

(19)



(11)

EP 3 406 801 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
25.12.2019 Patentblatt 2019/52

(51) Int Cl.:
E01H 11/00^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **17172539.3**

(22) Anmeldetag: **23.05.2017**

(54) **HOCHGESCHWINDIGKEITSSYSTEM ZUR UNKRAUTBEKÄMPFUNG**

HIGH-SPEED SYSTEM FOR COMBATING UNDESIRE D PLANT GROWTH

SYSTÈME HAUTE VITESSE DESTINÉ À LA LUTTE CONTRE LES MAUVAISES HERBES

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

- **Arians, Thomas**
41569 Rommerskirchen (DE)
- **Keilholz Nils**
58791 Werdohl (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
28.11.2018 Patentblatt 2018/48

(74) Vertreter: **LifeTech IP**
Spies & Behrndt Patentanwälte PartG mbB
Eisenheimerstraße 47a
80687 München (DE)

(73) Patentinhaber: **Bayer Aktiengesellschaft**
51373 Leverkusen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A1-2004/005625 DE-A1- 4 132 637
NL-A- 8 800 868

(72) Erfinder:

- **Bassfeld, Hinnerk**
49536 Lienen (DE)

EP 3 406 801 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft ein modulares System zur Unkrautbekämpfung für ein Schienenfahrzeug, und insbesondere ein Unkrautbekämpfungssystem in Gleisbetten, das auch bei hohen Geschwindigkeiten einsetzbar bleibt, einen Sprühzug sowie ein Verfahren zur Bekämpfung von Unkraut in einem Gleisbett.

Stand der Technik

[0002] Eine bekannte Aufgabe, der sich Betreiber von Schienensystemen ständig gegenübersehen, ist das Freihalten der Gleiskörper von unerwünschtem Bewuchs, insbesondere Unkräutern. Dabei wird bekanntermaßen ein Unterschied gemacht zwischen vorbeugenden Maßnahmen zur Unkrautbekämpfung und Maßnahmen, die eingeleitet werden, wenn das Unkraut bereits gewachsen ist. Zwar sind schienengebundene Systeme bekannt, die eine auf einem Kamerasystem beruhende Technik einsetzen, um gezielt Unkräuter zu bekämpfen; allerdings sind die derzeit zum Einsatz kommenden Schienenfahrzeuge, die mit entsprechenden Vorrichtungen zur Unkrautbekämpfung ausgerüstet sind, in der Geschwindigkeit, mit der die Unkrautbekämpfung vollzogen werden kann, deutlich beschränkt. Ein Einsatz dieser bekannten Schienenfahrzeuge zur Unkrautbekämpfung erfordert daher in aller Regel langsame Einsatzfahrten, da eine Unkrauterkenntnis eine entsprechend lange Rechenzeit erfordert oder unflexibel hinsichtlich der Unkräuter ist.

[0003] Dokumente, die sich mit bisher bekannten Technologien in diesem Umfeld befassen, sind unter anderem folgende: Das Dokument WO 2004/005625 A1 beschreibt eine Verbindung zwischen einer Unkrautvernichtungsmaschine, die an ein Schienenfahrzeug montiert ist, welches mit einer Unkraut ererkennenden Kamera und einem mit dieser verbundenen PC, und einer Weteinheit, die auch mit dem PC verbunden ist, ausgestattet ist. Das Dokument NL 8 800 868 A beschreibt eine Vorrichtung zum Verteilen von Unkrautvernichtungsmitteln und zum Besprühen von Unkraut mit demselben. Das Dokument DE 4132637 A1 beschreibt ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Abgabe von Herbiziden bei der Unkrautbekämpfung in Abhängigkeit von dem optisch erfassten und rechnergestützt ausgewerteten Unkrautbekämpfungsgrad.

[0004] Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Konzept für ein System zur Unkrautbekämpfung - bzw. einen Sprühzug - vorzustellen, das hinsichtlich der eingesetzten Steuereinheit, der Kamera und der Zuggeschwindigkeiten flexibel und bei vergleichsweise hohen Fahrtgeschwindigkeiten einsetzbar ist.

Kurzbeschreibung der Erfindung

[0005] Die oben genannte Aufgabe wird durch die Gegenstände der unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhaftige Ausführungsformen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen, der nachfolgenden Beschreibung sowie den Figuren.

[0006] Gemäß einem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein modulares System zur Unkrautbekämpfung für ein Schienenfahrzeug vorgestellt. Das modulare System weist eine Steuereinheit, ein Herbizid- und Mischmodul, einen Düsenstock und ein Kameramodul auf.

[0007] Die Steuereinheit ist zur Erzeugung eines ersten Satzes von Steuersignalen zum Steuern von Ventilen und Mischern in einem separaten Herbizid- und Mischmodul zur Mischung einer Unkraut-spezifischen Herbizidmischung und zur Erzeugung eines zweiten Satzes von Steuersignalen zum Steuern von Ventilen eines Düsenstockes gerichtet.

[0008] Das Herbizid- und Mischmodul weist Behälter zur Aufnahme von unterschiedlichen Herbiziden, die selektiv mit den Ventilen und Mischern in einer selektiven Fluidverbindung stehen, und Anschlusselemente auf, über welche elektrische Signalverbindungen zu Anschlusselementen der Steuereinheit herstellbar sind, so dass die in der Steuereinheit erzeugten ersten Steuersignale zu den Ventilen und Mischern des Herbizid- und Mischmoduls leitbar sind.

[0009] Der Düsenstock, der jeweils räumlich unabhängig sowohl von der Steuereinheit als auch von dem Herbizid- und Mischmodul ist, weist einen ersten Satz von Düsen zum Versprühen von Herbiziden und eine Fluidverbindung zu ausgewählten der Ventile und Mischer des Herbizid- und Mischmoduls auf.

[0010] Dabei kann die Steuereinheit Teil eines Steuer- und Kontrollmoduls sein, das zusammen mit dem Herbizid- und Mischmodul und dem Düsenstock jeweils einzeln reversibel an einem Trägerelement - insbesondere einem Tragwagen - fixierbar ist.

[0011] Das Kameramodul erzeugt in Reaktion auf eine Erkennung eines Unkrautes ein Unkrautsignal. Dabei sind die Erzeugung des ersten Satzes von Steuersignalen und die Erzeugung des zweiten Satzes von Steuersignalen durch das Unkrautsignal des Kameramoduls mittels der Steuereinheit steuerbar. Das Kameramodul selbst befindet sich in einem vordefinierten Abstand zum Düsenstock, ist von dem Steuer- und Kontrollmodul, dem Herbizid- und Mischmodul und dem Düsenstock räumlich getrennt und vor diesen in einer gemeinsamen Bewegungsrichtung angeordnet.

[0012] Gemäß einem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Sprühzug zur Unkrautbekämpfung auf Schienenwegen vorgestellt. Der Sprühzug weist das genannte modulare System zur Unkrautbekämpfung auf einem oder mehreren Tragwagen auf sowie einen zweiten Wagen zur reversiblen Aufnahme des Kameramoduls. Dabei ist der zweite Wagen in einer Fahrtrichtung vor

dem einen oder mehreren Tragwagen angeordnet.

[0013] Gemäß einem dritten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zur Bekämpfung von Unkraut in einem Gleisbett vorgestellt. Das Verfahren weist insbesondere folgendes auf: ein reversibles Fixieren einer Steuereinheit in einem Steuer- und Kontrollmodul an einem Tragwagen, ein reversibles Fixieren eines Herbizid- und Mischmoduls an dem Tragwagen, ein reversibles Fixieren eines Düsenstockes an dem Tragwagen, wobei der Düsenstock jeweils räumlich unabhängig sowohl von dem Steuer- und Kontrollmodul und dem Herbizid- und Mischmodul ist.

[0014] Das Verfahren weist weiterhin ein Herstellen einer Fluidverbindung zwischen dem Herbizid- und Mischmodul und dem Düsenstock und ein Erzeugen eines Unkrautsignals mittels eines Kameramoduls, das beabstandet vor dem Tragwagen in einer Fahrrichtung des Tragwagens angeordnet ist.

[0015] Die Steuereinheit des Steuer- und Kontrollmoduls beeinflusst einen ersten Satz von Steuersignalen zum Steuern von Ventilen und Mischern in dem Herbizid- und Mischmodul zur Mischung einer Unkraut-spezifischen Herbizidmischung. Dabei ist die Beeinflussung abhängig von dem Unkrautsignal des Kameramoduls.

