichtungen für eine automatische Kopplung mit einem Zugverband ausrüstbar ist.

3. Transportsystem nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen den Fahreinheiten (4) Transportplattformen (1), (2) mit nicht fest vorgegebenen Längen einfügbar sind, die relativ zum Gleis gedreht und seitlich verfahren werden können.

4. Transportsystem nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Bewegung der Transportplattformen relativ zu den Drehgestellen durch die Bewegungsform bestimmende, einstellbare, in die Transportplattform integrierte Schwerlastrollen durchgeführt wird und die Bewegung mittels in der Transportplattform (1), (2) oder in der Fahreinheit (4) vorhandenen Antrieben bzw. Mechanismen erfolgt.

5. Transportsystem nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Bewegung der Transportplattformen (1), (2) relativ zu den Drehgestellen (60), (70) durch externe Schwerlastflurfördersysteme (50) erfolgt, deren Bewegung automatisch so synchronisiert wird, dass eine Drehbewegung und eine Verschiebung der Transportplattform in jede Richtung möglich ist.

6. Transportsystem nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Entkoppelung der Transportplattform (1), (2) von den Drehgestellen (60), (70) ein Interfacemodul zwischen Drehgestell und Transportplattform oder Teile davon relativ zum Drehgestell absenkbar ist oder alternativ der Drehgestellrahmen mitsamt dem Interfacemodul relativ zu den Radsätzen durch einstellbare Federn absenkbar ist.

7. Transportsystem nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Interfacemodul zwischen Drehgestell und Transportplattform so ausgestaltet ist, dass eine richtungsunabhängige mechanische und energetische Kopplung zwischen Fahreinheiten und Transportplattformen ermöglicht wird, und dass die Fahreinheiten auch mechanisch und energetisch direkt ohne eine dazwischen befindliche Transportplattform koppelbar sind.

8. Transportsystem nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Interfacemodul zwischen Drehgestell (70) und Transportplattform (1), (2) mittels Lagereinheiten bestehend aus einem Lagerblock (74) und einer Hydraulik an dem Drehgestellrahmen so befestigt wird, dass eine Drehbewegung um einen virtuellen zentralen Drehpunkt möglich wird und dabei weitere benötigte Freiheitsgrade bereitgestellt werden können.

9. Transportsystem nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Transportplattformen so ausgestaltet sind, dass sie mit in höheneinstellbaren Nutzlastträgern (10), (141) nachrüstbar sind und die Transportplattformen mitsamt Nutzlastträgern zusätzlich noch mit Abdeckungen (121)-(124) ausrüstbar sind.

10. Transportsystem nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein automatischer Transport durch ein mindestens zweistufiges Steuer- und Regelungssystem ermöglicht wird, deren obere Ebene eine Verkehrscoordination übernimmt und in der unterlagerten Ebene eine Position- und Geschwindigkeitsregelung relativ zu ortsfesten Einrichtungen, Zugteilen und zu anderen Zügen sowie allgemein zur Kollisionsvermeidung erfolgt.

