

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
08. Oktober 2020 (08.10.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/200837 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B62D 11/20 (2006.01) B65G 65/28 (2006.01)
B62D 7/15 (2006.01) B65G 41/00 (2006.01)
B66C 23/36 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2020/057750

(22) Internationales Anmeldedatum:
20. März 2020 (20.03.2020)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2019 204 844.7
04. April 2019 (04.04.2019) DE

(71) Anmelder: **THYSSENKRUPP INDUSTRIAL SOLUTIONS AG** [DE/DE]; ThyssenKrupp Allee 1, 45143 Essen

(DE). **THYSSENKRUPP AG** [DE/DE]; ThyssenKrupp Allee 1, 45143 Essen (DE).

(72) Erfinder: **PALNAU, Vadim**; Vogelpothsweg 126 a, 44227 Dortmund (DE).

(74) Anwalt: **THYSSENKRUPP INTELLECTUAL PROPERTY GMBH**; Ambor, Volker, ThyssenKrupp Allee 1, 45143 Essen (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA,

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR CONTROLLING THE MOVEMENT OF A MOBILE CHASSIS ASSEMBLY, IN PARTICULAR OF A MOBILE CONVEYOR BRIDGE SYSTEM PROVIDED WITH CRAWLER CHASSIS, VIA MULTIPLE INDIVIDUALLY SPEED-CONTROLLABLE DRIVE UNITS

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR REGELUNG DER BEWEGUNG EINER MOBILEN FAHRWERKS-ANORDNUNG, INSBESONDERE EINES MIT RAUPENFAHRWERKEN AUSGESTATTETEN MOBILEN FÖRDERBRÜCKENSYSTEMS, ÜBER MULTIPLE INDIVIDUELL GESCHWINDIGKEITSREGELBARE ANTRIEBSEINHEITEN

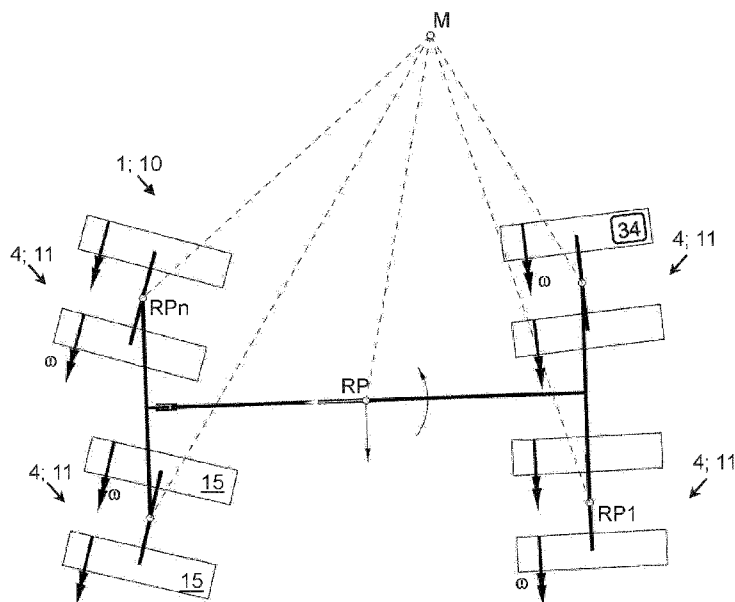


Fig. 3

(57) Abstract: The invention relates to a method for actuating and controlling a plurality of chassis/movement systems (4, 11) of at least one mobile crawler system (10), in particular a mobile crawler system in the form of a mobile crawler conveyor system, which chassis/movement systems are mechanically decoupled from one another, can each be pivoted about a vertical axis (z1) independently of one another and can be driven and aligned independently of one another, wherein each chassis/movement system can be individually



SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR,
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (84) Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

controlled, wherein the chassis/movement systems can be controlled in accordance with one another in such a way that at least two of the following individual movement characteristic variables can be adjusted for each chassis/movement system in order to specify the absolute movement of the entire mobile crawler system: movement path; current orientation; speed; wherein at least the speed movement characteristic variable is comprised. This allows for the freely customisable shifting of even very large, bulky devices, e.g. large-scale mobile conveying systems. The invention also relates to a corresponding crawler system (10), as well as a control device and a computer program product.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Ansteuern und Regeln von einer Vielzahl von mechanisch voneinander entkoppelten und unabhängig voneinander jeweils um eine vertikale Achse (z1) schwenkbaren und unabhängig voneinander ausrichtbaren und antreibbaren Fahrwerk-/Bewegungssystemen (4, 11) wenigstens eines mobilen Raupensystems (10), insbesondere eines mobilen Raupensystems in Ausgestaltung als mobiles Raupenfördersystem, wobei jedes Fahrwerk-/Bewegungssystem individuell regelbar ist, wobei die Fahrwerk-/Bewegungssysteme derart in Abhängigkeit voneinander geregelt werden, dass wenigstens zwei der folgenden individuellen Bewegungskenngrößen zur Vorgabe der absoluten Bewegung des gesamten mobilen Raupensystems individuell je Fahrwerk-/Bewegungssystem einstellbar sind: Bewegungspfad, momentane Ausrichtung, Geschwindigkeit, wobei zumindest die Bewegungskenngröße Geschwindigkeit umfasst ist. Dies ermöglicht die frei individualisierbare Verlagerung auch von sehr große, wichtigen Geräten, z.B. von mobilen fördertechnischen Großanlagen. Ferner betrifft die Erfindung ein entsprechendes Raupensystem (10) sowie eine Steuerungseinrichtung und ein Computerprogrammprodukt.

Beschreibung

Verfahren und Vorrichtung zur Regelung der Bewegung einer mobilen Fahrwerks-Anordnung, insbesondere eines mit Raupenfahrwerken ausgestatteten mobilen Förderbrückensystems, über multiple individuell geschwindigkeitsregelbare Antriebseinheiten

TECHNISCHES GEBIET

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Vorgeben und Regeln der Bewegung einer mobilen Fahrwerks-Anordnung über multiple individuell

geschwindigkeitsregelbare Antriebseinheiten, insbesondere eines Raupensystems mit wenigstens drei oder vier Raupenfahrwerken oder eines mit Raupenfahrwerken ausgestatteten mobilen Förderbrückensystems. Insbesondere betrifft die Erfindung ein Verfahren und eine Vorrichtung gemäß dem Oberbegriff des jeweiligen unabhängigen oder nebengeordneten Anspruchs.

HINTERGRUND

Fahrwerks-Anordnungen mit mehreren Antriebseinheiten zum Abstützen eines Oberbaus auf einer Vielzahl von individuellen Chassis sind hohen Anforderungen hinsichtlich mechanischer Beanspruchung und sicherheitstechnischer Abstützung des Oberbaus ausgesetzt. Gleichwohl sollen derartige Anordnungen auch eingerichtet sein, in unwegsamem Gelände bewegt zu werden oder zumindest hinsichtlich möglichst frei variabel wählbarer Bewegungspfade steuerbar zu sein. Insbesondere im Bereich von Materialfluss und Fördertechnik für Schüttgüter weisen diese Anordnungen große Dimensionen und Abmessungen auf, so dass die zu beherrschenden Kräfte und Belastungen sehr groß werden können. Derartige Anordnungen müssten gegebenenfalls auch auf einem Untergrund bewegt werden, der nachgibt, der sich schwimmend verlagert, oder dessen Beschaffenheit abschnittsweise stark variiert.

Entsprechend sicher und zuverlässig muss eine Bewegung der gesamten Anordnung gesteuert und geregelt und auf die aktuelle Situation angepasst werden können, auch dann, wenn der Untergrund nicht vorhersehbar beschaffen ist, z.B. wenn der Untergrund nachgibt oder eine unvorhergesehene Verlagerung der Anordnung in eine nicht geplante Richtung erfolgt oder erforderlich wird.

Gemäß einigen Anwendungen werden für die Fahrwerke Raupen bzw. Doppelraupen verwendet. Alternativ werden viele einzelne Antriebseinheiten bzw. Räder nicht in Ausgestaltung als Raupen verwendet.

Bisher war die Ansteuerung und Regelung der Bewegung solcher Fahrwerke nicht auf besonders flexible Weise möglich. Der Bewegungspfad und die Variabilität der Bewegung waren oftmals stark eingeschränkt.

- 5 In der folgenden Veröffentlichung werden einige Grundlagen im Zusammenhang mit der Regelung von Bewegungen beschrieben:

P. Morin, C. Samson: Motion Control of Wheeled Mobile Robots. INRIA, 06902 Sophia-Antipolis Cedex, Frankreich. August 2007; veröffentlicht in: Springer Handbook of Robotics, ISBN 978-3-540-30301-5; 2008.

10

BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Vorrichtung mit den eingangs beschriebenen Merkmalen zur Verfügung zu stellen, womit die Bewegungsfreiheit und Variabilität insbesondere auch von sehr großen und wichtigen Fahrwerks-Anordnungen verbessert werden kann, insbesondere bei Fahrwerken mit Raupen. Insbesondere ist es Aufgabe, ein System umfassend wenigstens zwei, drei oder vier unabhängig voneinander ausrichtbare Fahrwerke auf flexible und robuste Weise verlagern zu können.

15

Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren und eine Vorrichtung gemäß den unabhängigen Patentansprüchen. Vorteilhafte Ausführungsbeispiele werden in den Unteransprüchen aufgeführt.

20

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß insbesondere gelöst durch ein mobiles Förderbrückensystem eingerichtet zum Transport von Fördergut, aufweisend eine Brücke mit einem Förderband entlang einer Hauptstreckungsachse, wobei die Brücke auf einer Vielzahl von jeweils um eine vertikale Achse schwenkbaren Fahrwerksystemen zur Bewegung auf einem Untergrund angeordnet ist, weiterhin aufweisend ein Absetzsystem, wobei das Fördergut auf dem Förderband mittels des Absetzsystems von der Brücke auf eine Abwurfeinrichtung transportierbar ist, wobei das Absetzsystem mit mindestens einem um eine vertikale Achse schwenkbaren Bewegungssystem zur Bewegung auf dem Untergrund von der Brücke entkoppelt ist, wobei das Absetzsystem mindestens zwei Trägersysteme umfasst, die jeweils mindestens ein Bewegungssystem aufweisen, um das Absetzsystem auf dem Untergrund zu bewegen, wobei entweder jedes Trägersystem derart am Absetzsystem angeordnet ist, dass mindestens zwei Bewegungssysteme die Hauptstreckungsachse der Brücke seitlich umschließen, oder wobei jedes Trägersystem derart am Absetzsystem angeordnet ist, dass das mindestens eine Bewegungssystem des jeweiligen Trägersystems einseitig zur Hauptstreckungsachse der Brücke angeordnet ist, wobei das mobile Förderbrückensystem eine Steuerungs-/Regelungseinrichtung aufweist, welche an die Fahrwerksysteme und die

25

30

35

Bewegungssysteme gekoppelt ist und eingerichtet ist, jedes der wenigstens drei Fahrwerk- und Bewegungssysteme individuell anzusteuern und wenigstens zwei der folgenden individuellen Bewegungskenngrößen individuell einzustellen und in Abhängigkeit voneinander zu regeln: Bewegungspfad, momentane Ausrichtung, Geschwindigkeit des jeweiligen Fahrwerk-

5 /Bewegungssystems. Dies liefert insbesondere große Variabilität und Flexibilität in Hinblick auf mannigfaltige Betriebssituationen und Bewegungs-Anforderungen. Es hat sich gezeigt, dass das individuelle Ansteuern und Regeln der einzelnen auch eine Fahrwerk-/Bewegungssystem auch eine Minimierung der Beanspruchungen der Gesamtstruktur ermöglicht. Nicht zuletzt kann eine computergestützte Steuerung des Gesamtsystems auf einfache Weise realisiert werden, 10 insbesondere ohne personellen Einsatz vor Ort (Bewegungspfad-Kontrolle ausschließlich „by wire“). Insbesondere kann ein ausschließlich kinematisch basiertes Regelungskonzept realisiert werden, insbesondere unter Bezugnahme auf individuelle Vorschubgeschwindigkeiten. Dabei kann der Regelung insbesondere die Kinetik von planaren, quasistatischen Bewegungen zugrunde gelegt werden.

15 Die einzelnen mechanischen Komponenten des Förderbrückensystems können beispielsweise wie in der Veröffentlichung DE 10 2017 216 389 A1 beschrieben ausgestaltet sein. Die einzelnen Fahrwerk-/Bewegungssysteme können jeweils Raupenfahrwerke aufweisen und zusammen ein Mehrraupenfahrwerkssystem bilden, insbesondere mit Raupenpaaren und/oder 20 Doppelraupenpaaren.

Die Realisierung des erfindungsgemäßen Steuerungs-/Regelungskonzeptes ist nicht auf Förderbrückensysteme beschränkt. Vielmehr kann die Erfindung auf eine Vielzahl unterschiedlicher Anordnungen oder Geräte mit mehreren individuell ansteuerbaren 25 Fahrwerken angewandt werden.