[0016] Das Verfahren weist weiterhin ein Beeinflussen eines zweiten Satzes von Steuersignalen zum Steuern von Ventilen eines Düsenstockes mittels der Steuereinheit des Steuer- und Kontrollmoduls abhängig von dem Unkrautsignal des Kameramoduls, und ein selektives Versprühen der Unkraut-spezifischen Herbizidmischung über Düsen des Düsenstockes auf Schienenwegen auf.

[0017] Dabei weist das Herbizid- und Mischmodul eine Mehrzahl von Behältern zur Aufnahme von unterschiedlichen Herbiziden, die selektiv mit den Ventilen und Mischern in einer selektiven Fluidverbindung stehen, und Anschlusselemente auf, über welche elektrische Signalverbindungen zu Anschlusselementen der Steuereinheit hergestellt werden. Dadurch können die in dem Steuer- und Kontrollmodule erzeugten ersten Steuersignale zu den Ventilen und Mischern des Herbizid- und Mischmoduls geleitet werden.

[0018] Als weiteres Element weist das Verfahren ein Aussparen der Schienenköpfe beim selektiven Versprühen der Unkraut-spezifischen Herbizidmischung auf dem Schienenweg auf.

Detaillierte Beschreibung der Erfindung

[0019] Folgende Begriffe, Ausdrücke und Definitionen werden in diesem Dokument genutzt:

Der Begriff "modulares System" beschreibt im Kontext des vorgestellten Sprühzuges, dass verschiedene Module vorhanden sind aus denen sich eine Unkrautbekämpfung für Gleisbetten zusammensetzen lässt. Die einzelnen Module können dabei - insbesondere im Falle eines Transportes - unabhängig voneinander sein. Sie lassen sich an einem Zielort - d.h., am Einsatzort zur Unkrautbekämpfung - zu einem funktionsfähigen Ge-

samtsystem zur Unkrautbekämpfung auf Schienenwegen zusammensetzen.

[0020] Der Begriff "Unkrautbekämpfung" beschreibt den Vorgang zur Ausbringung von Herbiziden, um bestehende Unkräuter gezielt zu bekämpfen. Außerdem sollen im Kontext dieser Beschreibung unter Unkrautbekämpfung auch proaktive Maßnahmen verstanden werden; d.h., solche Maßnahmen, die von vornherein verhindern, dass Unkräuter auftreten.

[0021] Der Begriff "Schienenfahrzeug" kann hier einen Waggon und/oder einen Tragwagen für einen Schienenverkehr beschreiben. Ein Schienenfahrzeug weist in der Regel mindestens zwei Achsen mit je zwei Rädern auf, welche auf zwei parallel zueinander verlaufenden Schienen aufgesetzt werden können. Die beiden Achsen können in der Regel mit einem Chassis verbunden sein, auf welches entsprechende Aufbauten (z.B. zur Aufnahme von zu transportierenden Gütern oder Personen) aufgesetzt sein können.

[0022] Der Begriff "Steuereinheit" bezeichnet hier eine Einheit, welche Eingangssignale verarbeiten kann und abhängig von den Eingangssignalen Ausgangssignale erzeugt. Die Eingangssignale können unterschiedliche Quellen haben, wie beispielsweise die Bewegungsgeschwindigkeit der Steuereinheit gegenüber der Erde oder auch Ausgangssignale des Kameramoduls. Wenn das Kameramodul beispielsweise Bilddaten erzeugt, welche durch die Steuereinheit bestimmten Unkräutern zugeordnet werden, kann die Steuereinheit auch Ausgangssignale erzeugen, um mittels der Ventile und Mischer, welche über die Ausgangssignale der Steuereinheit individuell ansteuerbar sind, Unkraut-spezifische Herbizidmischungen zu erzeugen bzw. zu mischen. Über einen weiteren Satz von Ausgangssignalen, die von der Steuereinheit an die Düsen - potenziell auch Mischer und Ventile - des Düsenstockes geleitet werden, können Unkraut-spezifische Herbizidmischungen im Gleisbett und der zugehörigen Böschung versprüht werden. Die Steuereinheit selbst kann in ihrer Gesamtheit Teil des Steuer- und Kontrollmoduls sein, welches sich reversibel am Tragwagen befestigen lässt.

[0023] Weiterhin können auch Düsen des Düsenstockes für ein Besprühen eines seitlich zur Böschung verlaufenden Weges vorgesehen sein.

[0024] Der Begriff "Steuer- und Kontrollmodul" kann ein in sich selbstständiges Modul sein, welches als zentrale Steuereinrichtung des vorgestellten modularen Systems zur Unkrautbekämpfung für ein Schienenfahrzeug verstanden werden kann. In dem Steuer- und Kontrollmodul können im Wesentlichen alle Steuersignale mittels der Steuereinheit erzeugt bzw. verarbeitet werden, um die Gesamtfunktion des modularen Systems zur Unkrautbekämpfung für ein Schienenfahrzeug sicherzustellen. Darüber hinaus sind durch die Steuereinheit auch manuelle Eingriffe in die Herbizidabgabe über den Düsenstock mittels eines Leitstandes, welcher ein funktionaler Teil der Steuereinheit sein kann, möglich.

[0025] Der Begriff "räumlich unabhängig" bedeutet

hier, dass ein Modul oder Bauteil grundsätzlich physisch nicht an einem anderen Bauteil hängt. Vielmehr kann es autonom vom anderen Bauteil in einem Gesamtsystem positioniert werden. Beispielweise kann der Düsenstock unabhängig vom Steuer- und Kontrollmodul, und auch unabhängig vom Herbizid- und Mischmodul, eigenständig am Tragwagen befestigt werden. Ein anderes Beispiel bezieht sich auf das Kameramodul. Es kann unabhängig von den anderen Bauteilen oder Modulen positioniert werden. Es kann beispielsweise am vorausfahrenden Kesselwagen montiert sein oder es kann an einer Drohe hängen. Trotzdem kann ein vordefinierter Abstand zu einem der anderen Module - z.B. dem Düsenstock - zu jedem Zeitpunkt bekannt sein.

[0026] Der Begriff "Steersignal" beschreibt ein elektrisches Signal, welches von einer Steuerung erzeugt werden kann und einen Aktivator - zum Beispiel in Form eines Ventils oder einer Düse - in seiner Wirkungsweise kontrolliert. Daneben kann es auch ein Signal auf einer Datenleitung von dem Kameramodul zur Steuereinheit sein, welches der Steuereinheit signalisiert, dass das Unkraut bzw. ein ganz bestimmtes Unkraut erkannt wurde.

[0027] Der Begriff "Herbizid- und Mischmodul" beschreibt ein weiteres Modul des modularen Systems zur Unkrautbekämpfung für ein Schienenfahrzeug. Das Herbizid- und Mischmodul kann eine Mehrzahl von Behältern aufweisen, welche unterschiedliche Herbizide aufnehmen können. Darüber hinaus kann eine Vielzahl von Ventilen vorhanden sein, sodass unterschiedliche Herbizid-Mischungen, vorzugsweise Unkraut-spezifische Herbizid-Mischungen vor Ort herstellbar sind. Das Herbizid- und Mischmodul kann weiterhin verschiedene Anschlüsse aufweisen: einen Wasseranschluss und eine Mehrzahl von elektrischen Leitungen zur Steuerung und Überwachung der Funktion des Herbizid- und Mischmoduls. Außerdem können zusätzliche Leitungen vorhanden sein, um einen oder mehrere der Behälter mit entsprechenden Herbiziden nachzufüllen. Weiterhin kann ein Anschluss für eine Zuleitung zu einem Düsenstock vorhanden sein.

[0028] Der Begriff "Düsenstock" beschreibt ein Trägergestell, an dem eine Mehrzahl von Düsen zur Ausbringung der Herbizid-Mischungen vorhanden sein kann. Bei dem Düsenstock kann es sich um ein weiteres Modul des modularen Systems zur Unkrautbekämpfung für ein Schienenfahrzeug handeln. Auch der Düsenstock kann über eine Mehrzahl von elektrischen Anschlüssen verfügen, über die die Funktion der einzelnen Düsen gesteuert werden kann. Darüber hinaus kann der Düsenstock eine oder mehrere Anschlüsse für Zuleitungen der Herbizid-Mischungen und/oder Wasser und/oder Druckluft aufweisen. Der Düsenstock kann am Trägerelement bzw. am Tragwagen reversibel fixiert sein.