Es folgen 8 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

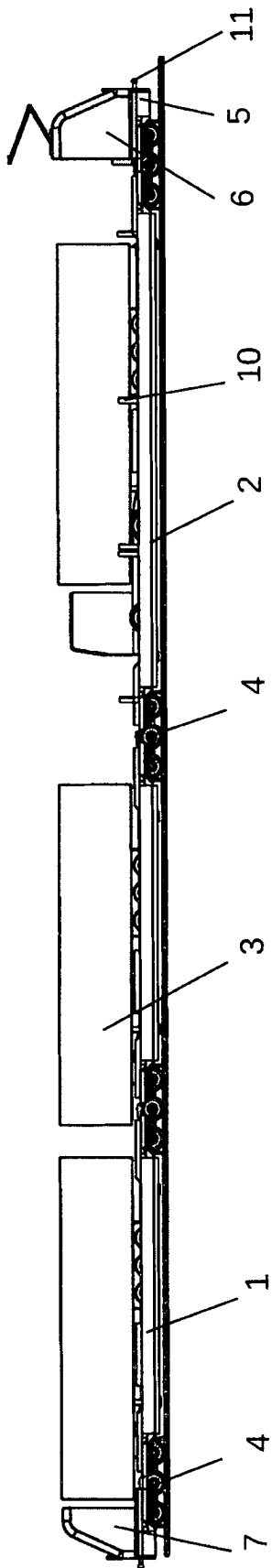


Fig. 1

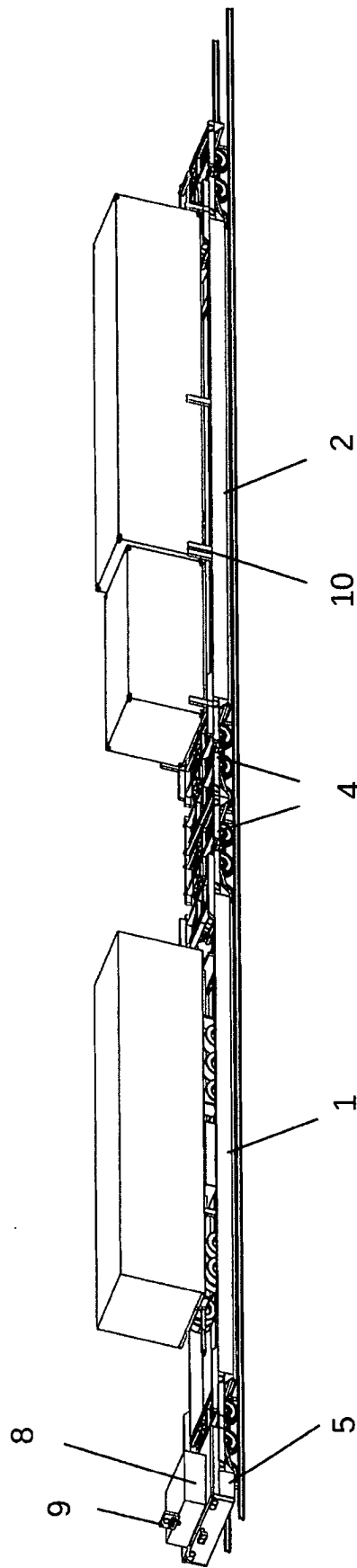