Die zuvor genannte Aufgabe wird demnach erfindungsgemäß insbesondere auch gelöst durch ein mobiles Raupensystem, welches auf einer Vielzahl von jeweils um eine vertikale Achse schwenkbaren Fahrwerk- und/oder Bewegungssystemen angeordnet ist, wobei jedes 30 Fahrwerkssystem und jedes Bewegungssystem wenigstens ein Raupenfahrwerk, insbesondere mit Doppelraupe aufweist, wobei die Fahrwerk- und Bewegungssysteme unabhängig voneinander hinsichtlich deren Ausrichtung und unabhängig von einem Oberbau des Raupensystems zur Definition eines Bewegungspfades des Raupensystems ausrichtbar sind, wobei das mobile Raupensystem eine Steuerungs-/Regelungseinrichtung aufweist, welche an 35 die Fahrwerkssysteme und die Bewegungssysteme gekoppelt ist und eingerichtet ist, jedes der Fahrwerk- und Bewegungssysteme individuell anzusteuern und wenigstens zwei der folgenden individuellen Bewegungskenngrößen individuell einzustellen und in Abhängigkeit voneinander zu regeln: Bewegungspfad, momentane Ausrichtung, Geschwindigkeit des jeweiligen Fahrwerk-

/Bewegungssystems. Dies liefert zuvor genannte Vorteile. Insbesondere kann das erfindungsgemäße Konzept wahlweise auf fördertechnische Einrichtungen oder auf Geräte ohne fördertechnische Aufgabe angewandt werden. Das mobile Raupensystem weist insbesondere wenigstens drei oder vier Bewegungssysteme auf. Das mobile Raupensystem erfüllt beispielsweise eine fördertechnische Funktion insbesondere für Schüttgüter, oder wahlweise eine rein logistische Funktion.

Gemäß einem Ausführungsbeispiel sind in der Summe wenigstens vier Fahrwerk-/Bewegungssysteme vorgesehen. Wahlweise sind wenigstens zwei Fahrwerksysteme und wenigstens drei oder vier Bewegungssysteme vorgesehen.

Gemäß einem Ausführungsbeispiel umfassen die Fahrwerksysteme und/oder die Bewegungssysteme jeweils wenigstens ein um eine vertikale Achse schwenkbares Raupenfahrwerk mit einer Vielzahl von Antriebseinheiten (insbesondere Antriebsrädern), insbesondere jeweils mit wenigstens einer Doppelraupe. Hierdurch kann eine Anwendung auch in unwegsamem Gelände oder bei besonders hohen Lasten oder bei besonders großen Abmessungen erfolgen.

Gemäß einem Ausführungsbeispiel ist/sind der Bewegungspfad und/oder die Geschwindigkeit des jeweiligen Fahrwerk-/Bewegungssystems ausschließlich mittels individueller Ansteuerung von einzelnen Antriebseinheiten des jeweiligen Fahrwerk-/Bewegungssystems in Abstimmung auf die weiteren Fahrwerk-/Bewegungssysteme regelbar, insbesondere unter Bezugnahme auf den Regelungsparameter Winkelgeschwindigkeit/Rotationsgeschwindigkeit der jeweiligen Antriebseinheit. Dies ermöglicht nicht zuletzt auch eine Skalierbarkeit auf einfache Weise.

Der Bewegungspfad des jeweiligen Fahrwerk-/Bewegungssystems kann z.B. ausschließlich mittels individueller Ansteuerung von Antriebseinheiten der Fahrwerk-/Bewegungssystem vorgebbar sein, also ohne Lenkung über eine Lenkachse (insbesondere ohne Lenkraupe, ohne sonstiges geometrisches Lenksystem), insbesondere durch Antriebslenkung (Radseitenlenkung), insbesondere mittels Einstellung eines unterschiedlichen differenzierten Vortriebs an wenigstens zwei quer zur Fahrtrichtung zueinander versetzten Antriebseinheiten des jeweiligen Fahrwerk-/Bewegungssystems. Das jeweilige Fahrwerk-/Bewegungssystem kann dabei frei drehbar um eine zumindest annähernd vertikal ausgerichtete/ausrichtbare Schwenkachse drehmomentfrei ohne Lenkungs-drehmoment gelagert und ausrichtbar sein, insbesondere durch Regelung des individuellen Vorschubs von einzelnen Antriebseinheiten.

Der Begriff Antriebslenkung (Radseitenlenkung) kann dabei eine Betriebsweise durch Bremslenkung umfassen, optional auch in Kombination. Der Begriff Antriebslenkung kann eine

Ketten- oder Radseitenlenkung umfassen, insbesondere eine so genannte Skidlenkung. Der Begriff Antriebslenkung umfasst insbesondere ein Ausrichten durch Regeln von Fahrgeschwindigkeitsdifferenzen, sei es an einer einzelnen Doppelraupe, sei es in Bezug auf die gesamte Anordnung.

5

Gemäß einem Ausführungsbeispiel sind alle Fahrwerk- und Bewegungssysteme mechanisch voneinander entkoppelt und dadurch voneinander unabhängig zumindest um eine jeweilige vertikale Schwenkachse relativ zueinander und relativ zum/zu einem Oberbau der Vorrichtung ausrichtbar und individuell antreibbar, insbesondere ausrichtbar durch Vorgabe der Art und Weise des Antriebs von einer Vielzahl von Antriebseinheiten (Ausrichtung durch Regelung des Vorschubs). Hierdurch kann die Regelung insbesondere auch unabhängig von der jeweiligen Ausgestaltung oder Anzahl von Fahrwerken des Gesamtsystems erfolgen.

10

Gemäß einem Ausführungsbeispiel ist die momentane Vorschubrichtung des jeweiligen Fahrwerk-/Bewegungssystems und/oder der Bewegungspfad und/oder die Geschwindigkeit ausschließlich durch Vorgabe/Definition der Winkelgeschwindigkeit/Rotationsgeschwindigkeit einzelner Antriebseinheiten (insbesondere Antriebsräder) des jeweiligen Fahrwerk-/Bewegungssystems vorgebbar. Hierdurch kann die gesamte Regelungs-Aufgabe insbesondere auf die Regelung eines einzigen Parameters bei der jeweiligen Antriebseinheit fokussiert werden. Dies ermöglicht nicht zuletzt auch ein schlankes und betriebssicheres Verfahren.

15
20

Gemäß einem Ausführungsbeispiel sind alle Bewegungspfade des mobilen Förderbrückensystems durch Vorgabe/Definition ausschließlich von Winkelgeschwindigkeiten/Rotationsgeschwindigkeiten einzelner Antriebseinheiten (insbesondere Antriebsräder) des jeweiligen Fahrwerk-/Bewegungssystems vorgebbar, wobei jeder Bewegungspfad ein individueller Bewegungspfad ist. Hierdurch wird auch große Variabilität bei schlankem Regelungskonzept sichergestellt.

25

Die zuvor genannte Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Verfahren zum Ansteuern und Regeln von einer Vielzahl von mechanisch voneinander entkoppelten und unabhängig voneinander jeweils um eine vertikale Achse schwenkbaren und unabhängig voneinander ausrichtbaren und antreibbaren Fahrwerk-/Bewegungssystemen wenigstens eines mobilen Raupensystems, insbesondere eines mobilen Raupensystems in Ausgestaltung als mobiles Raupenfördersystem, insbesondere mit Förderbrücke und/oder Absetzer oder Bandschleifenwagen, wobei jedes Fahrwerk-/Bewegungssystem individuell regelbar ist, wobei die Fahrwerk-/Bewegungssysteme derart in Abhängigkeit voneinander geregelt werden, dass wenigstens zwei der folgenden individuellen Bewegungskenngrößen zur Vorgabe der absoluten Bewegung des gesamten mobilen Raupensystems individuell je Fahrwerk-/Bewegungssystem

30
35

einstellbar sind: Bewegungspfad, momentane Ausrichtung, Geschwindigkeit, wobei zumindest die Bewegungskenngröße Geschwindigkeit umfasst ist. Dies liefert zuvor genannte Vorteile. Insbesondere kann die regelungstechnische Aufgabe auf einige wenige oder auch nur eine einige Kenngröße zurückgeführt werden. Dies ermöglicht nicht zuletzt auch eine noch gut beherrschbare Komplexität.

Die absolute Bewegung des gesamten mobilen Raupensystems kann dabei z.B. auch durch zwei unterschiedliche Geschwindigkeits-Parameter definiert sein: Winkelgeschwindigkeit, (lineare) Geradeausgeschwindigkeit. Die jeweilige Bewegungskenngröße kann dabei auch vektoriell in Bezug auf wenigstens zwei Raumachsen, insbesondere in Bezug auf alle drei Raumachsen definiert sein.

Es hat sich gezeigt, dass ausgehend von einer Betrachtung einzelner Achsen auf elegante Weise zu einem Regelungskonzept für das Gesamtsystem gelangt werden kann. Insbesondere kann zunächst unter der Annahme nicht-holonomischer kinematischer Zwangsbedingungen für das jeweilige Fahrwerk-/Bewegungssystem einerseits der momentane Bewegungspfad ermittelt werden, und andererseits auch der momentane Geschwindigkeitsvektor in wenigstens einem Referenzpunkt. Eine Regelung bzw. Automatisierung des Bewegungsablaufes für das Gesamtsystem kann dabei auch unter Bezugnahme auf die Veröffentlichung von P. Morin et al. beschrieben werden. Insbesondere kann eine Regelung für einen Zweirad-Roboter auf die Regelung eines jeweiligen Fahrwerk-/Bewegungssystems und spezifischer auch auf die Regelung einer jeweiligen Antriebseinheit angewandt werden. Die in der Veröffentlichung von P. Morin et al. beschriebenen Ansätze können insbesondere als eine Regelungs-Ebene in eine Mehrzahl von Regelungs-Ebenen des erfindungsgemäßen Regelungskonzeptes implementiert werden. Im Gegensatz zu dem in der Veröffentlichung von P. Morin et al. beschriebenen Ansatz beruht die vorliegende Erfindung auch auf dem Konzept, eine übergeordnete Regelung des Gesamtsystems dadurch sicherzustellen, dass eine oder mehrere Größen (im Vergleich zu den in der zuvor genannten Veröffentlichung von P. Morin erwähnten Koeffizienten, insbesondere k_2 , k_3) nicht als Konstanten, sondern als Funktionen betrachtet werden, insbesondere als Funktionen der akkumulierten Winkelabweichung einzelner Fahrwerke von den zum jeweiligen Zeitpunkt intendierten Orientierungen einzelner Fahrwerke, insbesondere bei Priorisierung von Abweichungen in der Ausrichtung der einzelnen Fahrwerke im Vergleich zu Abweichungen der Ausrichtung des Gesamtsystems. Somit kann ausgehend von einem in der Veröffentlichung von P. Morin beschriebenen Regelungskonzept durch Splittung der Regelungsaufgabe in einzelne Teilaufgaben ein erweitertes Regelungskonzept auch für ein vergleichsweise komplexes Gesamtsystem bereitgestellt werden, insbesondere weitgehend unabhängig von der Anzahl von Fahrwerken bzw. Antriebseinheiten. Das erfindungsgemäße Regelungskonzept ist auf einfache Weise skalierbar.

Gemäß einer Ausführungsform werden die Fahrwerk-/Bewegungssysteme in Abhängigkeit voneinander geregelt, indem ausschließlich die folgenden individuellen Geschwindigkeits-Bewegungskenngrößen eingestellt werden: Winkelgeschwindigkeit (rotatorische

5 Geschwindigkeit), (lineare) Geradeausgeschwindigkeit (translatorische Geschwindigkeit). Durch eine Bezugnahme ausschließlich auf die Geschwindigkeit und durch eine Differenzierung hinsichtlich rotatorischer und translatorischer Geschwindigkeiten kann auch ein robustes Konzept bereitgestellt werden.

10 Gemäß einer Ausführungsform werden die Fahrwerk-/Bewegungssysteme in Abhängigkeit voneinander geregelt, indem wenigstens eine der folgenden individuellen Bewegungskenngrößen durch Integration über die Zeit deduktiv aus der Bewegungskenngröße Geschwindigkeit ermittelt werden: Bewegungspfad, momentane Ausrichtung. Hierdurch kann die Regelungsaufgabe auch auf die eine (einzige) Bewegungskenngröße Geschwindigkeit
15 fokussiert werden.

Gemäß einer Ausführungsform wird die Regelung bezüglich wenigstens einer der folgenden Regelungssystematiken (Regelungsschleifen) jeweils als individuelle Regelungsaufgabe je Fahrwerk-/Bewegungssystem appliziert:

20 -erste Regelungsaufgabe: Bewegungspfad-Vorgabe durch Bezugnahme auf eine insbesondere zeitlich variable Referenzkonfiguration;
-zweite Regelungsaufgabe: Bewegungspfad-Vorgabe durch Bezugnahme auf einen Soll-Bewegungspfad des gesamten mobilen Raupensystems, insbesondere bei vordefinierter Geschwindigkeit, insbesondere vordefinierter Tangentialgeschwindigkeit.