[0029] Der Begriff "selektive Fluidverbindung" beschreibt eine Verbindung zwischen einer Quelle und einer Senke für ein Gas oder eine Flüssigkeit. Die Selektivität der Fluidverbindung deutet darauf hin, dass die Intensität der Verbindung - d.h., der Querschnitt der Ver-

bindung bzw. die Strömungsgeschwindigkeit und damit die durch die Fluidverbindung transportierte Stoffmenge selektiv beeinflussbar sein kann. Typischerweise kann diese steuernde Einflussnahme über ein oder mehrere Ventile geschehen.

[0030] Der Begriff "Trägerelement" beschreibt eine gemeinsame Basis für die Module des modularen Systems zur Unkrautbekämpfung für ein Schienenfahrzeug. Dabei müssen nicht alle Module auf - d.h., oberhalb - dem Trägerelement montiert werden. Sie können auch seitlich am oder unterhalb des Trägerelementes mit diesem reversibel verbindbar sein.

[0031] Der Begriff "in Containerbauweise" steht in unmittelbarem Zusammenhang zur modularen Bauweise des hier vorgestellten modularen Systems. Alle oder einige der Module des modularen Systems können je in einem Standardcontainer - z.B. Standard-20-Fuß-Container - integriert sein. Unter Standardcontainer werden vorzugsweise diejenigen Container verstanden, die in der ISO-Norm 668:2013-08 beschrieben sind. Natürlich sind auch andere Containergrößen möglich. Der Begriff "Containerbauweise" soll auch solche Module erfassen, die sich in einen Standardcontainer integrieren lassen, um beispielsweise das Modul integriert in einen solchen Standardcontainer mit geläufigen Mitteln (z.B. Lastkraftwagen, Flugzeug oder Schiff, die für den Transport von Standardcontainer ausgerichtet sind) transportieren zu können. Es ist zum Beispiel denkbar, dass ein oder mehrere Module eine Plattform (Bodenplatte) aufweisen, die die gleichen Dimensionen wie die Plattform eines Standardcontainers aufweisen und sich Seitenwände und eine Dachwand an die Plattform bzw. die Seitenwände anbringen lassen, so dass sich das Modul einhausen lässt und das eingehauste Modul einen Standardcontainer darstellt. Der Vorteil der Containerbauweise liegt unter anderem darin, dass unterschiedliche "Innereien" in einen jeweiligen Container aufgenommen werden können. Dies betrifft beispielsweise das Steuer- und Kontrollmodul, das Herbizid- und Mischmodul oder auch ein Aufenthalts- oder Lagermodul.

[0032] Der Begriff "Kameramodul" kann eine elektronische Kamera sowie zusätzlich eine Auswerteelektronik aufweisen. Das Kameramodul weist in der Regel wesentlich kleinere Dimensionen als die bereits beschriebenen containergroßen Module des modularen Systems zur Unkrautbekämpfung auf. Das Kameramodul kann über elektrische Verbindungen zu Datenaustauschzwecken mit der Steuereinheit des Steuer- und Kontrollmoduls verbunden sein. Das Kameramodul kann entweder Rohbilddaten direkt an die Steuereinheit übertragen oder es kann eine Vorverarbeitung der von der Kamera aufgenommenen Bilddaten innerhalb der Kamera stattfinden. In beiden Fällen ist die Kamera des Kameramoduls auf das vor ihr liegende Gleisbett des Schienenstranges gerichtet. Um die Verarbeitung der Daten des Kameramoduls sicherzustellen und um die notwendigen Herbizide an den Düsen des Düsenstockes einsatzbereit zu machen - z.B. dorthin durch die Fluidverbindungen zu

transportieren - kann das Kameramodul deutlich vor dem Düsenstock vorgesehen sein.

[0033] Außerdem kann das Kamerasystem mehrere Einzelkameras aufweisen, die beispielsweise entweder Gleisbettsegmenten zugeordnet sind und/oder unkraut-spezifische Daten und Signale erzeugen. Außerdem können die Bilddaten der Kameras untereinander korreliert sein, um Unkräuter allgemein oder spezifisch noch genauer zu erkennen.

[0034] Der Begriff "Unkrautsignal" kann ein oder mehrere elektrische Signale beschreiben, welche durch ihre Eigenart auf ein Vorhandensein von Unkraut/Unkräutern hinweisen. Basierend auf einem dieser Unkrautsignale, können Herbizide bzw. Herbizid-Mischungen zur Unkrautbekämpfung bereitgestellt werden. Das Unkrautsignal kann insbesondere auch ein Unkraut-spezifisches Signal sein, welches eine Erkennung von bestimmten Unkräutern signalisiert.

[0035] Der Begriff "Unkraut-spezifisches Signal" kann ein oder mehrere elektrische Signale beschreiben, welche durch ihre Eigenart auf ein Vorhandensein einer bestimmten Unkrautspezies hinweisen. Basierend auf einem dieser Unkraut-spezifischen Signale, können Unkraut-spezifische Herbizide bzw. Herbizid-Mischungen zur gezielten Bekämpfung der entsprechenden Unkrautspezies bereitgestellt werden.

[0036] Der Begriff "Energiemodul" beschreibt ein weiteres Modul des modularen Systems zur Unkrautbekämpfung. Auch das Energiemodul kann in Containerbauweise vorliegen. Alternativ kann ein Gehäuse, beispielsweise einen Generator zur Stromerzeugung, vor äußeren Einflüssen schützen. Dieses Gehäuse kann neben anderen Elementen auf einer Plattform montiert sein, welche wiederum eine Grundplattform eines Standardcontainers darstellt.

[0037] Der Begriff "Tragwagen" beschreibt im Zusammenhang des hier vorgestellten Konzeptes einen Güterwagen in Form eines Flachwagens, der ein Traggestell, aber keine weiteren festen Aufbauten aufweist. Die Achsen sind typischerweise an Drehgestellen aufgehängt.

[0038] Der Begriff "Aufenthaltsmodul" beschreibt ein weiteres optionales Modul des modularen Systems zur Unkrautbekämpfung. Auch dieses Modul kann in Containerbauweise ausgeführt sein. In ihm können Einrichtungen vorgesehen sein, die für einen Aufenthalt von Personen - beispielsweise zur Erholung oder Arbeitszwecken - geeignet sind.

[0039] Der Begriff "Zwischenschienendüse" kann im Kontext dieses Dokumentes eine Düse bezeichnen, die sich in einem Bereich oberhalb zwischen den Schienen am Düsenstock befindet. Eine derartige Düse kann im Wesentlichen das Gleisbett zwischen den einzelnen Schienensträngen besprühen. Dagegen beschreibt der Begriff "Böschungsdüse" eine Düse die sich über oder neben der Böschung des Gleisbettes am Düsenstock befindet und dafür eingerichtet ist, im Einsatz die Böschung des Gleisbettes zu besprühen.

[0040] Dabei wird zwischen "Halbstrahldüsen" und

"Vollstrahldüsen" unterschieden. Eine Vollstrahldüse erzeugt dabei einen Sprühstrahl, der sich symmetrisch bezogen auf eine vertikal zur Düsenrichtung ausgerichteten Achse ausbreitet. Im Gegensatz dazu ist der Sprühstrahl einer Halbstrahldüse asymmetrisch zu der vertikal zur Düsenrichtung ausgerichteten Achse, so dass beispielsweise nur zu einer Seite der vertikal ausgerichteten Achse ein Sprühstrahl entsteht. Das kann durch eine besondere Ausformung der Düse oder durch Abschirmbleche erreicht werden. Unabhängig davon, sind die Düsen als Löffeldüsen ausgebildet. Dabei schirmt eine löffelförmige Abschirmung den Sprühstrahl beim Austritt aus der Düse beispielsweise vor dem Fahrtwind des Sprühzuges ab.

[0041] Das hier vorgestellte Konzept des modularen Systems zur Unkrautbekämpfung für ein Schienenfahrzeug weist eine Reihe von Vorteilen und technischen Effekten, die in vergleichbarer Weise auch auf den Sprühzug bzw. das entsprechende Verfahren zu treffen:

[0042] Einerseits ergeben sich aus der modularen Bauweise des vorgestellten Systems flexible Einsatzmöglichkeiten hinsichtlich Ort und Zeit. Die einzelnen Module können jederzeit von dem Tragwagen gelöst werden, um dann beispielsweise per Luftfracht an einen anderen Einsatzort transportiert zu werden. Am Zielort eingetroffen, kann das vorgestellte System auf einen neuen Tragwagen montiert werden, um jetzt an diesem Zielort eine Unkrautbekämpfung vorzunehmen.