Fig. 2

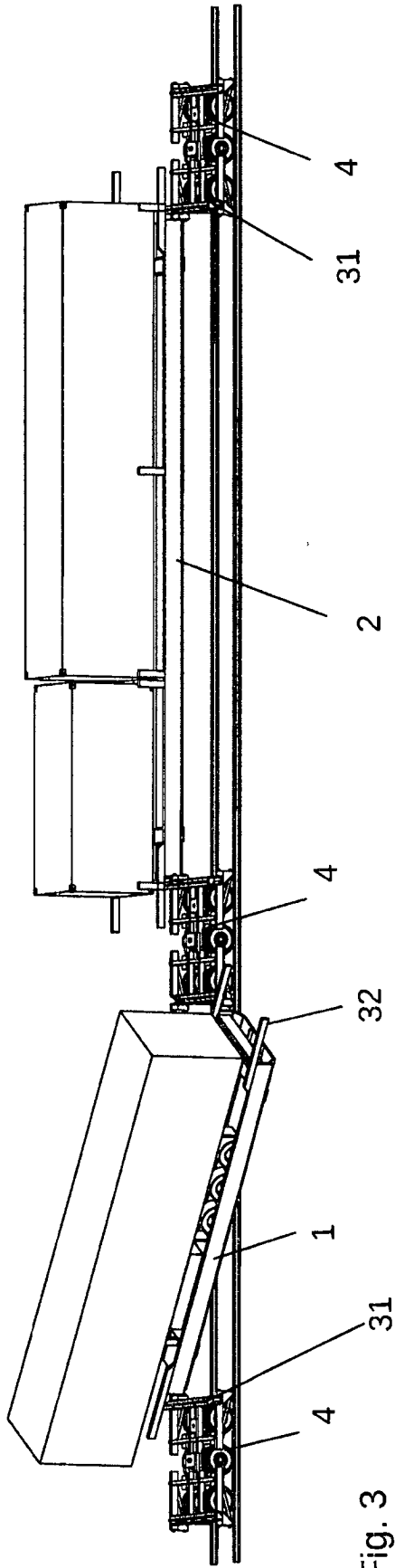


Fig. 3

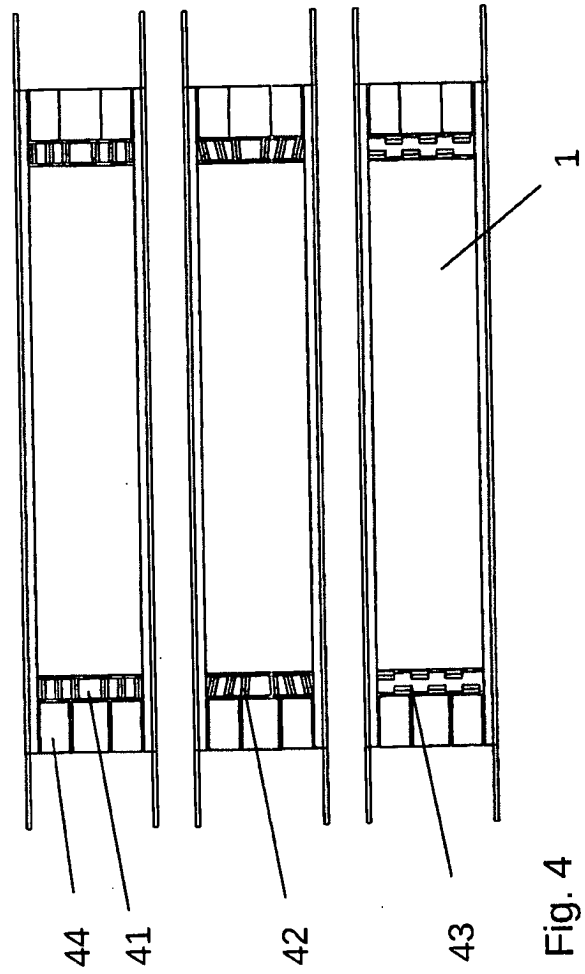


Fig. 4

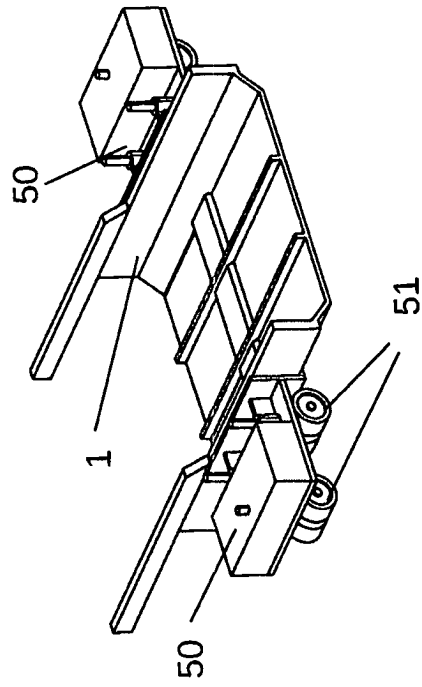