25 Hierdurch kann die Regelung auch an eine bestimmte Betriebssituation adaptiert werden, insbesondere gewichtet werden hinsichtlich prioritärer Regelungs-Kriterien (z.B. Vortriebs-Geschwindigkeit oder Positionsgenauigkeit oder minimierte strukturelle Belastungen bzw. Beanspruchungen). Die Regelungsaufgaben können auch in Kombination miteinander
30 bearbeitet werden. Die Vorgabe des Bewegungspfades kann auch in Abhängigkeit der Lösung beider Regelungsaufgaben erfolgen.

Die zeitlich variable Referenzkonfiguration kann z.B. in Abhängigkeit einer fördertechnisch variablen Beladung (Schüttgut) bzw. Lastverteilung des Systems vordefiniert werden,

35 beispielsweise zur Vermeidung einer seitlichen Neigung des Systems über einen maximalen Schwellwert hinaus.

Die Referenzkonfiguration kann z.B. eine Vorgabe von relativen Ausrichtungen und Abständen der Fahrwerke relativ zum Gesamtsystem (Referenzpunkt oder Referenzrahmen) und/oder relativ zueinander umfassen.

Die Referenzkonfiguration beschreibt insbesondere die zu dem jeweiligen Zeitpunkt intendierte

- 5 Lage (Position und Orientierung) sowie den zu dem jeweiligen Zeitpunkt intendierten Geschwindigkeitszustand (translatorisch und rotatorisch) des übergeordneten Gesamtsystems. Die individuelle Lage sowie der individuelle Geschwindigkeitszustand einzelner Fahrwerke können daraus ermittelt werden. Die Lagebeschreibung sowie die Beschreibung des individuellen Geschwindigkeitszustandes einzelner Fahrwerke ist daher nicht von der
- 10 Referenzkonfiguration umfasst.

Als Regelungssystematik ist dabei auch eine Regelungs-Rangfolge oder ein Ablaufschema oder ein Regelungskonzept zu verstehen, welches wahlweise auch mehrere

- 15 Regelungsaufgaben umfassen kann, insbesondere in hierarchischer Gewichtung in Bezug aufeinander. Die Regelungssystematik kann insbesondere vollautomatisiert ohne menschlichen Eingriff ablaufen. Das Regeln erfordert kein manuelles Eingreifen.

Eine Regelung entlang des Soll-Bewegungspfad es kann dabei z.B. durch Vorgabe bzw. durch Einregeln von individuellen Ausrichtungen der Raupenfahrwerke Abhängigkeit von einer auf

20 den Bewegungspfad bezogenen Tangentialgeschwindigkeit erfolgen, insbesondere bei gekrümmtem Bewegungspfad.

Gemäß einer Ausführungsform erfolgt die Regelung (Regelschleife insbesondere in Echtzeit) gemäß wenigstens einer der Regelungsaufgaben in der folgenden Sequenz:

- 25 -Definition von wenigstens einem Fehler für die Bewegung bzw. für den absoluten Soll-Bewegungspfad des Raupensystems;
-Bestimmen der momentanen Geschwindigkeit des Raupensystems;
-Bestimmen der momentanen individuellen Bewegungspfade und individuellen Geschwindigkeiten, insbesondere unter Bezugnahme auf individuelle Krümmungsradien der
- 30 individuellen momentanen Bewegungspfade eines jeweiligen Fahrwerk-/Bewegungssystems;
-Applizieren wenigstens eines Regelungsgesetzes, insbesondere des Regelungsgesetzes für einachsige Fahrwerk-/Bewegungssysteme auf die momentanen individuellen Bewegungen/Bewegungspfade unter Bezugnahme auf die momentane absolute Geschwindigkeit, zum Regeln der momentanen individuellen Bewegungspfade.

35

Hierdurch lässt sich auch eine hohe Genauigkeit erzielen, insbesondere auch in der Art einer Plausibilitätsprüfung in Hinblick auf die Vielzahl von individuellen Fahrwerk-/Bewegungssystemen. Dieses Regelungskonzept hat auch den Vorteil, dass von

vergleichsweise einfachen, kompakten einzelnen Regelungsaufgaben (insbesondere bezüglich einzelner Antriebseinheiten) deduktiv auf eine gesamte Regelungsaufgabe geschlossen werden kann. Anders ausgedrückt: Die Steuerungs-/Regelungseinrichtung ist eingerichtet, die momentanen individuellen Bewegungspfade vorzugeben durch Applizieren wenigstens eines

5 Regelungsgesetzes auf die momentanen individuellen Bewegungspfade der jeweiligen Fahrwerke unter Berücksichtigung der momentanen absoluten Geschwindigkeit, insbesondere indem je Raupe lediglich eine Antriebseinheit (je Doppelraupe gegebenenfalls lediglich zwei Antriebseinheiten) hinsichtlich deren Vorschubgeschwindigkeit geregelt werden.

10 Dabei kann ausgehend von einer Regelung eines einachsigen Fahrgerätes eine Generalisierung für mehrachsige Fahrgeräte mit einer Vielzahl von unabhängig voneinander gelagerten Fahrwerken erfolgen.

Als Fehler ist dabei z.B. eine Abweichung einer Bewegungskenngröße oder auch einer

15 Beanspruchungskenngröße bzw. Belastungskenngröße (Kraft, Moment, Schwingung, mechanische Spannung) größer einem maximalen Schwellwert zu verstehen. Der Schwellwert kann individuell vordefiniert sein. Der Fehler kann sich dabei z.B. auf eine örtliche, zeitliche oder sonstige Größe beziehen.

20 Zum Bestimmen von momentanen Geschwindigkeiten u. Bewegungspfaden können insbesondere Orts- und Geschwindigkeitssensoren verwendet werden, die individuell implementiert sein können. Die Krümmungsradien des jeweiligen Bewegungspfades können dabei den Radien zwischen einem individuellen Referenzpunkt und dem Momentanpol entsprechen.

25 Als Regelungsgesetz für einachsige Fahrwerk-/Bewegungssysteme können insbesondere Regelungsgesetze gemäß dem Kapitel 34.4.3 („path following with orientation control“) der zuvor genannten Veröffentlichung von P. Morin et al. herangezogen werden, insbesondere Ich würde hier auf Kapitel 34.4.3 der betreffenden Veröffentlichung und den darin enthaltenen

30 Formelsatz verweisen (unter Beachtung der erfolgten Verallgemeinerung, insbesondere indem Koeffizienten k_i als Funktionen der akkumulierten Winkelabweichung einzelner Fahrwerke definiert werden.

Gemäß einer Ausführungsform wird das Gegenregeln bezüglich einer individuellen Abweichung

35 von wenigstens einem Soll-Parameter je Fahrwerk-/Bewegungssystem priorisiert gegenüber einem Gegenregeln einer Abweichung von wenigstens einem absoluten Soll-Parameter des gesamten Raupensystems. Hierdurch kann insbesondere auch eine besonders reaktive, zeiteffiziente Art der Regelung sichergestellt werden.

Gemäß einer Ausführungsform erfolgt die Regelung individuell bezüglich einzelner Antriebseinheiten (insbesondere Antriebsräder) der Fahrwerksysteme und/oder der Bewegungssysteme, insbesondere mit den Fahrwerk-/ Bewegungssystemen jeweils in Ausgestaltung als Raupenfahrwerk. Hierdurch können auch örtliche Belastungen minimiert werden. Jedes Fahrwerk-/ Bewegungssystem kann z.B. zunächst prioritär optimal in Hinblick auf eine Abstützung des Oberbaus positioniert werden.

Gemäß einer Ausführungsform wird der Bewegungspfad und/oder die Geschwindigkeit des jeweiligen Fahrwerk-/Bewegungssystems ausschließlich mittels individueller Ansteuerung von einzelnen Antriebseinheiten des jeweiligen Fahrwerk-/Bewegungssystems in Abstimmung auf die weiteren Fahrwerk-/Bewegungssysteme geregelt, insbesondere unter ausschließlicher Bezugnahme auf den je Antriebseinheit individuellen Regelungsparameter Winkelgeschwindigkeit/Rotationsgeschwindigkeit.

Gemäß einer Ausführungsform werden wenigstens vier Fahrwerk-/Bewegungssysteme individuell angesteuert und in Abhängigkeit voneinander geregelt, insbesondere zumindest bezüglich des je Antriebseinheit (insbesondere Antriebsrad) individuellen Regelungsparameters momentane Winkelgeschwindigkeit/ Rotationsgeschwindigkeit.

Optional werden wenigstens acht Antriebseinheiten (insbesondere Antriebsräder) von wenigstens vier Fahrwerk-/Bewegungssystemen einzeln (wenigstens acht Regelungsgrößen eines Parameters) oder paarweise (wenigstens vier Regelungsgrößen eines Parameters) individuell angesteuert und in Abhängigkeit voneinander geregelt, insbesondere zumindest bezüglich des je Antriebseinheit (insbesondere Antriebsrad) individuellen Regelungsparameters momentane Winkelgeschwindigkeit/Rotationsgeschwindigkeit.

Optional werden wenigstens sechzehn Antriebseinheiten (insbesondere Antriebsräder) von wenigstens vier Fahrwerk-/Bewegungssystemen einzeln (wenigstens sechzehn Regelungsgrößen eines Parameters) oder paarweise (wenigstens acht Regelungsgrößen eines Parameters) individuell angesteuert und in Abhängigkeit voneinander geregelt, insbesondere zumindest bezüglich des je Antriebseinheit (insbesondere Antriebsrad) individuellen Regelungsparameters momentane Winkelgeschwindigkeit/Rotationsgeschwindigkeit.

Gemäß einer Ausführungsform werden als Regelungsparameter ausschließlich die Winkelgeschwindigkeiten/Rotationsgeschwindigkeiten einzelner Antriebseinheiten (insbesondere Antriebsräder) des jeweiligen Fahrwerk-/Bewegungssystems geregelt, insbesondere in Abhängigkeit voneinander, insbesondere zum Regeln einer momentanen Vorschubrichtung und/oder des Bewegungspfades und/oder der Geschwindigkeit (momentaner Geschwindigkeitszustand).

Gemäß einer Ausführungsform wird für jedes Fahrwerk-/Bewegungssystem ein individueller Referenzpunkt definiert, in Bezug auf welchen die Regelung erfolgt, insbesondere ein Referenzpunkt zumindest annähernd entsprechend der vertikalen Drehachse des jeweiligen Fahrwerk-/Bewegungssystems. Dabei kann auch für das mobile Förderbrückensystem ein absoluter Referenzpunkt definiert werden, in Bezug auf welchen die Regelung erfolgt, insbesondere ein Referenzpunkt in einer Anordnung zumindest annähernd mittig in Bezug auf die Längs- und/oder Quererstreckung der Brücke oder in Bezug auf die Längs- und/oder Quererstreckung des Absetzsystems. Wahlweise kann auch ein Referenzpunkt definiert werden, welcher zumindest annähernd mittig auf einer Achse angeordnet ist, welche zwei Antriebseinheiten in gegenüberliegenden Raupen einer Doppelraupe verbindet.

Gemäß einer Ausführungsform erfolgt die Regelung in Bezug auf einen einzigen gemeinsamen Soll-Momentanpol für alle Fahrwerk-/Bewegungssysteme und für das gesamte Raupensystem. Dies ermöglicht auch ein Zurückführen der individuellen Regelungsaufgaben auf eine gesamte Regelungsaufgabe für das Gesamtsystem. Dabei können alle Fahrwerk-/Bewegungssystems derart angesteuert werden, dass eine Abweichung individueller Momentanpole von einem gemeinsamen Soll-Momentanpol gegengeregt wird, so dass deren Bewegungspfad jeweils um denselben einzigen Momentanpol eingeregelt wird.

Dabei kann die Lage des gemeinsamen Momentanpols bzw. die Position des Soll-Momentanpols wahlweise unter Bezugnahme auf die sich bei Gleiten einstellende Kinetik rechnerisch adaptiert werden, insbesondere da die Lage des sich einstellenden momentanen Momentanpols von der Lage eines Soll-Momentanpols abweichen kann, welche vornehmlich oder ausschließlich auf der Grundlage einer Kinematik des Rollens (nicht-holonome Zwangsbedingungen) ermittelt wird/wurde.

Gemäß einer Ausführungsform wird bei der Regelung eine Geschwindigkeit des mobilen Raupen- bzw. Förderbrückensystems nicht berücksichtigt. Unabhängig von der absoluten Geschwindigkeit des Gesamtsystems kann zum jeweiligen Zeitpunkt die intendierte Soll-Geschwindigkeit/Winkelgeschwindigkeit des Gesamtsystems eingeregelt werden.

Bei der Regelung kann die Ausrichtung einer/der Brücke und/oder eines/des Absetzsystems berücksichtigt werden, insbesondere relativ zueinander, insbesondere indem ein relativer Abstand und/oder ein relativer Winkel zueinander berücksichtigt wird, so dass eine Synchronisierung der Regelung von wenigstens zwei in Relation zueinander bewegten Systemen sichergestellt ist. Dies kann beispielsweise durch Bestimmung von Fehlern erfolgen, welche gegengeregt werden (Stabilisierung um Null). Wenn beispielsweise der Soll-Abstand

zweier Referenzpunkte einen Meter betragen soll, der aktuell gemessene Ist-Abstand jedoch 1,1 Meter beträgt, so folgt aus der Differenzbildung (Soll - Ist) ein (vektorwertiger) Fehler, aus welchen anschließend (zum jeweiligen Zeitpunkt/momentan) ein Geschwindigkeitszustand errechnet wird, der diesen Fehler reduziert (und um Null stabilisiert).