[0043] Andererseits ist das modulare System für eine Bekämpfung von Unkräutern bei hohen Zuggeschwindigkeiten ausgelegt. Bei bekannten Systemen ist die Kamera immer in unmittelbarer Nähe - oder zumindest am gleichen Wagen - der Steuereinheit vorgesehen. Die erforderliche Rechenzeit - entweder in dem Kameramodul oder in der Steuereinheit - für eine Erkennung von beliebigen oder bestimmten (spezifischen) Unkräutern ist relativ hoch, sodass bei vergleichsweise hohen Zuggeschwindigkeiten der Düsenstock für die Abgabe der Herbizide bereits das erkannte Unkraut passiert hat und somit eine Herbizidabgabe zu spät erfolgen würde. Durch die Positionierung der Kamera bzw. des Kameramoduls weit vor der Steuereinheit bzw. dem Düsenstock wird entsprechend der Gleichung "zur Berechnung zur Verfügung stehende Zeit gleich Abstand zwischen dem Düsenstock und dem Kameramodul geteilt durch Zuggeschwindigkeit" der entscheidende Zeitbeitrag zur Ermittlung des Unkrautes bzw. die Bereitstellung der Herbizid-Mischung an den Düsen zur Verfügung gestellt. Je weiter also das Kameramodul vor dem Herbizid-abgebenden Düsenstock positioniert ist, desto schneller kann der Zug fahren.

[0044] Folglich ist ein mit Herbiziden zu präparierender Gleisabschnitt wesentlich schneller für den allgemeinen Zugverkehr wieder frei. Das hat sowohl technische (Fahrplan) als auch ökonomische Vorteile für den Gleiskörperbetreiber.

[0045] Dazu ist es nicht einmal erforderlich, dass das Kamerasystem direkt an einem anderen Wagen des Zuges montiert ist. Vielmehr kann das Kameramodul auch

an einem vorausfahrenden Zug, der mit konstantem Abstand vor dem Zug mit dem Düsenstock fährt, montiert sein. Die Daten des Kameramoduls können in diesem Fall drahtlos an die Steuereinheit übermittelt werden. Ein wesentliches Merkmal besteht darin, dass auch in diesem Fall eine Realtime-Verarbeitung der Kameradaten zur Berechnung der richtigen Zeitpunkte für die Abgabe der Herbizide durch den Düsenstock erfolgen kann. Es ist also nicht erforderlich, dass eine aufwändigere Karte (weed map) mit den Standorten der Unkräuter aus den Kameradaten erzeugt wird.

[0046] Außerdem ist es möglich, auch eine Drohne einzusetzen, die das Kameramodul trägt und in konstantem Abstand vor dem Zug bzw. dem Düsenstock fliegt. Auch in diesem Fall würden die Kameradaten drahtlos an die Steuereinheit übertragen werden; und auch in diesem Fall erfolgt eine Real-Time-Verarbeitung der Kameradaten ohne die Notwendigkeit einer Weed Map.

[0047] Das vorgeschlagene Konzept erlaubt also eine wesentlich höhere Flexibilität in Bezug auf die einsetzbare Rechengeschwindigkeit der eingesetzten Steuereinheit, die niedriger und damit auch preiswerter sein kann, und auf die Geschwindigkeit mit der der Sprühzug fahren kann.

[0048] In folgendem werden weitere Ausführungsbeispiele des modularen Systems vorgestellt, die sinngemäß auch für den Sprühzug genauso wie entsprechend für das vorgestellte Verfahren Anwendung finden können.

[0049] Zunächst sei angemerkt, dass das Steuer- und Kontrolle Modul neben der Steuereinheit weitere Komponenten aufnehmen kann. Dazu können Arbeitsplätze für Bedienpersonal sowie Monitore und weitere Überwachungseinrichtungen oder auch Empfänger von Wetterdaten bzw. Daten von geographischen Informationssystemen gehören.

[0050] Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel des modularen Systems kann das Trägerelement ein Tragwagen für einen Schieneneinsatz sein. Ein Tragwagen kann ein quasistandardisierter Wagen eines Zuges zur Aufnahme von Lasten - wie beispielsweise von containerartigen Modulen - sein.

[0051] Gemäß einem weiteren vorteilhaften Ausführungsbeispiel des modularen Systems kann das Kameramodul an einem der Steuereinheit vorausfahrenden Wagen reversibel befestigt ist. Der Wagen, der in Fahrtrichtung vor dem Wagen angekoppelt ist, der den Düsenstock trägt, kann beispielsweise ein Kesselwagen sein, der zur Aufnahme von Mischwasser geeignet ist, welches dem Herbizid- und Mischmodul über eine Schlauchleitung zur Verfügung gestellt werden kann. Der vorausfahrende Wagen kann aber auch die Lok bezeichnen, die den Tragwagen zieht, auf der das Steuer- und Kontrollmodul mit der Steuereinheit reversibel fixiert ist. Dabei ist der Abstand zwischen dem Kameramodul und der Steuereinheit jeweils fixiert oder zu jedem Zeitpunkt bekannt.

[0052] Entsprechend einem weiteren optionalen Aus-

führungsbeispiel des modularen Systems kann das Kameramodul an einer - potenziell autonom operierenden - Drohne bzw. einem Multicopter (z.B. Quadrocopter) befestigt sein. Dieser kann mit einem festen oder zeitlich bekannten Abstand zur Steuereinheit/Düsenstock vor dem Sprühzug fliegen. Die Plattform des Energiemoduls kann als Start- und Landeplatz eingesetzt werden. Um den Sprühzug nicht anhalten zu müssen, wenn der Treibstoff der Drohne auszugehen droht, kann eine zweite Drohne mit einem zweiten Kameramodul eingesetzt werden, die quasi im "fliegenden Wechsel" die Aufgabe der aufzutankenden Drohne übernimmt. Die Drohne kann elektrisch betrieben werden oder auch einen Benzinmotor aufweisen. Der Abstand der Drohne zur Steuereinheit bzw. zum Düsenstock kann über eine GPS-Navigation ermöglicht werden. Entsprechende Verfahren sind bekannt. Auch diese Variante setzt keine Herstellung einer Weed Map voraus. Vielmehr können die Daten des Kameramoduls direkt in eine Abgabe von Herbiziden über den Düsenstock umgesetzt werden.

[0053] Gemäß einem weiteren optionalen Ausführungsbeispiel des modularen Systems kann das Kameramodul an einem Zug befestigt sein, der einem Zug, der die Steuereinheit und den Düsenstock trägt, vorausfährt. Vorzugsweise hält der vorausfahrende Zug eine konstante Entfernung zum Sprühzug ein. Damit ist die zur Verfügung stehende Zeit für die Berechnung, ob ein Unkraut durch Herbizide zu bekämpfen ist, konstant. Alternativ kann der vorausfahrende Zug einen zeitlich variablen Abstand zum Sprühzug haben. Derartige Geschwindigkeitsunterschiede und damit variable Abstände lassen sich in der Zeitberechnung für die Abgabe der Herbizide über den Düsenstock durch die Steuereinheit berücksichtigen.

[0054] Entsprechend einem ergänzenden Ausführungsbeispiel des modularen Systems kann das Kameramodul angepasst sein, um ein Unkraut-spezifisches Signal zu erzeugen. Dabei kann die Steuereinheit angepasst sein, das Unkraut-spezifische Signal des Kameramoduls zu empfangen. Außerdem kann die Steuereinheit angepasst sein, um den ersten Satz von Steuersignalen zum Steuern der Ventile und Mischern des Herbizid- und Mischmoduls zu erzeugen.

[0055] Gemäß einem zusätzlichen vorteilhaften Ausführungsbeispiel des modularen Systems kann der Düsenstock eine Gruppe Zwischenschienendüsen und zwei Gruppen von Böschungsdüsen aufweisen. Jede dieser Gruppen sollte mindestens eine Düse aufweisen. Innerhalb der Gruppen ist es auch möglich, jede der Düsen, die im Wesentlichen auf einer Linie, die senkrecht zum Verlauf der Schienen läuft, montiert sind, einzeln zu adressieren, so dass nur über die jeweilig adressierte Düse das Unkraut-spezifische Herbizid abgegeben werden kann. Auf diese Weise kann das entsprechende Herbizid sehr genau im Gleisbett besprüht werden. Dies führt zu einer entsprechenden Reduktion des insgesamt abgegebenen Herbizids und damit zu einer geringeren Umweltbelastung und einer Kostenersparnis durch einge-

sparte Herbizide.