Fig. 5

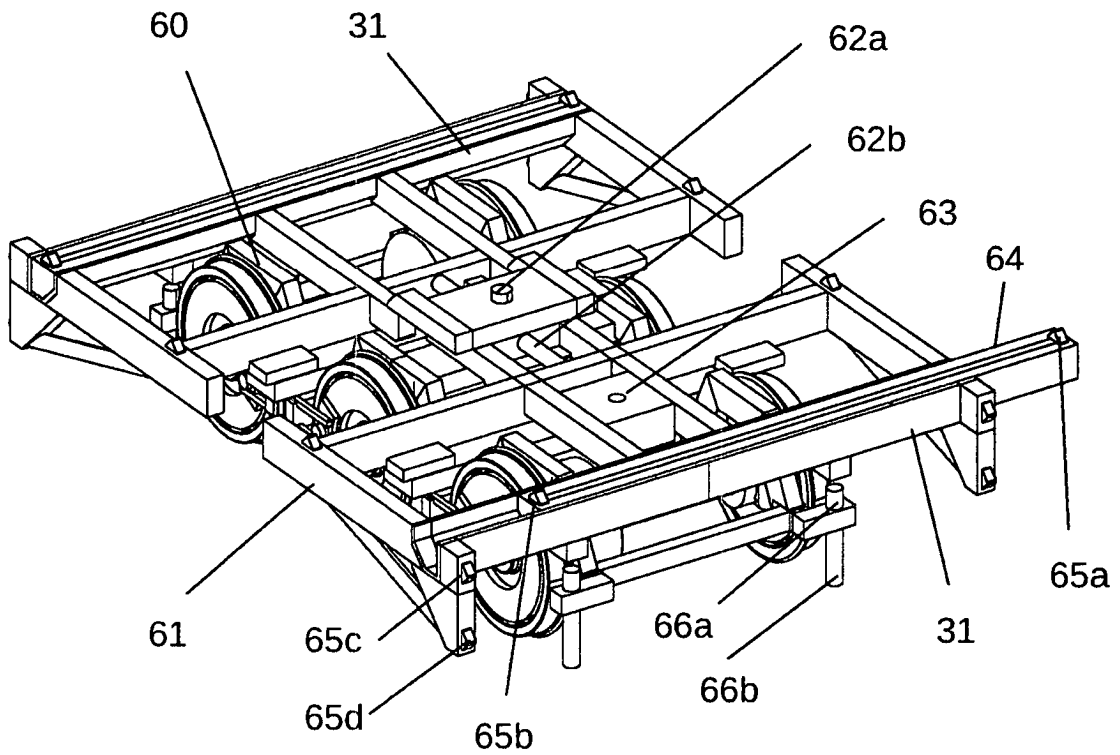


Fig. 6a

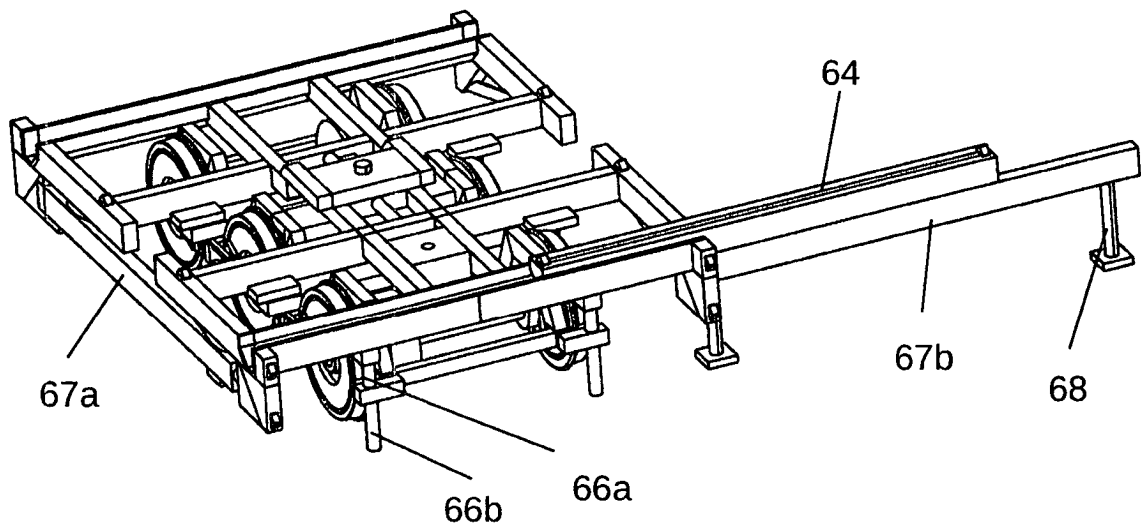


Fig. 6b