5

Bei der Regelung kann auf vordefinierte kennzeichnende Größen zurückgegriffen werden, insbesondere auf wenigstens eine Geometrie-Kenngröße für eine/die Brücke und/oder für ein/das Absetzsystem und/oder für das jeweilige Fahrwerk-/Bewegungssystem.

- 10 Gemäß einer Ausführungsform wird bei der Regelung eine individuelle mechanische Belastung (strukturelle Beanspruchung) je Fahrwerk-/Bewegungssystem erfasst, insbesondere eine Belastung in tangentialer und/oder normaler Richtung auf das jeweilige Fahrwerk-/Bewegungssystem. Hierdurch kann auch eine Individual-Regelung in Hinblick auf die Anforderung „minimierte strukturelle Belastung“ jeweils lokal bezüglich des jeweiligen Fahrwerk-/Bewegungssystems erfolgen. Dabei kann eine durch die Bewegung der einzelnen Fahrwerk-/Bewegungssysteme hervorgerufene mechanische Beanspruchung insbesondere eines/des Raupensystems erfasst werden und durch Vorgabe von Vorschubgeschwindigkeiten individueller Antriebseinheiten gegengeregelt werden.
- 15
- 20 Gemäß einer Ausführungsform wird mittels des Verfahrens ein mobiles Förderbrückensystem eingerichtet zum Transport von Fördergut angesteuert und geregelt, aufweisend eine Brücke mit einem Förderband entlang einer Haupterstreckungsachse, wobei die Brücke auf einer Vielzahl von jeweils um eine vertikale Achse schwenkbaren Fahrwerksystemen zur Bewegung auf einem Untergrund angeordnet ist, weiterhin aufweisend ein Absetzsystem, wobei das
- 25 Fördergut auf dem Förderband mittels des Absetzsystems von der Brücke auf eine Abwurfeinrichtung transportierbar ist, wobei das Absetzsystem mit mindestens einem um eine vertikale Achse schwenkbaren Bewegungssystem zur Bewegung auf dem Untergrund von der Brücke entkoppelt ist, wobei das Absetzsystem mindestens zwei Trägersysteme umfasst, die jeweils mindestens ein Bewegungssystem aufweisen, um das Absetzsystem auf dem
- 30 Untergrund zu bewegen, wobei entweder jedes Trägersystem derart am Absetzsystem angeordnet ist, dass mindestens zwei Bewegungssysteme die Haupterstreckungsachse der Brücke seitlich umschließen, oder wobei jedes Trägersystem derart am Absetzsystem angeordnet ist, dass das mindestens eine Bewegungssystem des jeweiligen Trägersystems einseitig zur Haupterstreckungsachse der Brücke angeordnet ist, wobei jedes der Fahrwerk- und Bewegungssysteme individuell angesteuert und bezüglich eines Bewegungspfad
- 35 und/oder einer momentanen Ausrichtung und/oder einer Geschwindigkeit des jeweiligen Fahrwerk-/Bewegungssystems sowohl individuell als auch in Abhängigkeit voneinander geregelt wird.

Gemäß einer Ausführungsform erfolgt die Regelung unter Berücksichtigung von Kraft- und/oder Moment- und/oder Spannungsmesswerten, insbesondere erfasst mittels wenigstens eines Strukturbelastungssensors (beispielsweise Dehnungsmess-Sensorik am Oberbau), derart, dass die elastische Energie der Struktur oder die strukturelle Belastung minimiert wird.

Gemäß einer Ausführungsform wird die Regelung auch in Bezug auf wenigstens einen relativen Abstands-Parameter zwischen den Drehpunkten (vertikale Drehachsen) der einzelnen Fahrwerk-/Bewegungssysteme oder in Bezug auf einen Toleranzbereich für diesen Abstand vorgenommen, insbesondere als Plausibilitäts-Prüfung, insbesondere in Abgleich mit Messwerten aus Kraft- und/oder Moment- und/oder Spannungsmessungen. Die Regelung in Abhängigkeit von Abstandswerten kann insbesondere auch bei sehr groß dimensionierten Anordnungen eine deduktive Analyse auf Spannungs- und Belastungszustände ermöglichen.

Die zuvor genannte Aufgabe wird erfindungsgemäß insbesondere auch gelöst durch eine Steuerungs-/Regelungseinrichtung eingerichtet zum Ausführen eines zuvor beschriebenen Verfahrens, wobei die Steuerungs-/Regelungseinrichtung eingerichtet ist für eine individuelle Regelung jedes Fahrwerk-/Bewegungssystems durch individuelles Ansteuern und Regeln einzelner Antriebseinheiten (insbesondere Antriebsräder) des jeweiligen Fahrwerk-/Bewegungssystems, insbesondere bezüglich der momentanen Winkelgeschwindigkeit/ Rotationsgeschwindigkeit der jeweiligen Antriebseinheit, insbesondere in Abhängigkeit von den jeweils anderen Fahrwerk-/Bewegungssystemen. Dies liefert zuvor genannte Vorteile.

Die zuvor genannte Aufgabe wird erfindungsgemäß insbesondere auch gelöst durch Verwendung einer Steuerungs-/Regelungseinrichtung zum Ausführen eines Verfahrens zum Ansteuern und Regeln von einer Vielzahl von Fahrwerk-/Bewegungssystemen, insbesondere Raupenfahrwerken, einer Förderbrücke und/oder von einer Vielzahl von Fahrwerk-/Bewegungssystemen, insbesondere Raupenfahrwerken, eines Absetzsystems, insbesondere zum individuellen Ansteuern und Regeln von wenigstens drei oder vier Bewegungssystemen oder von wenigstens drei oder vier Fahrwerk-/Bewegungssystemen, insbesondere sowohl von den Fahrwerk-/Bewegungssystemen der Förderbrücke als auch von den Fahrwerk-/Bewegungssystemen des Absetzsystems, insbesondere in einem kombinierten System umfassend wenigstens ein mobiles Förderbrückensystem mit wenigstens einem davon entkoppelten Absetzsystem, bei einem zuvor beschriebenen Verfahren. Dies liefert zuvor genannte Vorteile.

Die zuvor genannte Aufgabe wird erfindungsgemäß insbesondere auch gelöst durch Verwendung einer Steuerungs-/Regelungseinrichtung zum Ausführen eines Verfahrens zum

Ansteuern und Regeln von einer Vielzahl von Raupenfahrwerken von Fahrwerk-/Bewegungssystemen eines Raupensystems, insbesondere zum individuellen Ansteuern und Regeln von wenigstens drei oder vier Fahrwerk-/Bewegungssystemen, bei einem zuvor beschriebenen Verfahren, wobei die Steuerungs-/Regelungseinrichtung zur Vorgabe von individuellen rotatorischen und translatorischen Geschwindigkeiten der einzelnen Raupenfahrwerke verwendet wird. Dies liefert zuvor genannte Vorteile.

Die zuvor genannte Aufgabe wird erfindungsgemäß insbesondere auch gelöst durch ein Computerprogrammprodukt eingerichtet zum Ausführen eines zuvor beschriebenen Verfahrens, wenn das Verfahren auf einem Computer ausgeführt wird.

Die zuvor genannte Aufgabe wird erfindungsgemäß insbesondere auch gelöst durch ein Computerprogrammprodukt eingerichtet zum Steuern eines Verfahrens zum Ansteuern und Regeln von einer Vielzahl von Fahrwerk-/Bewegungssystemen, insbesondere umfassend Raupenfahrwerke, einer Förderbrücke und/oder von einer Vielzahl von Fahrwerk-/Bewegungssystemen, insbesondere umfassend Raupenfahrwerke, eines Absetzsystems, insbesondere zum individuellen Ansteuern und Regeln von wenigstens drei oder vier Fahrwerk-/Bewegungssystemen, insbesondere sowohl von den Fahrwerk-/Bewegungssystemen der Förderbrücke als auch von den Fahrwerk-/Bewegungssystemen des Absetzsystems, insbesondere in einem kombinierten System umfassend wenigstens ein mobiles Förderbrückensystem mit wenigstens einem davon entkoppelten Absetzsystem, wobei das Computerprogrammprodukt eingerichtet ist zum individuellen Ansteuern einer jeweiligen Antriebseinheit des jeweiligen Fahrwerk-/Bewegungssystems und ferner eingerichtet ist zum Regeln der Vortriebsgeschwindigkeit der jeweiligen Antriebseinheit in Abhängigkeit von einer Bewegungspfad-Vorgabe durch Bezugnahme auf eine zeitlich variable Referenzkonfiguration (erste Regelungsaufgabe) und/oder in Abhängigkeit von einer Bewegungspfad-Vorgabe durch Bezugnahme auf einen Soll-Bewegungspfad der Förderbrücke oder des Absetzsystems (zweite Regelungsaufgabe), wenn das Verfahren auf einem Computer ausgeführt wird. Dies liefert jeweils zuvor genannte Vorteile.

Die zuvor genannte Aufgabe wird erfindungsgemäß insbesondere auch gelöst durch ein Computerprogrammprodukt eingerichtet zum Steuern eines Verfahrens zum Ansteuern und Regeln von einer Vielzahl von Raupenfahrwerken von Fahrwerk-/Bewegungssystemen eines Raupensystems, insbesondere zum individuellen Ansteuern und Regeln von wenigstens drei oder vier Fahrwerk-/Bewegungssystemen, bei einem zuvor beschriebenen Verfahren, wobei zur Regelung individuelle rotatorische und translatorische Soll-Geschwindigkeiten der einzelnen Raupenfahrwerke vorgegeben werden, wenn das Verfahren auf einem Computer ausgeführt wird. Dies liefert zuvor genannte Vorteile.

FIGURENBESCHREIBUNG

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung wenigstens eines Ausführungsbeispiels anhand von Zeichnungen, sowie aus den Zeichnungen selbst.

5 Dabei zeigt

Fig. 1A, 1B jeweils in schematischer Darstellung in Seitenansicht ein mobiles Raupensystem gemäß einem Ausführungsbeispiel bzw. gemäß einem Anwendungsfall;

10 Fig. 2 in schematischer Darstellung in Seitenansicht ein mobiles Förderbrückensystem gemäß einem Ausführungsbeispiel bzw. gemäß einem weiteren Anwendungsfall;

Fig. 3, 4, 5 jeweils in einer Draufsicht einzelne Bewegungszustände und relative Anordnungen einzelner Fahrwerke beim Regeln eines Raupen- oder Förderbrückensystems gemäß einem Ausführungsbeispiel;

15

Fig. 6 in einer perspektivischen Seitenansicht in schematischer Darstellung ein System mit vier Fahrwerken, die jeweils in einem Referenzpunkt hinsichtlich Krafteinwirkung gemäß einem Ausführungsbeispiel gemessen und geregelt werden.

20

Bei Bezugszeichen, die nicht explizit in Bezug auf eine einzelne Figur beschrieben werden, wird auf die anderen Figuren verwiesen.

25 Die Figuren werden zwecks leichteren Verständnisses teilweise zusammen unter Bezugnahme auf alle Bezugszeichen beschrieben. In den jeweiligen Figuren gezeigte Einzelheiten oder Besonderheiten werden individuell beschrieben.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER FIGUREN

30 Die Fig. 1A, 1B zeigen ein mobiles Raupensystem 10 mit einem Oberbau 5, der auf vier Fahrwerk-/Bewegungssystemen 4, 11 gelagert ist, welche jeweils ein Raupenfahrwerk 15 mit zwei Raupen aufweisen (Doppelraupenfahrwerk). Jede Raupe ist durch mehrere Antriebseinheiten 14 angetrieben, hier dargestellt sind jeweils zwei Antriebsräder, wobei auch mehr als zwei Antriebsräder vorgesehen sein können. Jedes Fahrwerk-/Bewegungssystem 4, 11 ist um eine zumindest annähernd vertikal ausgerichtete Schwenkachse z1 schwenkbar. Die Schwenkachse z1 ist insbesondere orthogonal zu einer Fahrtrichtung des Gesamtsystems 10 ausgerichtet.

35

Fig. 2 zeigt ein mobiles Förderbrückensystem 1 zum Transport von Fördergut, mit einer Brücke mit einem Förderband. Die Brücke 2 weist eine Vielzahl von als Doppelraupenfahrwerke ausgebildete Fahrwerksysteme 4 zur Bewegung auf einem Untergrund 6 auf. Die Doppelraupenfahrwerke weisen auf jeder Seite wenigstens zwei Antriebseinheiten 14 (insbesondere Antriebsräder) auf.

Das nicht dargestellte Fördergut ist auf dem Förderband 3 mittels eines Absetzsystems 7 von der Brücke 2 auf eine Abwurfeinrichtung 8 transportierbar. Das Förderband 3 ist auf Förderrollen geführt. Zur Bewegung auf dem Untergrund 6 weist das Absetzsystem 7 in dem vorliegenden Ausführungsbeispiel vier als Doppelraupenfahrwerke ausgebildete Bewegungssysteme 11 auf. Beispielsweise sind die Doppelraupenfahrwerke in einer Vierpunktabstützung abgestützt.