[0056] Bei einem weiteren vorteilhaften Ausführungsbeispiel des modularen Systems können diejenigen Zwischenschienendüsen aus der Gruppe der Zwischenschienendüsen, die schräg unter ihnen liegenden Schienensträngen am nächsten sind, Halbstrahldüsen und die anderen Zwischenschienendüsen Vollstrahldüsen sein. Dabei können die Halbstrahldüsen insbesondere so ausgerichtet sein, dass die Schienen nicht besprüht werden. Auf diese Weise kann der Herbizideinsatz weiter umweltfreundlich reduziert werden und es bilden sich keine Schmierfilme auf den Schienen, sodass die Notbremseneigenschaften für den Sprühzug nicht negativ beeinflusst werden.

[0057] Eine ähnliche Anordnung kann entsprechend einem weiteren Ausführungsbeispiel auch für die zwei Gruppen der Böschungsdüsen, die den schräg unter ihnen liegenden Schienensträngen am nächsten sind, Halbstrahldüsen und die anderen Böschungsdüsen Vollstrahldüsen sein. Für die Vorteile dieser Anordnung gilt das gleiche wie für die Zwischenschienendüsen.

[0058] Ein zusätzliches vorteilhaftes Ausführungsbeispiel des modularen Systems kann vorsehen, dass die Düsen des Düsenstockes Löffeldüsen sind. Dabei kann der Austritt des Sprühstrahls durch einen kreisförmig um eine Austrittsöffnung für die Herbizidmischung herumliegenden Druckluftaustritt geformt werden. Auf diese Weise wird einer Verformung des Sprühstrahls bei höheren Geschwindigkeiten der Sprühzuges entgegengewirkt, so dass noch höhere Zuggeschwindigkeiten möglich werden, ohne die Wirksamkeit des Sprühstrahles des Düsenstockes zu stark negativ zu beeinflussen.

[0059] Ein weiteres Ausführungsbeispiel des modularen Systems kann vorsehen, dass das Steuer- und Kontrollmodul und das Herbizid- und Mischmodul in Containerbauweise ausgeführt sind. Die vorgesehenen Container lassen sich so elegant auf dem jeweiligen Tragwagen in einer standardisierten Weise montieren.

[0060] Ein ergänzendes Ausführungsbeispiel des modularen Systems kann vorsehen, dass zusätzlich ein Energiemodul auf einer Plattform in Modulbauweise und/oder Containerbauweise vorhanden ist. Das Energiemodul kann jeweils elektrisch mit dem Steuer- und Kontrollmodul und dem Herbizid-Mischmodul verbunden sein. Außerdem kann auch das Energiemodul reversibel an dem Trägerelement - d.h. Tragwagen - fixierbar sein.

[0061] Das Energiemodul kann zwischen dem Steuer- und Kontrollmodul und dem Herbizid- und Mischmodul positioniert sein, und zusätzlich als begehbare Plattform dienen. Dies ist immer dann zweckmäßig, wenn das eigentliche Modul zur Energieerzeugung nicht die gesamte Breite des Tragwagens einnimmt. Diese Plattform kann auch als Sammel-, Rettung- und Sicherheitsplattform und/oder auch als Start- und Landeplatz für die bereits erwähnte Drohne eingesetzt werden.

[0062] Darüber hinaus kann gemäß einem Ausführungsbeispiel des modularen Systems der Tragwagen ein Standard-80-Fuß-Tragwagen sein. Dieser kann ent-

weder-jeweils am Ende-Doppelachsen oder Einzelenachsen und eine Mittelachse aufweisen. Der Vorteil der Doppelachsen liegt in einem ruhigeren Fahrverhalten des Tragwagens.

[0063] Alternativ und gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel des modularen Systems kann der Tragwagen aus mehreren aneinandergeschlossenen Tragwagen - beispielsweise 2, 3 oder 4 -, die jeweils kürzer sind als ein Standard-80-Fuß-Tragwagen, bestehen. Damit besteht eine noch größere Flexibilität bezüglich der Beladung der Module auf Schienenfahrzeuge.

[0064] Ein weiteres vorteilhaftes Ausführungsbeispiel des modularen Systems kann vorsehen, dass der Düsenstock unterhalb des Steuer- und Kontrollmodul an dem Trägerelement befestigt ist. Damit ist die Funktion des Düsenstockes aus dem Steuer- und Kontrollmodul direkt beobachtbar. Alternativ oder zusätzlich können Kameras und Monitore zur Überwachung der Funktion des Düsenstockes eingesetzt werden.

[0065] Es wird darauf hingewiesen, dass Ausführungsformen der Erfindung mit Bezug auf unterschiedliche Erfindungsgegenstände beschrieben wurden. Insbesondere können einige Ausführungsformen der Erfindung mit Vorrichtungsansprüchen und andere Ausführungsformen der Erfindung mit Verfahrensansprüchen beschrieben sein. Dem Fachmann wird jedoch bei der Lektüre der vorliegenden Beschreibung sofort klar werden, dass, sofern nicht explizit anders angegeben, zusätzlich zu einer Kombination von Merkmalen, die zu einem Typ eines Erfindungsgegenstandes gehören, auch eine beliebige Kombination von Merkmalen möglich ist, die zu unterschiedlichen Kategorien von Erfindungsgegenständen gehören.

[0066] Weitere Vorteile und Merkmale der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der folgenden beispielhaften Beschreibung derzeit bevorzugter Ausführungsformen. Die einzelnen Figuren der Zeichnungen dieser Anmeldung sind lediglich als schematisch, beispielhaft und als nicht maßstabgetreu anzusehen.

Kurze Beschreibung der Figuren

[0067] Nachfolgend werden bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand von Beispielen und mit Bezug auf die folgenden Figuren beschrieben:

Fig. 1 zeigt das modulare System zur Unkrautbekämpfung für ein Schienenfahrzeug.

Fig. 2 zeigt eine schematische Darstellung eines Düsenstockes.

Fig. 3 stellt ein Ausführungsbeispiel des Herbizid- und Mischmoduls in einer Draufsicht mit abgenommenem Dach dar.

Fig. 4 stellt ein Ausführungsbeispiel einer Draufsicht auf das Energiemodul dar.

Fig. 5 stellt die einzelnen Module im Zusammenhang dar.

Fig. 6 zeigt ein Beispiel einer perspektivischen Ansicht der einzelnen Module im Kontext.

Fig. 7 zeigt ein Beispiel einer perspektivischen Ansicht eines Zuges mit dem modularen System zur Unkrautbekämpfung.

Fig. 8 stellt das Verfahren zur Bekämpfung von Unkraut in einem Gleisbett mittels des modularen Systems dar.

Beschreibung von Ausführungsbeispielen

[0068] Es wird darauf hingewiesen, dass Merkmale bzw. Komponenten von unterschiedlichen Ausführungsformen, die mit den entsprechenden Merkmalen bzw. Komponenten der Ausführungsform nach gleich oder zumindest funktionsgleich sind, mit den gleichen Bezugszeichen oder mit einem anderen Bezugszeichen versehen sind, welches sich lediglich in seiner ersten Ziffer von dem Bezugszeichen eines (funktional) entsprechenden Merkmals oder einer (funktional) entsprechenden Komponente unterscheidet. Zur Vermeidung von unnötigen Wiederholungen werden bereits anhand einer vorher beschriebenen Ausführungsform erläuterte Merkmale bzw. Komponenten an späterer Stelle nicht mehr im Detail erläutert.

[0069] Ferner wird darauf hingewiesen, dass die nachfolgend beschriebenen Ausführungsformen lediglich eine beschränkte Auswahl an möglichen Ausführungsvarianten der Erfindung darstellen. Insbesondere ist es möglich, die Merkmale einzelner Ausführungsformen in geeigneter Weise miteinander zu kombinieren, sodass für den Fachmann mit den hier explizit dargestellten Ausführungsvarianten eine Vielzahl von verschiedenen Ausführungsformen als offensichtlich offenbart anzusehen sind.

[0070] Fig. 1 zeigt das modulare System 100 zur Unkrautbekämpfung für ein Schienenfahrzeug in einer schematischen Darstellung.

[0071] Das modulare System weist eine Steuereinheit 102, die in einem Steuer- und Kontrollmodul 104 enthalten ist, ein Herbizid- und Mischmodul 106, einen Düsenstock 108 und ein Kameramodul 110 auf. Die Steuereinheit ist eingerichtet zur Erzeugung eines ersten Satzes von Steuersignalen zum Steuern von Ventilen und Mischern 112 in dem separaten Herbizid- und Mischmodul 106 zur Mischung einer Unkraut-spezifischen Herbizidmischung, und zur Erzeugung eines zweiten Satzes von Steuersignalen zum Steuern von Ventilen eines Düsenstockes 108.