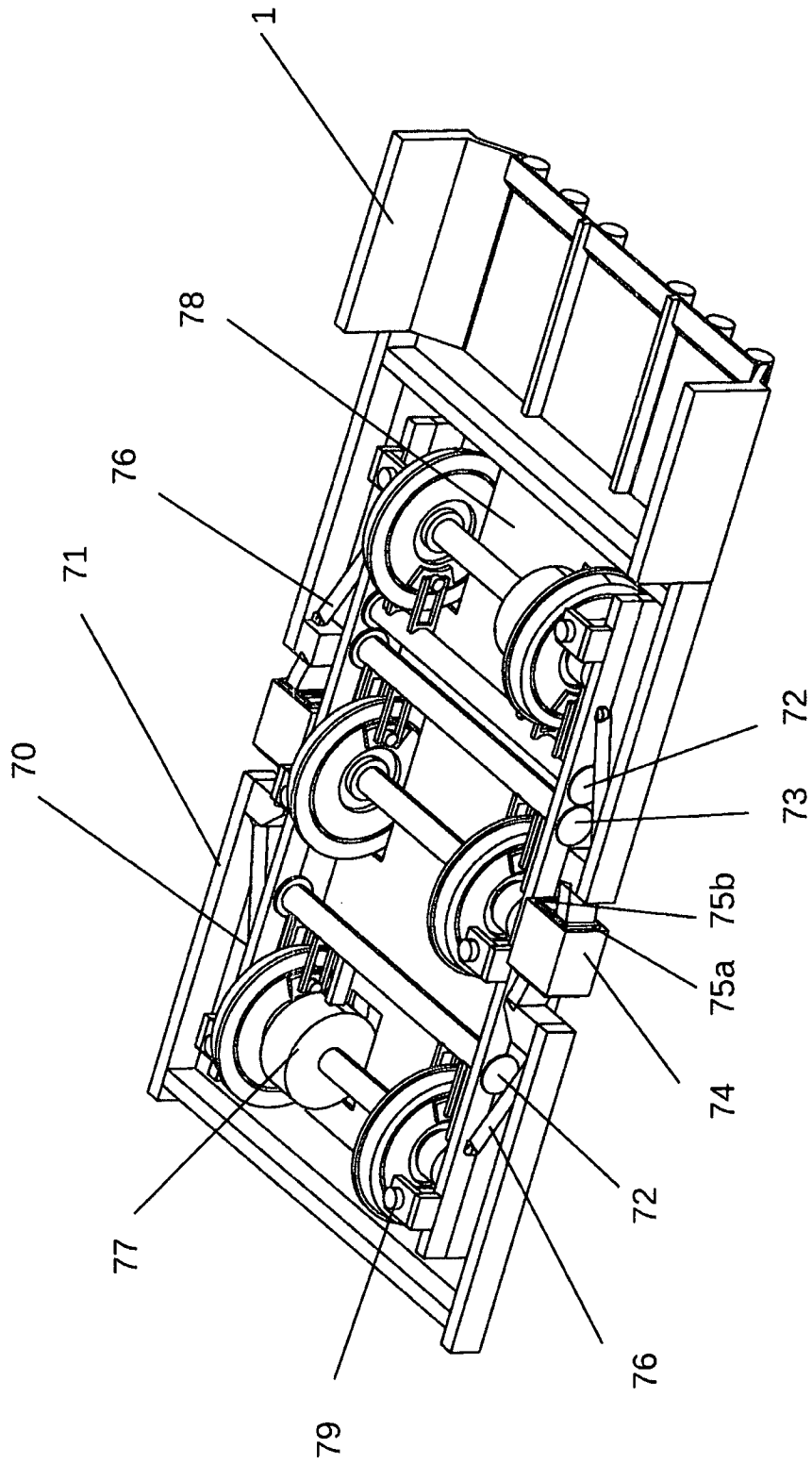
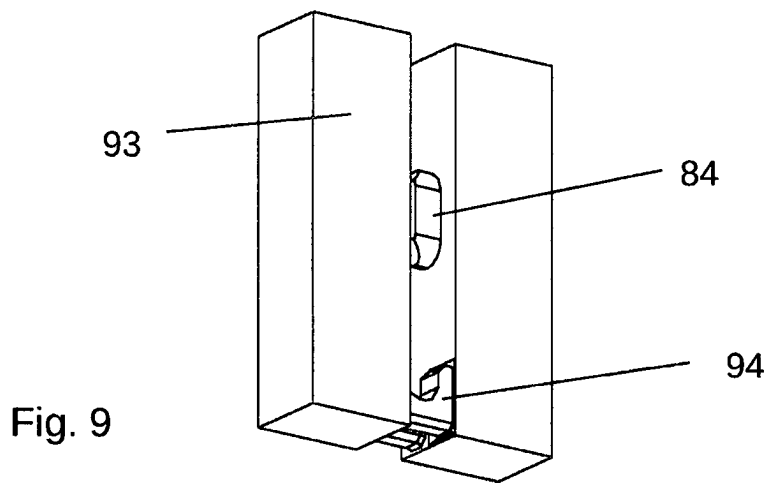
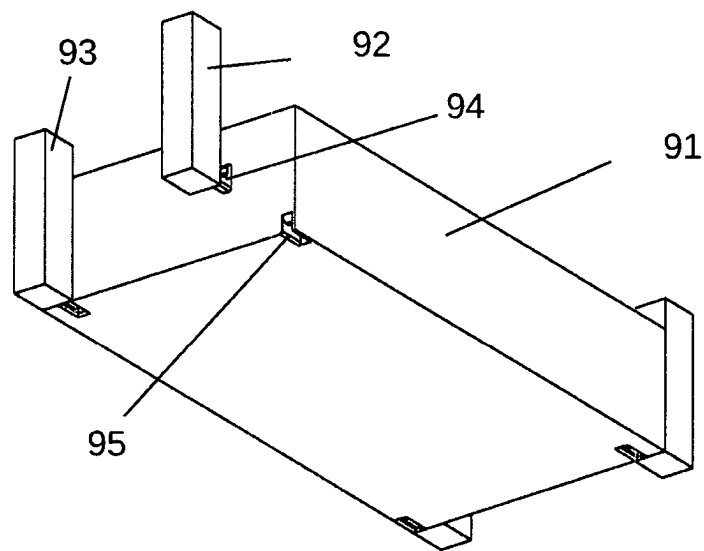
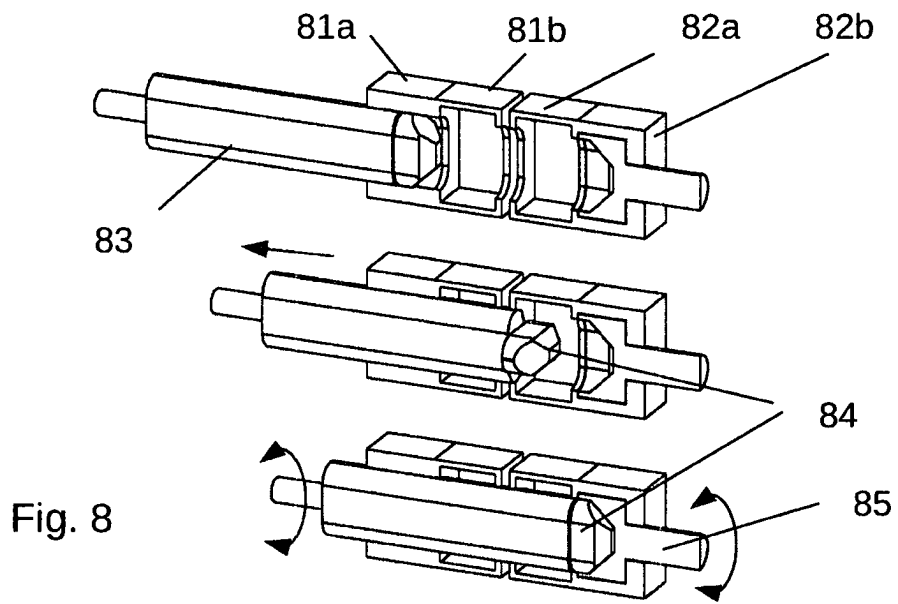