Doppelraupenfahrwerke haben den Vorteil, dass sie jeweils um eine zum Untergrund 6 vertikale Achse schwenkbar sind, wodurch sich letztlich die Mobilität des Absetzsystems 7 erhöht. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel sind die Doppelraupenfahrwerke jeweils ohne Lenkraupe oder sonstige Lenkeinrichtung ausgestaltet. Anders ausgedrückt: Die Doppelraupenfahrwerke richten sich über eine Differenz im Vortrieb auf der jeweiligen Seite bzw. an der jeweiligen Raupe aus. Die Doppelraupenfahrwerke weisen auf jeder Seite wenigstens zwei Antriebseinheiten 14 (insbesondere Antriebsräder) auf. Diese können einzeln individuell oder paarweise individuell ansteuerbar/regelbar sein.

Bei dieser Ausgestaltung der Bewegungssysteme ist das Absetzsystem 7 im Wesentlichen statisch von der Brücke 2 entkoppelt/entkoppelbar. Im Wesentlichen bedeutet hierbei, dass zumindest über das Förderband 3 eine physische Verbindung zwischen dem Absetzsystem 7 und der Brücke 2 existiert. Weiterhin können Kabel zwischen dem Absetzsystem 7 und der Brücke 2 verlaufen. Allerdings erfolgt keine Lastübertragung des Eigengewichtes des Absetzsystems 7 auf die Brücke 2. Bevorzugt lagern mindestens 90 % der Gewichtslast des Absetzsystems 7 über die Doppelraupenfahrwerke unmittelbar auf dem Untergrund 6 auf. Das Absetzsystem 7 lagert mechanisch ausschließlich über die Doppelraupenfahrwerke auf dem Untergrund 6 auf.

Das Absetzsystem 7 umfasst z.B. zwei Trägersysteme 9. Die Trägersysteme 9 sind z.B. u-förmig mit jeweils einem Horizontalriegel und zwei Vertikalstützen 92 ausgebildet. Die Trägersysteme 9 können portalförmig ausgebildet sein.

Die Trägersysteme 9 können z.B. jeweils zwei als Doppelraupenfahrwerke ausgebildete Bewegungssysteme 11 aufweisen, um das Absetzsystem 7 auf dem Untergrund 6 zu bewegen.

Beispielsweise ist dabei jedes Trägersystem 9 derart am mobilen Förderbrückensystem 1 angeordnet, dass die jeweils beiden Doppelraupenfahrwerke des Trägersystems 9 die Haupterstreckungsachse der Brücke 2 seitlich umschließen. Wahlweise ist jedes Trägersystem 9 derart am mobilen Förderbrückensystem 1 angeordnet, dass ein jeweiliges

5 Bewegungssystem 11 einseitig neben der Haupterstreckungsachse der Brücke 2 angeordnet ist. Das Trägersystem 9 kann mittels Hubmitteln (z.B. Ausgleichszylinder) höhenverstellbar sein. Zwischen der Brücke 2 und den Fahrwerksystemen 4 können Nivellierungszylinder angeordnet sein, um beispielsweise Neigungen des Untergrunds 6 auszugleichen. Das Förderband 3 ist über einen am Absetzsystem 7 angeordneten Förderbandaufnehmer 12 von der Brücke 2 auf

10 das Absetzsystem 7 geführt. Der Förderbandaufnehmer 12 weist z.B. Hubmittel und/oder Schwenkmittel auf. Das Absetzsystem 7 ist insbesondere als Bandschleifenwagen ausgebildet.

Die Fahrwerksysteme 4 der Brücke 2 sind als Doppelraupenfahrwerke ausgebildet, welche hier rechtwinklig verschwenkt zu den als Doppelraupenfahrwerke ausgebildeten

15 Bewegungssystemen des Absetzsystems 7 angeordnet sind. Diese relative Anordnung ist variabel.

Eine Steuerungs-/Regelungseinrichtung 20 steht in Verbindung mit einer jeweiligen Antriebseinheit 14 und ist eingerichtet, die jeweilige Antriebseinheit individuell anzusteuern und

20 zu regeln, insbesondere in Abhängigkeit bzw. als Funktion von wenigstens einem individuell oder in Bezug auf das Gesamtsystem oder in relativem Bezug auf ein weiteres Gesamtsystem erfassten Messwert.

Das Gesamtsystem 1, 10 kann jeweils eine Messsensorik 30 aufweisen, welche auf den Anwendungsfall angepasste Sensoren umfassen kann, insbesondere Kraftsensoren 31, Geschwindigkeitssensoren (absolute Geschwindigkeit) 32, Winkelgeschwindigkeitssensoren (individuelle Geschwindigkeit) 33, Richtungssensoren 34. Die Anzahl und Anordnung der Sensoren kann je Anwendungsfall individualisiert sein.

25

Fig. 3 zeigt ein aus vier Fahrwerken 4; 11; 15 aufgebautes System 1; 10, welches um einen Momentanpol M bewegt wird. Für das Gesamtsystem ist ein Referenzpunkt RP definiert, insbesondere in einer mittigen Anordnung, und für jedes der Fahrwerke 4; 11 sind individuelle Referenzpunkte RP1, RPn definiert, insbesondere in einer Position auf der vertikalen Schwenkachse des jeweiligen Fahrwerks. Die im absoluten Referenzpunkt RP angedeuteten

30

35 Vektoren kennzeichnen Krafteinwirkung und/oder Bewegungszustände.

Fig. 3 verdeutlicht ferner den Zusammenhang zwischen individueller (Vortriebs-)Geschwindigkeit und Ausrichtung der Fahrwerke, insbesondere da alle Fahrwerke ohne

Lenkraupe bzw. ohne sonstige geometrische Lenksysteme ausgestaltet sind (insbesondere Antriebslenkung bzw. Radseitenlenkung). Je Raupe 15 ist ein einzelner Drehgeschwindigkeitsvektor ω dargestellt, um zu verdeutlichen, dass je Raupe ein einziger individueller Geschwindigkeitsparameter zur Regelung ausreichen kann.

5

Allgemein lässt sich Folgendes zum Regelungskonzept der vorliegenden Erfindung feststellen: Die individuelle Ausrichtung der Fahrwerke bzw. Raupen einerseits und das Realisieren der Bewegung des Gesamtsystems andererseits müssen nicht sequentiell erfolgen, sondern vielmehr kann der Regelungsprozess kontinuierlich-parallel realisiert werden. Anders
10 ausgedrückt: Es kann gleichzeitig sowohl die Orientierung einzelner Fahrwerke als auch die Bewegung des übergeordneten Gesamtsystems geregelt werden.

In Fig. 4 ist der Radius des Bewegungspfades des Gesamtsystems deutlich kleiner als jener in Fig. 3. Dies kann z.B. dadurch bewerkstelligt werden, dass die weiter außen liegende Raupe 15 (in Fahrtrichtung links) der vorderen Raupenpaare einen größeren Vorschub ausübt als die weiter innen liegende Raupe (bei den hinteren Raupenpaaren wird entgegengesetzt geregelt).

In Fig. 5 wird ein Soll-Ist-Vergleich illustriert. Die vier Fahrwerke bzw. deren individuelle Referenzpunkte RP_n bewegen sich jeweils auf einem momentanen individuellen Bewegungspfad C^n (gestrichelte Linie), sollen sich jedoch auf einem jeweiligen individuellen Soll-Bewegungspfad (gepunktete Linie) C_n bewegen. Entsprechend kann die Bezugnahme auf das Gesamtsystem erfolgen, wobei insbesondere zwischen zwei unterschiedlichen Soll-Bewegungspfaden unterschieden werden kann:

- 20
25
30
- Soll-Bewegungspfad C^0 ist derjenige Soll-Pfad, der ohne Berücksichtigung der mechanischen Beanspruchung ermittelt wird;
 - Soll-Bewegungspfad C ist der zwecks Reduzierung der mechanischen Beanspruchung „korrigierte“ Soll-Pfad, also der regelungstechnisch optimierte Bewegungspfad.

Der jeweilige Bewegungspfad wird z.B. durch den jeweiligen Radius r^n , m , r^0 , r zwischen
30 Momentanpol M und Referenzpunkt RP , RP_n definiert.

In Fig. 6 werden die einzelnen Kraftvektoren F_1 , F_2 , F_3 in den jeweiligen Raumrichtungen jeweils in Bezug auf einen der individuellen Referenzpunkte veranschaulicht. Wie zuvor erwähnt, kann der Beanspruchungszustand durch die Messsensorik 30, 31, 34 erfasst werden
35 und bei der Regelung berücksichtigt werden.

Bezugszeichenliste

1	Mobiles Förderbrückensystem
2	Brücke
3	Förderband
4	Fahrwerksystem
5	Oberbau
6	Untergrund
7	Absetzsystem
8	Abwurfeinrichtung
9	Trägersystem
92	Vertikalstütze
10	Mobiles Raupensystem
11	Bewegungssystem
12	Förderbandaufnehmer
14	Antriebseinheit
15	Raupenfahrwerk
20	Steuerungs-/Regelungseinrichtung
30	Messsensorik
31	Kraftsensor
32	Geschwindigkeitssensor (absolute Geschwindigkeit)
33	Winkelgeschwindigkeitssensor (individuelle Geschwindigkeit)
34	Richtungssensor
C^0	momentaner Bewegungspfad Gesamtsystem
C	Soll-Bewegungspfad Gesamtsystem
C^{0n}	individueller momentaner Bewegungspfad
C_n	individueller Soll-Bewegungspfad
F1	Kraftvektor in erster Raumrichtung
F2	Kraftvektor in zweiter Raumrichtung
F3	Kraftvektor in dritter Raumrichtung
M	Momentanpol
r^{0n}	momentaner individueller Radius
r_n	individueller Soll-Radius
r^0	momentaner Radius Gesamtsystem

r	Soll-Radius Gesamtsystem
RP	Referenzpunkt Gesamtsystem
RP1	erster individueller Referenzpunkt
RPn	weiterer individueller Referenzpunkt
ω	individueller Winkelgeschwindigkeitsvektor (kleines Omega)
z1	Schwenkachse

Ansprüche

1. Verfahren zum Ansteuern und Regeln von einer Vielzahl von mechanisch voneinander entkoppelten und unabhängig voneinander jeweils um eine vertikale Achse (z_1) schwenkbaren und unabhängig voneinander ausrichtbaren und antreibbaren Fahrwerk-/Bewegungssystemen (4, 11) wenigstens eines mobilen Raupensystems (10), insbesondere eines mobilen Raupensystems in Ausgestaltung als mobiles Raupenfördersystem, wobei jedes Fahrwerk-/Bewegungssystem individuell regelbar ist, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass die Fahrwerk-/Bewegungssysteme derart in Abhängigkeit voneinander geregelt werden, dass wenigstens zwei der folgenden individuellen Bewegungskenngrößen zur Vorgabe der absoluten Bewegung des gesamten mobilen Raupensystems individuell je Fahrwerk-/Bewegungssystem einstellbar sind: Bewegungspfad, momentane Ausrichtung, Geschwindigkeit, wobei zumindest die Bewegungskenngröße Geschwindigkeit umfasst ist.
2. Verfahren nach dem vorhergehenden Verfahrensanspruch, wobei die Fahrwerk-/Bewegungssysteme in Abhängigkeit voneinander geregelt werden, indem ausschließlich die folgenden individuellen Geschwindigkeits-Bewegungskenngrößen eingestellt werden: Winkelgeschwindigkeit, Geradeausgeschwindigkeit.
3. Verfahren nach dem vorhergehenden Verfahrensanspruch, wobei die Fahrwerk-/Bewegungssysteme in Abhängigkeit voneinander geregelt werden, indem wenigstens eine der folgenden individuellen Bewegungskenngrößen durch Integration über die Zeit deduktiv aus der Bewegungskenngröße Geschwindigkeit ermittelt wird/werden: Bewegungspfad, momentane Ausrichtung.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Verfahrensansprüche, wobei die Regelung bezüglich wenigstens einer der folgenden Regelungssystematiken jeweils als individuelle Regelungsaufgabe je Fahrwerk-/Bewegungssystem appliziert wird:
 - erste Regelungsaufgabe: Bewegungspfad-Vorgabe durch Bezugnahme auf eine insbesondere zeitlich variable Referenzkonfiguration;
 - zweite Regelungsaufgabe: Bewegungspfad-Vorgabe durch Bezugnahme auf einen Soll-Bewegungspfad des gesamten mobilen Raupensystems, insbesondere bei vordefinierter Geschwindigkeit.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Verfahrensansprüche, wobei die Regelung gemäß wenigstens einer der Regelungsaufgaben in der folgenden Sequenz erfolgt:
 - Definition von wenigstens einem Fehler für die Bewegung des Raupensystems;
 - Bestimmen der momentanen Geschwindigkeit des Raupensystems;