[0072] Das Herbizid- und Mischmodul 106 weist Behälter 114 zur Aufnahme von unterschiedlichen Herbiziden, die selektiv mit den Ventilen und Mischern 112 in einer selektiven Fluidverbindung stehen, und Anschlus-

selemente - beispielsweise Stecker an einer Außenwand - über welche elektrische Signalverbindungen zu Anschlusselementen - beispielsweise Stecker an einer Außenwand - der Steuereinheit 102 herstellbar sind, sodass die von der Steuereinheit 102 in dem Steuer- und Kontrollmodul 104 erzeugten ersten Steuersignale zu den Ventilen und Mischern 112 des Herbizid- und Mischmoduls 106 leitbar sind.

[0073] Der Düsenstock 108, der jeweils räumlich unabhängig sowohl von dem Steuer- und Kontrollmodul 104 und dem Herbizid- und Mischmodul 106 ist, weist einen ersten Satz von Düsen zum Versprühen von Herbiziden und mindestens eine Fluidverbindung zu ausgewählten der Ventile und Mischer 112 des Herbizid- und Mischmoduls 106 auf.

[0074] Das Kameramodul 110, das in Reaktion auf eine Erkennung eines Unkrautes ein Unkrautsignal erzeugt, kann an einem vorausfahrenden Wagen 116 in Bezug auf einen Wagen 118 (Tragwagen), der die Steuereinheit 102 in dem Steuer- und Kontrollmodul 104, das Herbizid- und Mischmodul 106 und den Düsenstock 108 trägt, befestigt sein. Das Kameramodul kann mehrere Einzelkameras aufweisen, die in Fahrtrichtung 120 auf das vor ihnen liegende Gleisbett (nicht dargestellt) gerichtet sind.

[0075] Dabei sind die Erzeugung des ersten Satzes von Steuersignalen und die Erzeugung des zweiten Satzes von Steuersignalen durch das Unkrautsignal mittels der Steuereinheit steuerbar. Das Kameramodul 110 weist einen vordefinierten Abstand zum Düsenstock 108 auf. Das Kameramodul 110 ist außerdem von dem Steuer- und Kontrollmodul und dem Herbizid- und Mischmodul in einer gemeinsamen Bewegungsrichtung des Steuer- und Kontrollmoduls, des Herbizid- und Mischmoduls und des Düsenstockes räumlich getrennt. Dies bedeutet, dass es nicht an dem Tragwagen 118 montiert ist, der die Steuereinheit 102 und den Düsenstock 108 trägt. Vielmehr ist es in Fahrtrichtung 120 an einer Position reversibel fixiert, so dass für die Bildauswertung des Kameramoduls 110 und die Bereitstellung der entsprechenden Herbizidmischungen am Düsenstock 108 auch bei höheren Geschwindigkeiten ausreichend Zeit zur Verfügung steht.

[0076] Der vorausfahrende Wagen 116 kann beispielsweise ein Kesselwagen sein, aus dem Mischwasser über eine Schlauchverbindung für das Herbizid- und Mischmodul 106 verfügbar gemacht werden kann. Allerdings können auch ein oder mehrere andere Wagen oder eine Lok zwischen den Düsenstock 108 und dem Kameramodul 110 angeordnet sein. Alternativ kann das Kameramodul 110 auch an einem vorausfahrenden Zug mit bekanntem Abstand oder einer vorausfliegenden Drohne fixiert sein.

[0077] Fig. 2 zeigt eine Anordnung 200 mit einem Düsenstock 202 mit einer Mehrzahl von beispielhaften Düsen 204 über einem Gleisbett 206 und seitlichen Böschungen 208. Außerdem sind in Fig. 2 die Schienenstränge 210, 212 auf dem Gleisbett 206 dargestellt. Am

Beispiel der Düse 216 ist durch punktierte Linien dargestellt, wie beispielsweise der Sprühstrahl 214 einer Vollstrahldüse eine Herbizidmischung auf das Gleisbett 206 sprühen kann. Am Beispiel der rechten äußeren Düse 218 ist die Funktion einer Halbstrahldüse dargestellt. Hier ist der rechte Bereich des Düsenstrahls begrenzt, sodass die Schiene 212 nicht besprüht werden kann.

[0078] Diejenigen Düsen die sich außerhalb der jeweiligen Schienen 210, 212 befinden - beispielhaft dargestellt anhand der Düsen 220 - können für ein Besprühen der jeweiligen Böschung (wie die rechte Böschung 208) und auch eines Weges, der parallel zur Böschung 208 verläuft, eingesetzt werden. Diejenige Düse der Düsen 220, die sich am dichtesten an der Schiene 212 befindet, ist wiederum als Halbstrahldüse ausgeführt, so dass die Schiene 212 nicht besprüht wird. Entsprechendes gilt für die linke Seite des Düsenstocks 202.

[0079] Fig. 3 stellt ein Ausführungsbeispiel des Herbizid- und Kontrollmoduls 108 in einer Draufsicht 300 bei abgenommenem Dach 108 dar. Deutlich erkennt man die Mehrzahl von Behältern 114 zur Aufnahme von unterschiedlichen (oder auch gleichen) Herbiziden, von denen hier beispielsweise vier dargestellt sind. Ein Laufsteg 302 verbindet eine linke Eingangsseite mit einer rechten Eingangsseite des Herbizid- und Mischmoduls 108. Eine Vielzahl von Leitungen 304, Ventilen 304, Mischern 304, Pumpen 306 (als Beispiel) und anderen sonstigen Kontrolleinrichtungen (im Detail nicht dargestellt) ermöglicht eine Mischung von verschiedenen Herbizid-Mischungen zum Beispiel von Unkraut-spezifischen Herbizid-Mischungen. Das Herbizid- und Kontrollmodul 108 befindet sich typischerweise in einem Gehäuse in Form eines 20-Fuß-Standardcontainers gemäß ISO 668:2013-08.

[0080] Fig. 4 stellt ein Ausführungsbeispiel einer Draufsicht auf das Energiemodul 400 dar. Das Energiemodul 400 besteht aus einem eigentlichen Energieerzeugungsblock 404, in dem ein Verbrennungsmotor mithilfe eines Generators Strom erzeugen kann. Über ein Bedienungsterminal 406 kann der Energieerzeugungsblock 404 von außen kontrolliert werden. Ein Tank für den Treibstoff kann von oben befüllt werden.

[0081] Der Energieerzeugungsblock 404 ist auf einer Plattform montiert, welche die Grundfläche beispielsweise eines 20-Fuß-Standardcontainers annehmen kann. An diesem Modul 400 erkennt man auch Befestigungspunkte 402 zur Befestigung an einem Tragwagen. Ein seitliches Gitter 414 schützt das Bedienpersonal vor dem Herunterstürzen von der Plattform 408. Die Plattform 408 ist über eine jeweilige Leiter 410 erreichbar. Diese ist durch jeweilige schwenkbare Türen 412 absperrbar. An der jeweiligen linken und rechten Seite des Energiemoduls 400 muss kein Gitter vorgesehen sein. Vielmehr können über diese Enden des Energiemoduls 400 die anderen Module - das Steuer- und Kontrollmodul und das Herbizid- und Mischmodul - erreicht werden.

[0082] Fig. 5 stellt mehrere Module im Zusammenhang dar. Ganz links befindet sich das Herbizid- und Mischmodul 106, gefolgt von dem Energiemodul 400,

dem Steuer- und Kontrollmodul 104 mit der Steuereinheit 102 (nicht dargestellt) sowie einem zusätzlichen Aufenthaltsmodul 502. An den Puffern 504 erkennt man, dass alle Module nebeneinander auf einem Tragwagen dargestellt sind.

[0083] Fig. 6 zeigt ein Beispiel einer perspektivischen Ansicht 600 der mehreren Module: das Herbizid- und Mischmodul 106, das Energiemodul 400, das Steuer- und Kontrollmodul 104 sowie das Aufenthaltsmodul 502. Alle Module sind erkennbar auf einem Tragwagen 602 mit zwei doppelachsigen Drehkreuzen 604 dargestellt. Die dargestellte Reihenfolge der einzelnen Module hat sich als praktisch erwiesen. Das Aufenthaltsmodul 502 befindet sich am weitesten entfernt von dem Herbizid- und Mischmodul 106, so dass auch im Falle einer Fehlfunktion des Herbizid- und Mischmoduls 106 (beispielsweise unkontrollierter Herbizidaustritt) das sich an Bord befindliche Personal allein durch die Distanz geschützt ist. Zusätzlich erkennt man schematisch den Düsenstock 108 unterhalb des Steuer- und Kontrollmoduls 104 am Tragwagen.