Fig. 7



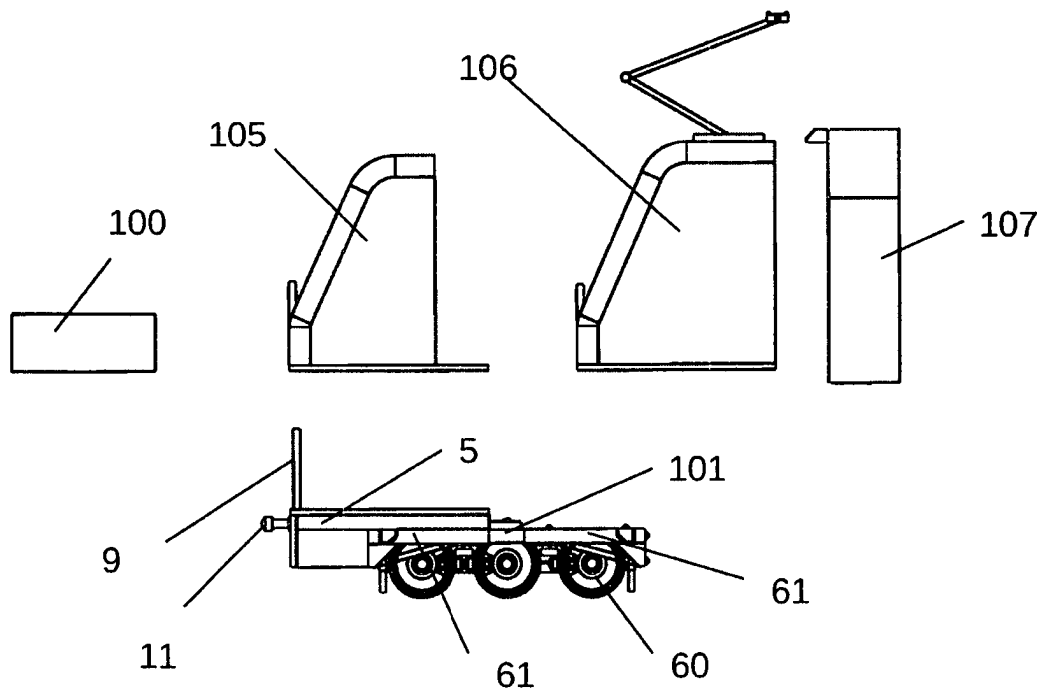


Fig. 10

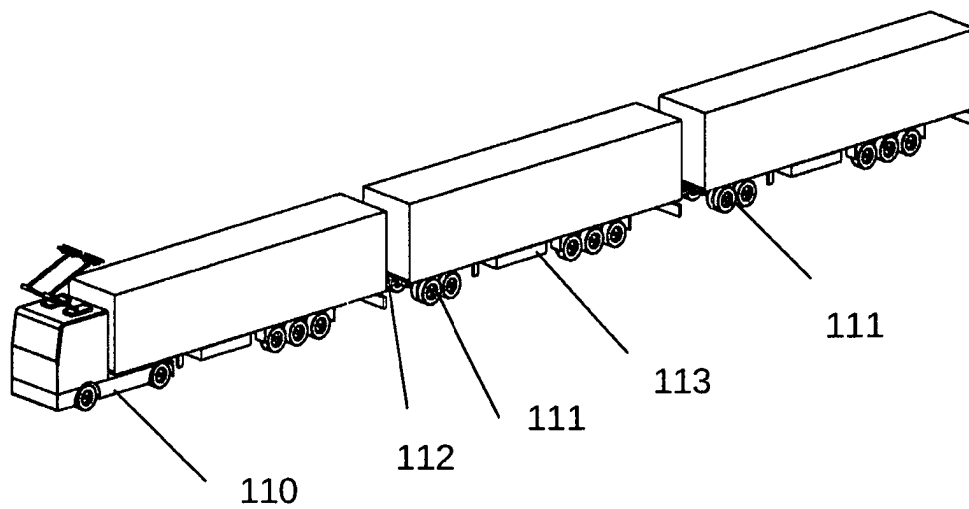