-Bestimmen der momentanen individuellen Bewegungspfade und individuellen Geschwindigkeiten, insbesondere unter Bezugnahme auf individuelle Krümmungsradien der individuellen momentanen Bewegungspfade eines jeweiligen Fahrwerk-/Bewegungssystems;
-Applizieren wenigstens eines Regelungsgesetzes, insbesondere des Regelungsgesetzes für einachsige Fahrwerk-/Bewegungssysteme, auf die momentanen individuellen Bewegungspfade unter Bezugnahme auf die momentane absolute Geschwindigkeit, zum Regeln der momentanen individuellen Bewegungspfade.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Verfahrensansprüche, wobei das Gegenregeln bezüglich einer individuellen Abweichung von wenigstens einem Soll-Parameter je Fahrwerk-/Bewegungssystem priorisiert wird gegenüber einem Gegenregeln einer Abweichung von wenigstens einem absoluten Soll-Parameter des Raupensystems.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Verfahrensansprüche, wobei die Regelung individuell bezüglich einzelner Antriebseinheiten der Fahrwerksysteme und/oder der Bewegungssysteme erfolgt, insbesondere mit den Fahrwerk-/Bewegungssystemen jeweils in Ausgestaltung als Raupenfahrwerk.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Verfahrensansprüche, wobei der Bewegungspfad und/oder die Geschwindigkeit des jeweiligen Fahrwerk-/Bewegungssystems ausschließlich mittels individueller Ansteuerung von einzelnen Antriebseinheiten des jeweiligen Fahrwerk-/Bewegungssystems in Abstimmung auf die weiteren Fahrwerk-/Bewegungssysteme geregelt wird, insbesondere unter ausschließlicher Bezugnahme auf den je Antriebseinheit individuellen Regelungsparameter Winkelgeschwindigkeit.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Verfahrensansprüche, wobei als Regelungsparameter ausschließlich die Winkelgeschwindigkeiten/ Rotationsgeschwindigkeiten einzelner Antriebseinheiten des jeweiligen Fahrwerk-/Bewegungssystems geregelt werden, insbesondere in Abhängigkeit voneinander, insbesondere zum Regeln einer momentanen Vorschubrichtung und/oder des Bewegungspfades und/oder der Geschwindigkeit.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Verfahrensansprüche, wobei die Regelung in Bezug auf einen einzigen gemeinsamen Soll-Momentanpol für alle Fahrwerk-/Bewegungssysteme und für das gesamte Raupensystem erfolgt; und/oder wobei alle Fahrwerk-/Bewegungssysteme derart angesteuert werden, dass eine Abweichung individueller Momentanpole von einem gemeinsamen Soll-Momentanpol gegengeregelt wird, so dass deren Bewegungspfad jeweils um denselben einzigen Momentanpol eingeregelt wird.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Verfahrensansprüche, wobei bei der Regelung eine individuelle mechanische Belastung je Fahrwerk-/Bewegungssystem erfasst wird, insbesondere eine Belastung in tangentialer und/oder normaler Richtung auf das jeweilige Fahrwerk-/Bewegungssystem; und/oder wobei eine durch die Bewegung der einzelnen Fahrwerk-/Bewegungssysteme hervorgerufene mechanische Beanspruchung erfasst wird und durch Vorgabe von Vorschubgeschwindigkeiten individueller Antriebseinheiten gegengeregt wird.

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Verfahrensansprüche, wobei mittels des Verfahrens ein mobiles Förderbrückensystem (1) eingerichtet zum Transport von Fördergut angesteuert und geregelt wird, aufweisend eine Brücke (2) mit einem Förderband (3) entlang einer Hauptstreckungsachse (X), wobei die Brücke (2) auf einer Vielzahl von jeweils um eine vertikale Achse schwenkbaren Fahrwerksystemen (4) zur Bewegung auf einem Untergrund (6) angeordnet ist, weiterhin aufweisend ein Absetzsystem (7), wobei das Fördergut auf dem Förderband (3) mittels des Absetzsystems (7) von der Brücke (2) auf eine Abwurfeinrichtung (8) transportierbar ist, wobei das Absetzsystem (7) mit mindestens einem um eine vertikale Achse schwenkbaren Bewegungssystem (11) zur Bewegung auf dem Untergrund (6) von der Brücke (2) entkoppelt ist, wobei das Absetzsystem (7) mindestens zwei Trägersysteme (9) umfasst, die jeweils mindestens ein Bewegungssystem (11) aufweisen, um das Absetzsystem (7) auf dem Untergrund (6) zu bewegen, wobei entweder jedes Trägersystem (9) derart am Absetzsystem (7) angeordnet ist, dass mindestens zwei Bewegungssysteme (11) die Hauptstreckungsachse (X) der Brücke (2) seitlich umschließen, oder wobei jedes Trägersystem (9) derart am Absetzsystem (7) angeordnet ist, dass das mindestens eine Bewegungssystem (11) des jeweiligen Trägersystems (9) einseitig zur Hauptstreckungsachse (X) der Brücke (2) angeordnet ist, wobei jedes der Fahrwerk- und Bewegungssysteme individuell angesteuert und bezüglich eines Bewegungspfades und/oder einer momentanen Ausrichtung und/oder einer Geschwindigkeit des jeweiligen Fahrwerk-/Bewegungssystems sowohl individuell als auch in Abhängigkeit voneinander geregelt wird.

13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Verfahrensansprüche, wobei die Regelung unter Berücksichtigung von Kraft- und/oder Moment- und/oder Spannungsmesswerten, insbesondere erfasst mittels wenigstens eines Strukturbelastungssensors, derart erfolgt, dass die elastische Energie der Struktur oder die strukturelle Belastung minimiert wird.

14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Verfahrensansprüche, wobei die Regelung auch in Bezug auf wenigstens einen relativen Abstands-Parameter zwischen den Drehpunkten der einzelnen Fahrwerk-/Bewegungssysteme oder in Bezug auf einen Toleranzbereich für

diesen Abstand vorgenommen wird, insbesondere als Plausibilitäts-Prüfung, insbesondere in Abgleich mit Messwerten aus Kraft- und/oder Moment- und/oder Spannungsmessungen.

15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Verfahrensansprüche, wobei die Regelung vollautomatisiert ohne menschlichen Eingriff erfolgt.

16. Steuerungs-/Regelungseinrichtung eingerichtet zum Ausführen eines Verfahrens nach einem der vorhergehenden Verfahrensansprüche, wobei die Steuerungs-/Regelungseinrichtung eingerichtet ist für eine individuelle Regelung jedes Fahrwerk-/Bewegungssystems durch individuelles Ansteuern und Regeln einzelner Antriebseinheiten des jeweiligen Fahrwerk-/Bewegungssystems, insbesondere bezüglich der momentanen Winkelgeschwindigkeit/Rotationsgeschwindigkeit der jeweiligen Antriebseinheit, insbesondere in Abhängigkeit von den jeweils anderen Fahrwerk-/Bewegungssystemen.

17. Verwendung einer Steuerungs-/Regelungseinrichtung zum Ausführen eines Verfahrens zum Ansteuern und Regeln von einer Vielzahl von Fahrwerk-/Bewegungssystemen, insbesondere Raupenfahrwerken, einer Förderbrücke und/oder von einer Vielzahl von Fahrwerk-/Bewegungssystemen, insbesondere Raupenfahrwerken, eines Absetzsystems, insbesondere zum individuellen Ansteuern und Regeln von wenigstens drei oder vier Bewegungssystemen oder von wenigstens drei oder vier Fahrwerk-/Bewegungssystemen, insbesondere sowohl von den Fahrwerk-/Bewegungssystemen der Förderbrücke als auch von den Fahrwerk-/Bewegungssystemen des Absetzsystems, insbesondere in einem kombinierten System bestehend aus wenigstens einem mobilen Förderbrückensystem und wenigstens einem davon entkoppelten Absetzsystem, bei einem Verfahren nach einem der vorhergehenden Verfahrensansprüche 1 bis 15.

18. Verwendung einer Steuerungs-/Regelungseinrichtung zum Ausführen eines Verfahrens zum Ansteuern und Regeln von einer Vielzahl von Raupenfahrwerken von Fahrwerk-/Bewegungssystemen eines Raupensystems, insbesondere zum individuellen Ansteuern und Regeln von wenigstens drei oder vier Fahrwerk-/Bewegungssystemen, bei einem Verfahren nach einem der vorhergehenden Verfahrensansprüche 1 bis 15, wobei die Steuerungs-/Regelungseinrichtung zur Vorgabe von individuellen rotatorischen und translatorischen Geschwindigkeiten der einzelnen Raupenfahrwerke verwendet wird.

19. Computerprogrammprodukt eingerichtet zum Ausführen eines Verfahrens nach einem der Verfahrensansprüche 1 bis 15, wenn das Verfahren auf einem Computer ausgeführt wird.

20. Computerprogrammprodukt eingerichtet zum Steuern eines Verfahrens zum Ansteuern und Regeln von einer Vielzahl von Fahrwerk-/Bewegungssystemen, insbesondere umfassend Raupenfahrwerke, einer Förderbrücke und/oder von einer Vielzahl von Fahrwerk-/Bewegungssystemen, insbesondere umfassend Raupenfahrwerke, eines Absetzsystems, insbesondere in einem kombinierten System bestehend aus wenigstens einem mobilen Förderbrückensystem und wenigstens einem davon entkoppelten Absetzsystem, wobei das Computerprogrammprodukt eingerichtet ist zum individuellen Ansteuern einer jeweiligen Antriebseinheit des jeweiligen Fahrwerk-/Bewegungssystems und ferner eingerichtet ist zum Regeln der Vortriebsgeschwindigkeit der jeweiligen Antriebseinheit in Abhängigkeit von einer Bewegungspfad-Vorgabe durch Bezugnahme auf eine zeitlich variable Referenzkonfiguration und/oder in Abhängigkeit von einer Bewegungspfad-Vorgabe durch Bezugnahme auf einen Soll-Bewegungspfad der Förderbrücke oder des Absetzsystems, wenn das Verfahren auf einem Computer ausgeführt wird.

21. Computerprogrammprodukt eingerichtet zum Steuern eines Verfahrens zum Ansteuern und Regeln von einer Vielzahl von Raupenfahrwerken von Fahrwerk-/Bewegungssystemen eines Raupensystems, insbesondere zum individuellen Ansteuern und Regeln von wenigstens drei oder vier Fahrwerk-/Bewegungssystemen, bei einem Verfahren nach einem der vorhergehenden Verfahrensansprüche 1 bis 15, wobei zur Regelung individuelle rotatorische und translatorische Soll-Geschwindigkeiten der einzelnen Raupenfahrwerke vorgegeben werden, wenn das Verfahren auf einem Computer ausgeführt wird.

22. Mobiles Raupensystem (10), welches auf einer Vielzahl von jeweils um eine vertikale Achse schwenkbaren Fahrwerk- und/oder Bewegungssystemen (4, 11) angeordnet ist, wobei jedes Fahrwerksystem (4) und jedes Bewegungssystem (11) wenigstens ein Raupenfahrwerk (15) aufweist, wobei die Fahrwerk- und Bewegungssysteme unabhängig voneinander hinsichtlich deren Ausrichtung und unabhängig von einem Oberbau (5) des Raupensystems zur Definition eines Bewegungspfades des Raupensystems ausrichtbar sind, wobei das mobile Raupensystem eine Steuerungs-/Regelungseinrichtung (20) aufweist, welche an die Fahrwerksysteme (4) und die Bewegungssysteme (11) gekoppelt ist und eingerichtet ist, jedes der Fahrwerk- und Bewegungssysteme individuell anzusteuern und wenigstens zwei der folgenden individuellen Bewegungskenngrößen individuell einzustellen und in Abhängigkeit voneinander zu regeln: Bewegungspfad, momentane Ausrichtung, Geschwindigkeit des jeweiligen Fahrwerk-/Bewegungssystems.

23. Mobiles Förderbrückensystem (1) eingerichtet zum Transport von Fördergut, aufweisend eine Brücke (2) mit einem Förderband (3) entlang einer Haupterstreckungsachse, wobei die Brücke (2) auf einer Vielzahl von jeweils um eine vertikale Achse schwenkbaren

Fahrwerkssystemen (4) zur Bewegung auf einem Untergrund (6) angeordnet ist, weiterhin aufweisend ein Absetzsystem (7), wobei das Fördergut auf dem Förderband (3) mittels des Absetzsystems (7) von der Brücke (2) auf eine Abwurfeinrichtung (8) transportierbar ist, wobei das Absetzsystem (7) mit mindestens einem um eine vertikale Achse schwenkbaren Bewegungssystem (11) zur Bewegung auf dem Untergrund (6) von der Brücke (2) entkoppelt ist, wobei das Absetzsystem (7) mindestens zwei Trägersysteme (9) umfasst, die jeweils mindestens ein Bewegungssystem (11) aufweisen, um das Absetzsystem (7) auf dem Untergrund (6) zu bewegen, wobei entweder jedes Trägersystem (9) derart am Absetzsystem (7) angeordnet ist, dass mindestens zwei Bewegungssysteme (11) die Haupterstreckungsachse der Brücke (2) seitlich umschließen, oder wobei jedes Trägersystem (9) derart am Absetzsystem (7) angeordnet ist, dass das mindestens eine Bewegungssystem (11) des jeweiligen Trägersystems (9) einseitig zur Haupterstreckungsachse der Brücke (2) angeordnet ist, wobei das mobile Förderbrückensystem eine Steuerungs-/Regelungseinrichtung (20) aufweist, welche an die Fahrwerkssysteme und die Bewegungssysteme gekoppelt ist und eingerichtet ist, jedes der wenigstens drei Fahrwerk- und Bewegungssysteme individuell anzusteuern und wenigstens zwei der folgenden individuellen Bewegungskenngrößen individuell einzustellen und in Abhängigkeit voneinander zu regeln: Bewegungspfad, momentane Ausrichtung, Geschwindigkeit des jeweiligen Fahrwerk-/Bewegungssystems.