[0084] Das Energiemodul 400 befindet sich zwischen dem Herbizid- und Mischmodul 106 und dem Steuer- und Kontrollmodul 104 und kann beide Module gut mit Energie versorgen. Die Plattform des Energiemoduls 400 ist gut sowohl von dem Herbizid- und Mischmodul 106 als auch von dem Steuer- und Kontrollmodul 104 erreichbar.

[0085] Fig. 7 zeigt ein Beispiel einer perspektivischen Ansicht eines Zuges 700 bestehend aus einem Vorratswagen 702, dem Tragwagen 704 mit dem kompletten modularen System zur Unkrautbekämpfung in der Mitte sowie einem Kesselwagen 706, mit dem Wasser transportiert werden kann, welches dem Herbizid- und Mischmodul 106 über Schläuche verfügbar gemacht werden kann. In dieser Darstellung ist das Kameramodul 110 im vorderen Bereich des Kesselwagens 706 dargestellt. Das Energiemodul 400 ist mit seiner Plattform erkennbar.

[0086] Der Vorratswagen 702 kann zur Lagerung und den Transport verschiedener Versorgungsgüter für den Zug verwendet werden; insbesondere können auf diese Weise verschiedene Herbizide direkt und in größerer Menge vorgehalten werden. Damit ist der Vorrat an Herbiziden nicht auf die Kapazität der Behälter in dem Herbizid- und Mischmodul 106 beschränkt. Eine Lok kann am Anfang oder am Ende des Zuges 700 vorgesehen sein. Die Orientierung - d.h. der Austritt der Herbizide aus dem Düsenstock - ist entsprechend der Fahrtrichtung 120 des Zuges anzupassen. Ein Umsortieren der Module des modularen Systems zur Unkrautbekämpfung ist für eine andere Fahrtrichtung nicht erforderlich.

[0087] FIG. 8 stellt 800 das Verfahren zur Bekämpfung von Unkraut in einem Gleisbett dar. Das Verfahren 800 weist ein reversibles Fixieren 802 einer Steuereinheit in einem Steuer- und Kontrollmodul an einem Tragwagen, ein reversibles Fixieren 804 eines Herbizid- und Mischmoduls (HMM) an dem Tragwagen, und ein reversibles Fixieren 806 eines Düsenstockes an dem Tragwagen auf. Der Düsenstock ist jeweils räumlich unabhängig so-

wohl von dem Steuer- und Kontrollmodul und dem Herbizid- und Mischmodul.

[0088] Weiterhin weist das Verfahren 800 ein Herstellen 808 einer Fluidverbindung zwischen dem Herbizid- und Mischmodul und dem Düsenstock und ein Erzeugen 810 eines Unkrautsignals mittels eines Kameramoduls auf. Das Kameramodul ist vor dem Tragwagen in einer Fahrriechtung des Tragwagens beanstandet angeordnet.

[0089] Außerdem weist das Verfahren 800 ein Beeinflussen 812 eines ersten Satzes von Steuersignalen zum Steuern von Ventilen und Mischern in dem Herbizid- und Mischmodul zur Mischung einer Unkraut-spezifischen Herbizidmischung mittels der Steuereinheit abhängig von dem Unkrautsignal des Kameramoduls und ein Beeinflussen 814 eines zweiten Satzes von Steuersignalen zum Steuern von Ventilen eines Düsenstockes mittels der Steuereinheit abhängig von dem Unkrautsignal des Kameramoduls auf.

[0090] Darauf basierend weist das Verfahren 800 ein selektives Versprühen 816 der Unkraut-spezifischen Herbizidmischung über Düsen des Düsenstockes auf die Schienenwege auf.

[0091] Dabei weist das Herbizid- und Mischmodul eine Mehrzahl von Behältern zur Aufnahme von unterschiedlichen Herbiziden, die selektiv mit den Ventilen und Mischern in einer selektiven Fluidverbindung stehen und Anschlusselemente über welche elektrische Signalverbindungen zu Anschlusselementen der Steuereinheit hergestellt werden, sodass die in der Steuereinheit erzeugten ersten Steuersignale zu den Ventilen und Mischern des Herbizid- und Mischmoduls geleitet werden, auf.

[0092] Zusätzlich weist das Verfahren 800 ein paralleles Aussparen 818 der Schienenköpfe beim selektiven Versprühen 816 der Unkraut-spezifischen Herbizidmischung auf dem Schienenweg auf.

[0093] Die Beschreibung der verschiedenen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung wurde zu Illustrationszwecken eingesetzt. Sie sind nicht dazu bestimmt, den Umfang der erfinderischen Idee zu begrenzen. Dem Fachmann erschließen sich weitere Modifikationen und Variationen ohne von dem Kern der vorliegenden Erfindung abzuweichen.

Patentansprüche

1. Ein modulares System (100) zur Unkrautbekämpfung für ein Schienenfahrzeug, wobei das modulare System (100) aufweist

- eine Steuereinheit (102) eingerichtet

- zur Erzeugung eines ersten Satzes von Steuersignalen zum Steuern von Ventilen und Mischern in einem separaten Herbizid- und Mischmodul (106) zur Mischung einer Unkraut-spezifischen Herbizidmischung, und

- zur Erzeugung eines zweiten Satzes von Steuersignalen zum Steuern von Ventilen eines Düsenstockes; und

- das Herbizid- und Mischmodul (106) aufweisend

- Ventile, Mischer (112) und Behälter (114) zur Aufnahme von unterschiedlichen Herbiziden, die selektiv mit den Ventilen und Mischern (112) in einer selektiven Fluidverbindung stehen,

- Anschlusselemente über welche elektrische Signalverbindungen zu Anschlusselementen der Steuereinheit (102) herstellbar sind, sodass die in der Steuereinheit (102) erzeugten ersten Steuersignale zu den Ventilen und Mischern (112) des Herbizid- und Mischmoduls (106) leitbar sind, und

- einen Düsenstock (108), der jeweils räumlich unabhängig sowohl von der Steuereinheit (102) und dem Herbizid- und Mischmodul (106) ist, aufweisend

- einen ersten Satz von Düsen zum Versprühen von Herbiziden, und

- eine Fluidverbindung zu ausgewählten der Ventile und Mischer des Herbizid- und Mischmoduls,

- ein Kameramodul (110), das in Reaktion auf eine Erkennung eines Unkrautes ein Steuersignal erzeugt,

wobei die Erzeugung des ersten Satzes von Steuersignalen und die Erzeugung des zweiten Satzes von Steuersignalen durch das Steuersignal mittels der Steuereinheit (102) steuerbar ist, und

wobei das Kameramodul (110) einen vordefinierten Abstand zum Düsenstock (108) aufweist, von der Steuereinheit (104), dem Herbizid- und Mischmodul (106) und dem Düsenstockes (108) jeweils räumlich getrennt ist, und

in einer gemeinsamen Bewegungsrichtung der Steuereinheit (102), dem Herbizid- und Mischmodul (106) und dem Düsenstock (108) vor diesen angeordnet ist,

wobei das Kameramodul (110) einen vordefinierten Abstand zur Steuereinheit (102) aufweist und von der Steuereinheit (102) und dem Herbizid- und Mischmodul (106) in einer gemeinsamen Bewegungsrichtung der Steuereinheit (102), des Herbizid- und Mischmoduls (106) und des Düsenstockes (108) räumlich getrennt ist, und

wobei die Steuereinheit (102) Teil eines Steuer- und Kontrollmoduls (104) ist, das zusammen mit dem Herbizid- und Mischmodul (106) und dem Düsen-