Fig. 11

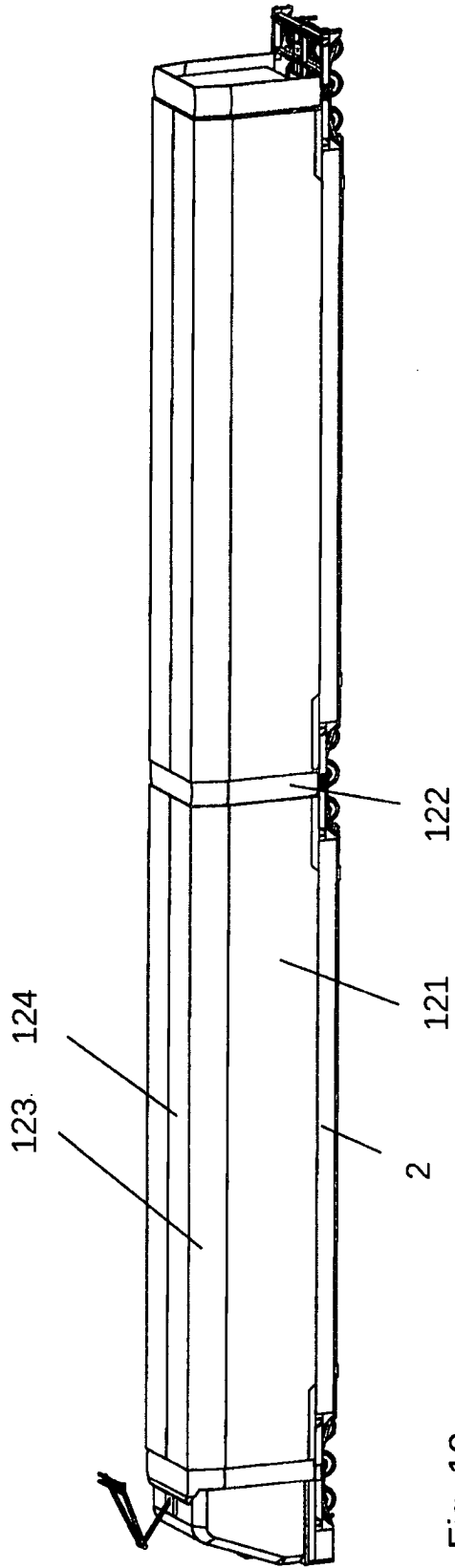


Fig. 12

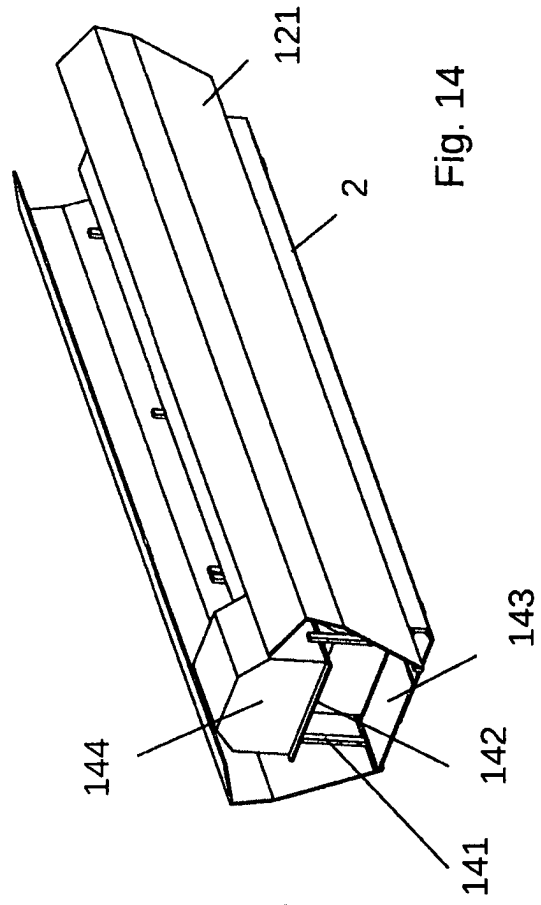