24. Vorrichtung nach einem der beiden vorhergehenden Vorrichtungsansprüche, wobei die Fahrwerkssysteme und/oder die Bewegungssysteme jeweils wenigstens ein um eine vertikale Achse schwenkbares Raupenfahrwerk (15) mit einer Vielzahl von Antriebseinheiten (14) umfassen, insbesondere jeweils mit wenigstens einer Doppelraupe.

25. Vorrichtung nach wenigstens einem der drei vorhergehenden Vorrichtungsansprüche, wobei der Bewegungspfad und/oder die Geschwindigkeit des jeweiligen Fahrwerk-/Bewegungssystems (4, 11) ausschließlich mittels individueller Ansteuerung von einzelnen Antriebseinheiten (14) des jeweiligen Fahrwerk-/Bewegungssystems in Abstimmung auf die weiteren Fahrwerk-/Bewegungssysteme regelbar ist, insbesondere unter Bezugnahme auf den Regelungsparameter Winkelgeschwindigkeit der jeweiligen Antriebseinheit; und/oder wobei der Bewegungspfad des jeweiligen Fahrwerk-/Bewegungssystems ausschließlich mittels individueller Ansteuerung von Antriebseinheiten der Fahrwerk-/Bewegungssystem vorgebar ist, also ohne Lenkung über Lenkachsen, insbesondere durch Antriebslenkung, insbesondere mittels Einstellung eines individuell differenzierten Vortriebs an wenigstens zwei quer zur Fahrtrichtung zueinander versetzten Antriebseinheiten (14) des jeweiligen Fahrwerk-/Bewegungssystems; und/oder wobei das jeweilige Fahrwerk-/Bewegungssystem frei drehbar um eine zumindest annähernd vertikal ausgerichtete Schwenkachse (z1) drehmomentfrei ohne

Lenkungs Drehmoment gelagert und ausrichtbar ist, insbesondere durch Regelung des individuellen Vorschubs von einzelnen Antriebseinheiten (14).

26. Vorrichtung nach wenigstens einem der vier vorhergehenden Vorrichtungsansprüche, wobei die momentane Vorschubrichtung des jeweiligen Fahrwerk-/Bewegungssystems und/oder der Bewegungspfad und/oder die Geschwindigkeit ausschließlich durch Vorgabe der Winkelgeschwindigkeit einzelner Antriebseinheiten (14) des jeweiligen Fahrwerk-/Bewegungssystems vorgebar ist.