Fig. 14

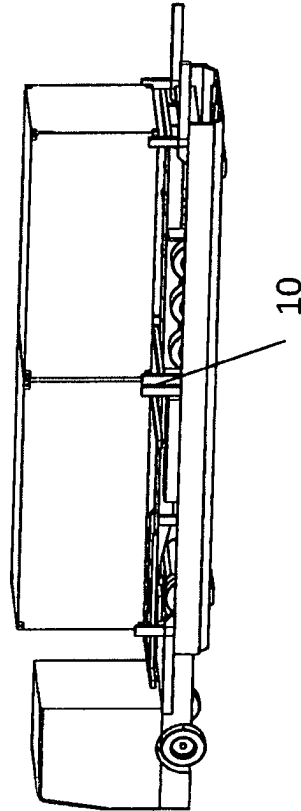


Fig. 13

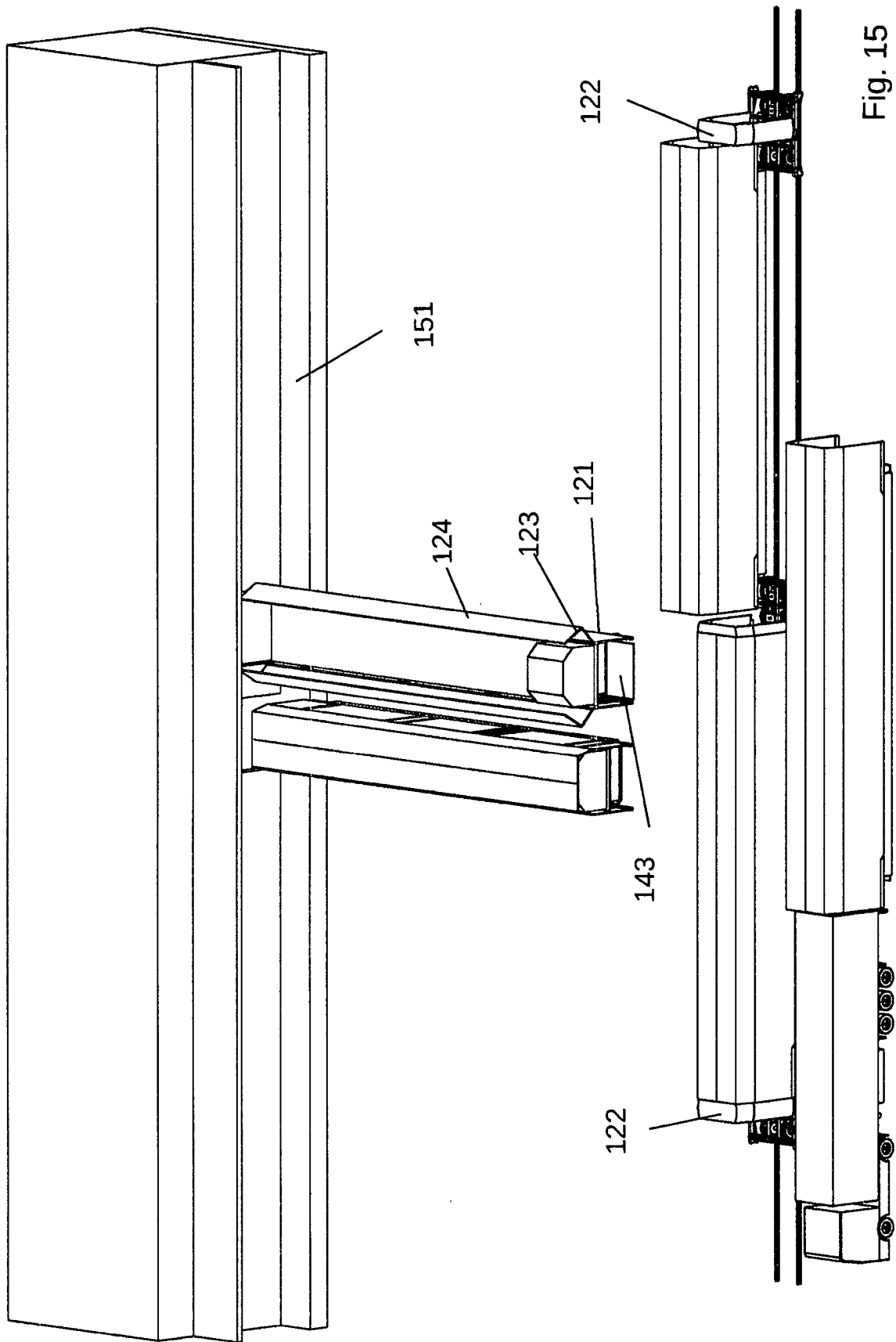


Fig. 15