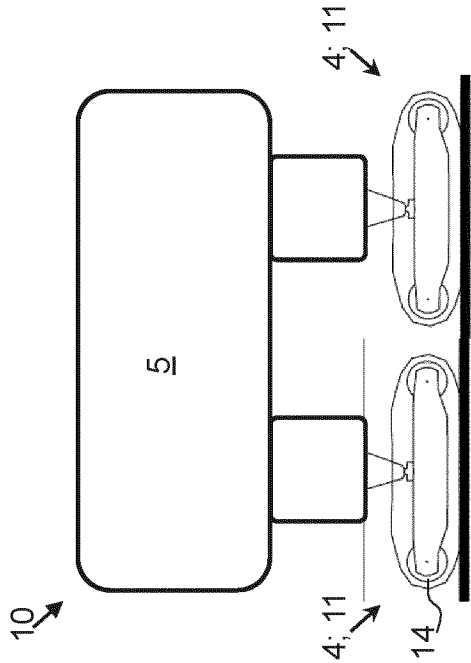


Fig. 1B

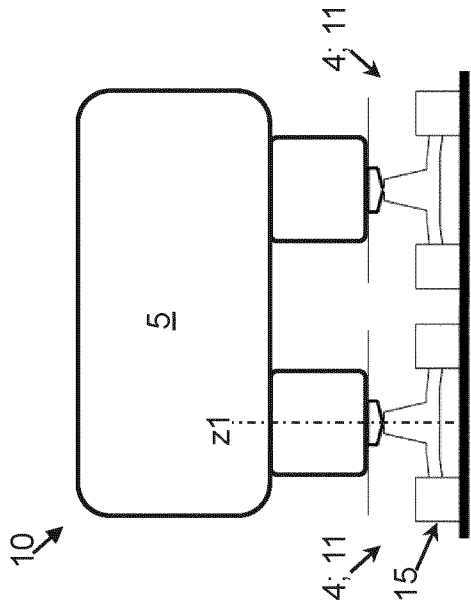


Fig. 1A

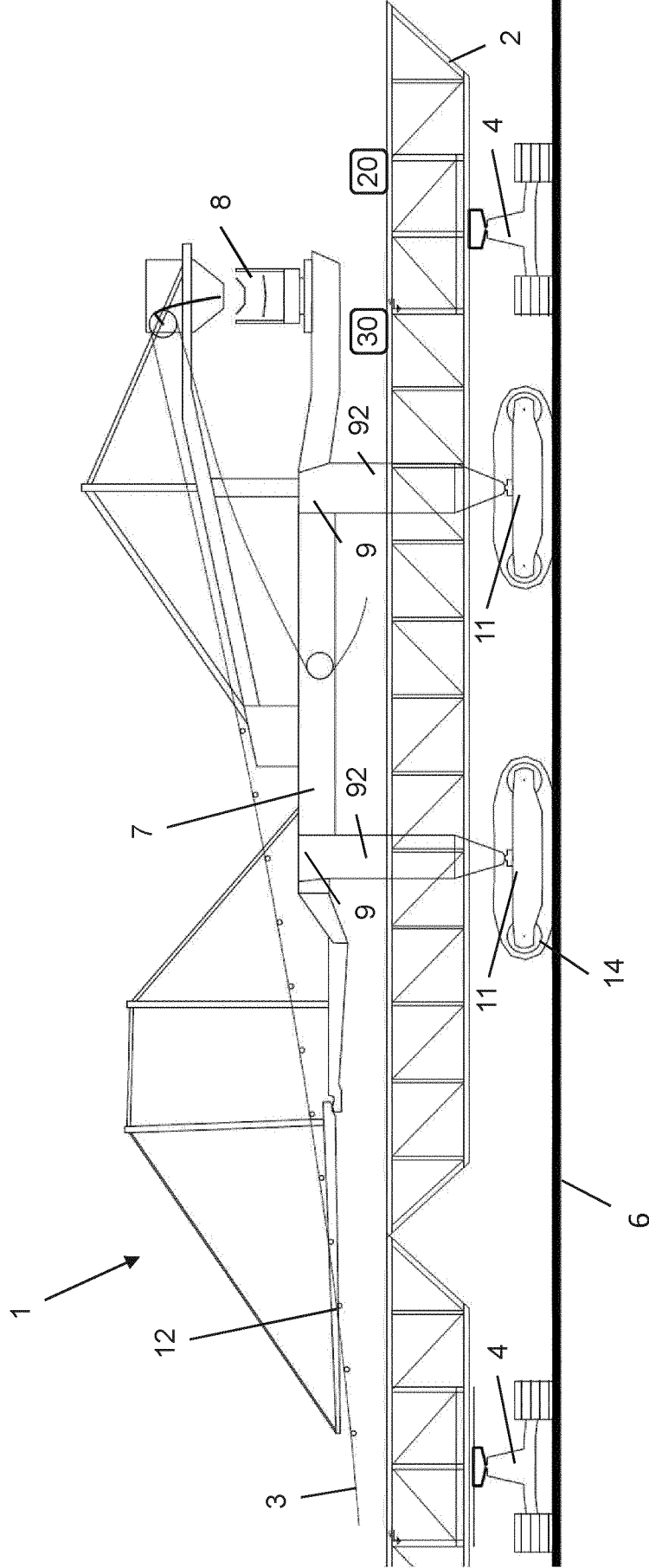


Fig. 2

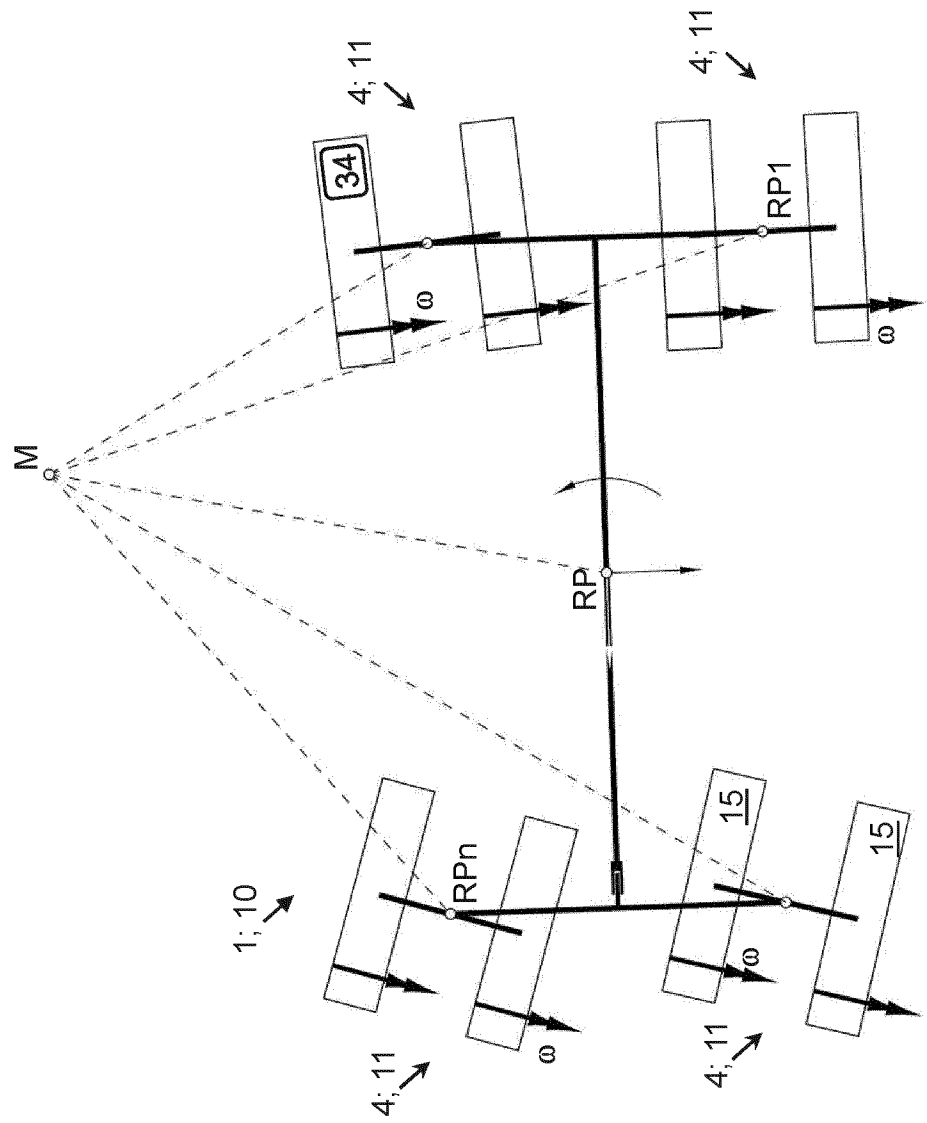


Fig. 3

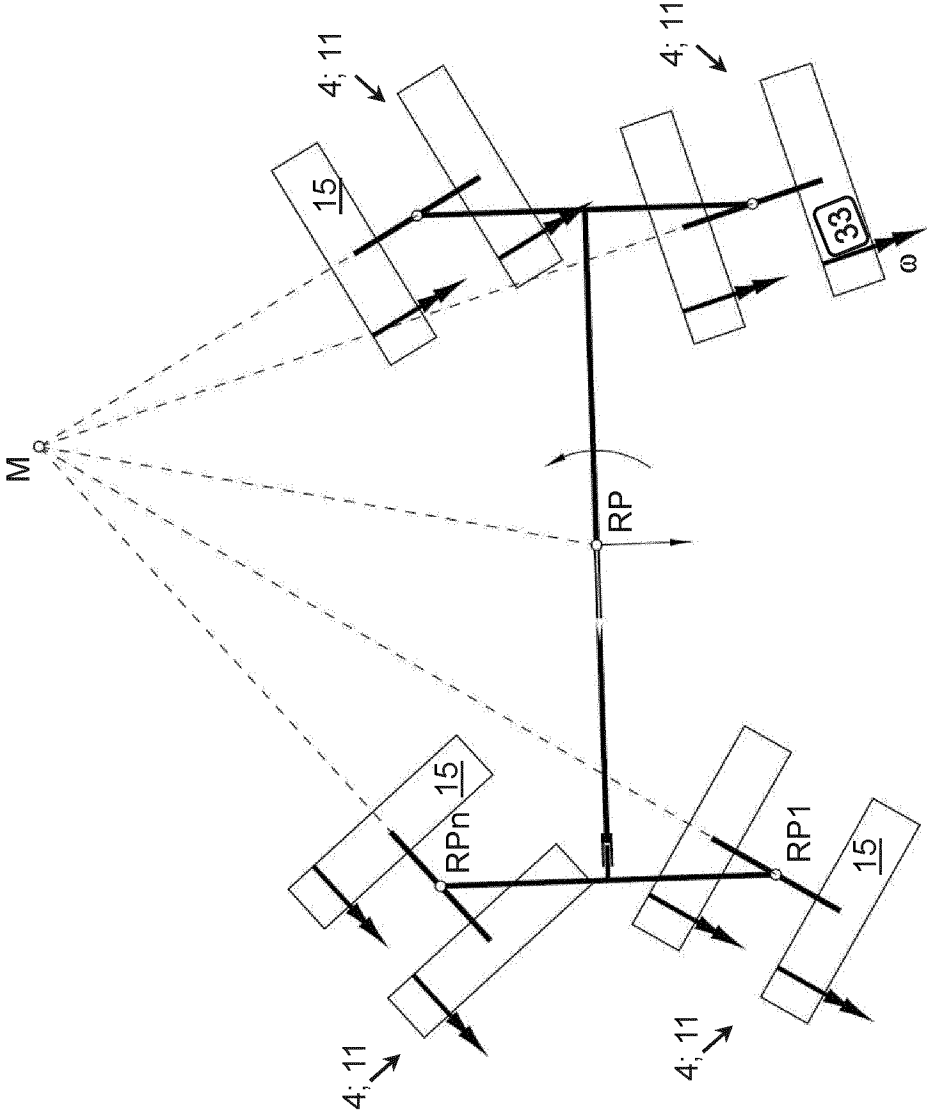


Fig. 4

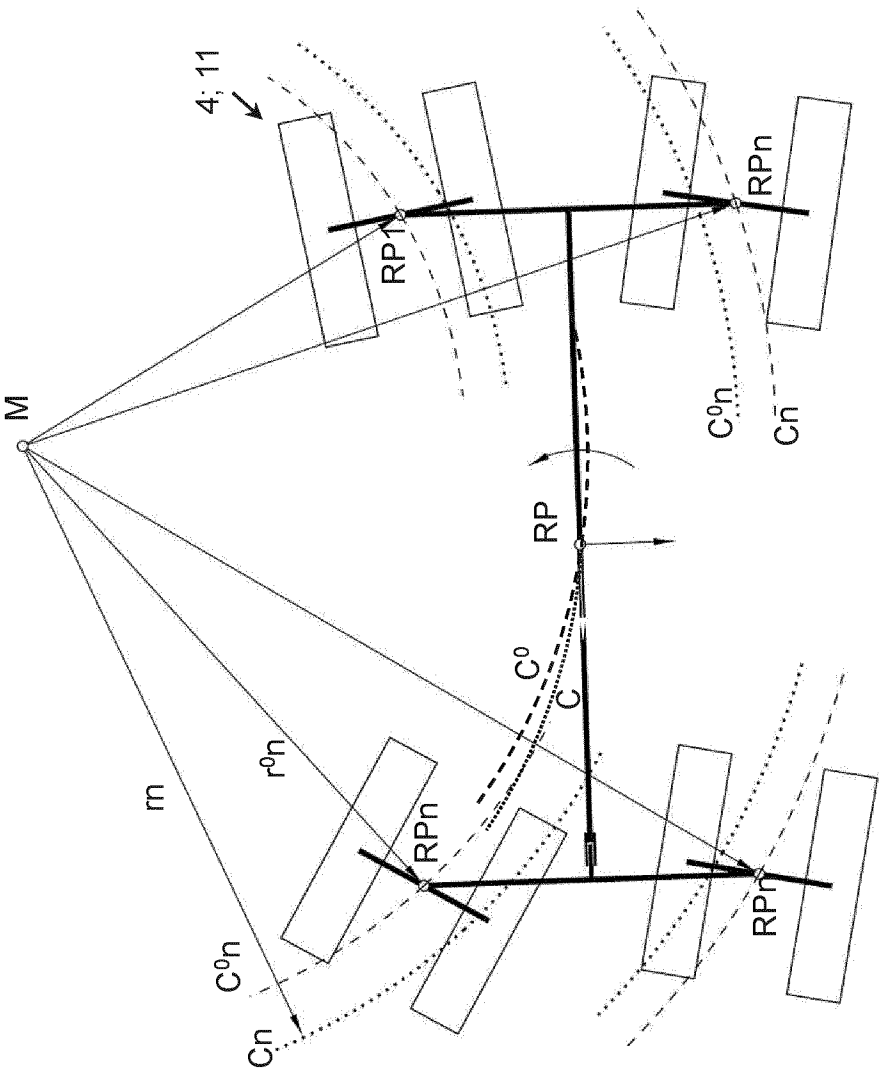
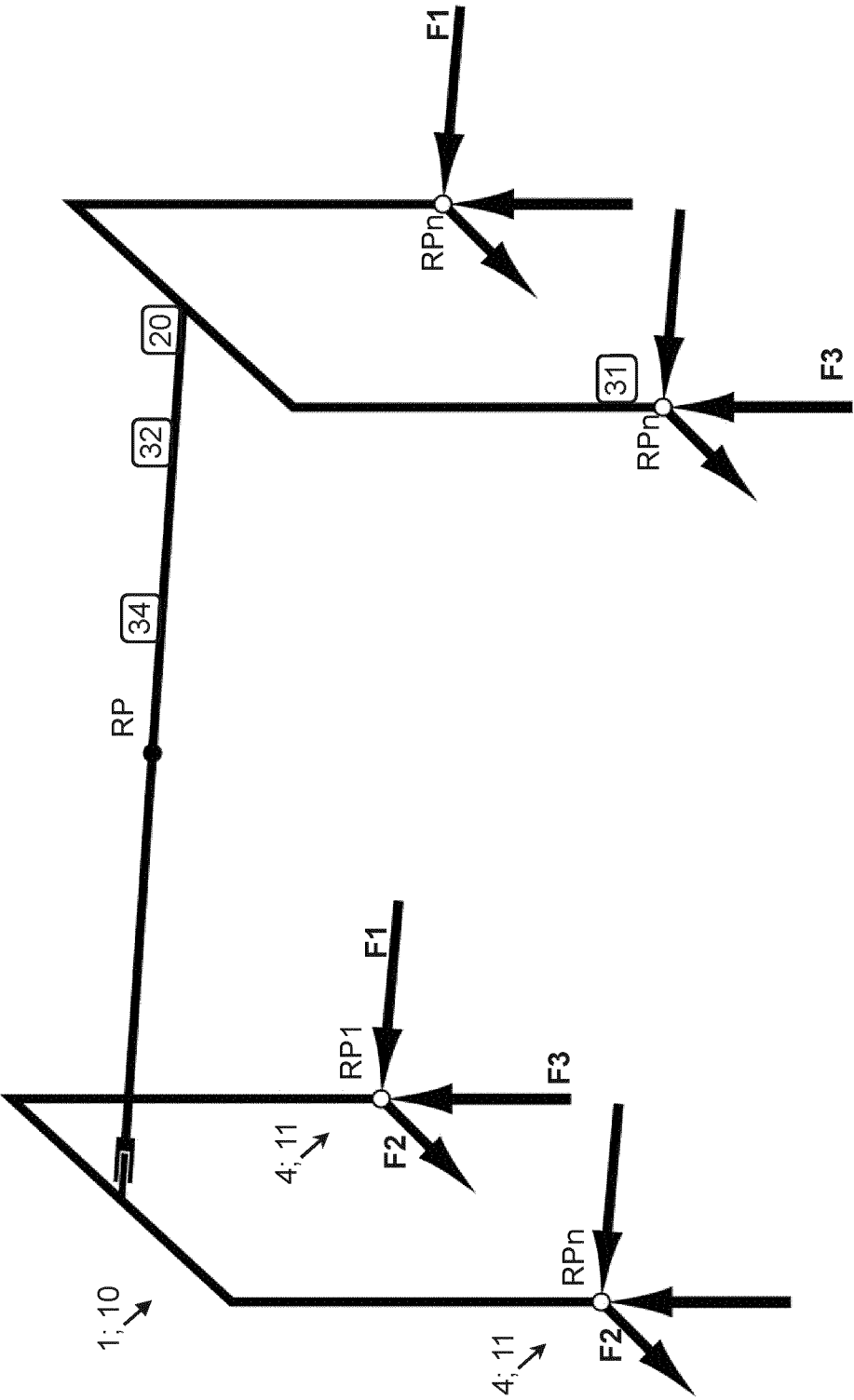


Fig. 5



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2020/057750**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****B62D 11/20**(2006.01)i; **B62D 7/15**(2006.01)i; **B66C 23/36**(2006.01)n; **B65G 65/28**(2006.01)n; **B65G 41/00**(2006.01)n

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B62D; B66F; B66C

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

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

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	US 2018327022 A1 (SCHAEDING CHAD M [US] ET AL) 15 November 2018 (2018-11-15) paragraph [0029] - paragraph [0081]; figures 1-13	1,2,4-10,14-16,18,19,21 3,11-13,17,20,22-26
Y	WO 2019053212 A1 (THYSSENKRUPP IND SOLUTIONS AG [DE]; THYSSENKRUPP AG [DE]) 21 March 2019 (2019-03-21) page 3, line 12 - page 7, line 7 page 7, line 26 - page 9, line 31; figures 1-3	12,17,20,22-26
Y A	US 2005217906 A1 (SPARK IAN J [AU]) 06 October 2005 (2005-10-06) paragraph [0067] - paragraph [0191]; figures 1-17	3,11,13,26 1,2,9
A	US 2011236129 A1 (GUNTERT JR RONALD M [US] ET AL) 29 September 2011 (2011-09-29) the whole document	1-26



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

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

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

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

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

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

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

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

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

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

26 June 2020

Date of mailing of the international search report

09 July 2020

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Signorini, Luca

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2020/057750

Patent document cited in search report				Publication date (day/month/year)		Patent family member(s)		Publication date (day/month/year)	
US	2018327022	A1	15 November 2018	AU	2018261100	A1		07 November 2019	
				CA	3060838	A1		08 November 2018	
				US	2018327022	A1		15 November 2018	
				WO	2018204526	A1		08 November 2018	
WO	2019053212	A1	21 March 2019	LU	100443	B1		19 March 2019	
				WO	2019053212	A1		21 March 2019	
US	2005217906	A1	06 October 2005	US	2005217906	A1		06 October 2005	
				US	2009159356	A1		25 June 2009	
				WO	03059720	A1		24 July 2003	
US	2011236129	A1	29 September 2011	DE	102011014666	A1		24 November 2011	
				US	2011236129	A1		29 September 2011	
				US	2014161528	A1		12 June 2014	
				US	2016251042	A1		01 September 2016	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. B62D11/20 B62D7/15
 ADD. B66C23/36 B65G65/28 B65G41/00

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

B62D B66F B66C

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

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

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2018/327022 A1 (SCHAEDING CHAD M [US] ET AL) 15. November 2018 (2018-11-15)	1,2, 4-10, 14-16, 18,19,21
Y	Absatz [0029] - Absatz [0081]; Abbildungen 1-13	3,11-13, 17,20, 22-26
Y	----- WO 2019/053212 A1 (THYSSENKRUPP IND SOLUTIONS AG [DE]; THYSSENKRUPP AG [DE]) 21. März 2019 (2019-03-21) Seite 3, Zeile 12 - Seite 7, Zeile 7 Seite 9, Zeile 26 - Seite 9, Zeile 31; Abbildungen 1-3 ----- -/-	12,17, 20,22-26

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

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

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

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

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

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

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

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

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

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

26. Juni 2020

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

09/07/2020

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

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

Bevollmächtigter Bediensteter

Signorini, Luca

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 2005/217906 A1 (SPARK IAN J [AU]) 6. Oktober 2005 (2005-10-06)	3,11,13, 26
A	Absatz [0067] - Absatz [0191]; Abbildungen 1-17	1,2,9

A	US 2011/236129 A1 (GUNTERT JR RONALD M [US] ET AL) 29. September 2011 (2011-09-29) das ganze Dokument	1-26

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2020/057750

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie			Datum der Veröffentlichung
US 2018327022	A1	15-11-2018	AU	2018261100	A1	07-11-2019
			CA	3060838	A1	08-11-2018
			US	2018327022	A1	15-11-2018
			WO	2018204526	A1	08-11-2018

WO 2019053212	A1	21-03-2019	LU	100443	B1	19-03-2019
			WO	2019053212	A1	21-03-2019

US 2005217906	A1	06-10-2005	US	2005217906	A1	06-10-2005
			US	2009159356	A1	25-06-2009
			WO	03059720	A1	24-07-2003

US 2011236129	A1	29-09-2011	DE	102011014666	A1	24-11-2011
			US	2011236129	A1	29-09-2011
			US	2014161528	A1	12-06-2014
			US	2016251042	A1	01-09-2016