- stock (108) jeweils einzeln reversibel an einem Trägerelement fixierbar ist.
2. Das modulare System (100) gemäß Anspruch 1, wobei das Trägerelement ein Tragwagen (118) für einen Schieneneinsatz ist. 5
 3. Das modulare System (100) gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei das Kameramodul (110) an einem der Steuereinheit (102) vorausfahrenden Wagen reversibel befestigt ist. 10
 4. Das modulare System gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei das Kameramodul (110) an einer Drohne befestigt ist. 15
 5. Das modulare System (100) gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei das Kameramodul (110) an einem Zug befestigt ist, der einem Zug, der die Steuereinheit (102) und den Düsenstock (108) trägt, vorausfährt. 20
 6. Das modulare System (100) gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei das Kameramodul (110) angepasst ist, um ein Unkraut-spezifisches Signal zu erzeugen, und wobei die Steuereinheit (102) angepasst ist, das Unkraut-spezifische Signal des Kameramoduls (110) zu empfangen und die Steuereinheit (102) angepasst ist, um bei der Erzeugung des ersten Satzes von Steuersignalen Unkraut-spezifische Signale zum Steuern der Ventile und Mischern (112) zu erzeugen. 25
 7. Das modulare System (100) gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei der Düsenstock (108) eine Gruppe Zwischenschienendüsen (204, 216, 218) und zwei Gruppen von Böschungsdüsen (220) aufweist. 30
 8. Das modulare System (100) gemäß Anspruch 7, bei dem diejenigen Zwischenschienendüsen aus der Gruppe der Zwischenschienendüsen, die schräg unter ihnen liegenden Schienensträngen (210, 212) am nächsten sind, Halbstrahldüsen und die anderen Zwischenschienendüsen Vollstrahldüsen sind. 35
 9. Das modulare System (100) gemäß Anspruch 7 oder 8, bei dem diejenigen Böschungsdüsen (220) aus den zwei Gruppen der Böschungsdüsen (220), die den schräg unter ihnen liegenden Schienensträngen (210, 212) am nächsten sind, Halbstrahldüsen und die anderen Böschungsdüsen Vollstrahldüsen sind. 40
 10. Das modulare System (100) gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche, bei dem Düsen des Düsenstockes (108) Löffeldüsen sind, und wobei der Austritt des Sprühstrahls (214) durch einen kreisförmig um eine Austrittsöffnung für die Herbizidmischung herumliegenden Druckluftaustritt geformt wird. 45
 11. Das modulare System (100) gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei das Steuer- und Kontrollmodul (104) und das Herbizid- und Mischmodul (106) in Containerbauweise ausgeführt sind. 50
 12. Das modulare System (100) gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche, zusätzlich aufweisend
 - ein Energiemodul (400) auf einer Plattform in Modulbauweise und/oder Containerbauweise,
 wobei das Energiemodul (400) jeweils elektrisch mit dem Steuer- und Kontrollmodul (104) und dem Herbizid- und Mischmodul (106) verbindbar ist, und wobei das Energiemodul (400) reversibel an dem Trägerelement fixierbar ist. 55
 13. Das modulare System einem der Ansprüche 2 bis 12, wobei der Tragwagen (118) ein Standard-80-Fuß-Tragwagen ist.
 14. Das modulare System (100) gemäß einem der Ansprüche 2 bis 12, bei dem der Tragwagen (118) aus mehreren aneinander gekoppelten Tragwagen (118) besteht.
 15. Das modulare System (100) gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei der Düsenstock (108) unterhalb des Steuer- und Mischmodul (104) an dem Trägerelement (118) befestigt ist.
 16. Ein Sprühzug (700) zur Unkrautbekämpfung auf Schienenwegen aufweisend
 - das modulare System (100) zur Unkrautbekämpfung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 15 auf einem oder mehreren Tragwagen, und
 - einen zweiten Wagen (706) zur reversiblen Aufnahme des Kameramoduls (108), wobei der zweite Wagen in einer Fahrtrichtung vor dem einen oder mehreren Tragwagen (118) angeordnet ist.
 17. Ein Verfahren (800) zur Bekämpfung von Unkraut in einem Gleisbett, das Verfahren (800) aufweisend
 - reversibles Fixieren (802) einer Steuereinheit (102) in einem Steuer- und Kontrollmodul (104) an einem Tragwagen (118),
 - reversibles Fixieren eines Herbizid- und Mischmoduls (106) an dem Tragwagen (118),
 - reversibles Fixieren eines Düsenstockes (108) an dem Tragwagen (118), wobei der Düsen-

stock (108) jeweils räumlich unabhängig sowohl von dem Steuer- und Kontrollmodul (104) und dem Herbizid- und Mischmodul (106) ist,

- Herstellen einer Fluidverbindung zwischen dem Herbizid- und Mischmodul (106) und dem Düsenstock (108),

- Erzeugen eines Unkrautsignals mittels eines Kameramoduls (110), das beabstandet vor dem Tragwagen (118) in einer Fahrriechtung des Tragwagens (118) angeordnet ist,

- Beeinflussen eines ersten Satzes von Steuerungssignalen zum Steuern von Ventilen und Mischern (112) in dem Herbizid- und Mischmodul (106) zur Mischung einer Unkraut-spezifischen Herbizidmischung mittels der Steuereinheit (102) abhängig von dem Unkrautsignal des Kameramoduls (110),

- Beeinflussen eines zweiten Satzes von Steuerungssignalen zum Steuern von Ventilen eines Düsenstockes (108) mittels der Steuereinheit (102) abhängig von dem Unkrautsignal des Kameramoduls (110), und

- selektives Versprühen der Unkraut-spezifischen Herbizidmischung über Düsen des Düsenstockes (108) auf Schienenwegen, wobei das Herbizid- und Mischmodul (106) aufweist:

- eine Mehrzahl von Behältern (114) zur Aufnahme von unterschiedlichen Herbiziden, die selektiv mit den Ventilen und Mischern (112) in einer selektiven Fluidverbindung stehen,

- Anschlusselemente über weiche elektrische Signalverbindungen zu Anschlusselementen der Steuereinheit (102) hergestellt werden, sodass die in der Steuereinheit (102) erzeugten ersten Steuersignale zu den Ventilen und Mischern (112) des Herbizid- und Mischmoduls (106) geleitet werden; und

- Aussparen der Schienenköpfe beim selektiven Versprühen der Unkraut-spezifischen Herbizidmischung auf einem Schienenweg.

Claims

1. A modular system (100) for weed control for a railway vehicle, wherein the modular system (100) comprises

- a control unit (102) adapted

- for generating a first set of control signals for controlling of vents and mixers in a separate herbicide and mix module for mixing

a weed-specific herbicide mixture, and
- for generating a second set of control signals for controlling of vents of a spraying unit, and

- the herbicide and mix module (106) comprising

- vents, mixers (112) and containers (114) for retaining different herbicides that are selectively linked to the vents and mixers (112) via a selective fluidic connection,
- connection elements via which electric signal connections are establishable to connection elements of the control unit (102) such that the first control signals generated in the control unit (102) are directable to the vents and mixers (112) of the herbicide and mix module (106),

- a spraying unit (108), which is spatially independent from both, the control unit (102) and the herbicide and mix module (106), the spraying unit (108) comprising

- a first set of sprayers for spraying of herbicides, and
- a fluidic connection to selective ones of the vents and mixers of the herbicide and mixing module,

- a camera module (110) that generates, in a reaction to a recognition of weed, a control signal,

wherein the generation of the first set of control signals and the generation of the second set of control signals is controllable via the control signal via for the control unit (102),

wherein the camera module (110) has a predefined distance to the spraying unit (108), is spatially separated from the control unit (104), the herbicide and mix module (106), and the spraying unit (108), and is positioned before the control unit (102), the herbicide and mix module (106) and the spraying unit (108) in a joint movement direction,

wherein the control unit (102) is part of a regulation and control module (104) which is - together with the herbicide and mix module (106) and the spray unit (108) - individually reversibly fixable at a carrier element, respectively.

2. The modular system (100) according to claim 1, wherein the carrier element is a carrier wagon (118) for a railway use.

3. The modular system (100) according to any of the preceding claims, wherein the camera module (110) is affixed reversible to a wagon running ahead of the

- control unit (102).
4. The modular system (100) according to any of the preceding claims, wherein the camera module (110) is affixed to a drone. 5
 5. The modular system (100) according to any of the preceding claims, wherein the camera module (110) is affixed to a train that is running ahead the train that carries the control unit (102), and the spraying unit (108). 10
 6. The modular system (100) according to any of the preceding claims, wherein the camera module (110) is adapted to produce a weed-specific signal, and wherein the control unit (102) is adapted to receive the weed-specific signal of the camera module (110), and wherein the control unit (102) is adapted to generate, during the generation of the first set of control signals, weed-specific signals for controlling the vents and mixers (112). 15
 7. The modular system (100) according to any of the preceding claims, wherein the spraying unit (108) comprises a group of in-between-rail sprayers (204, 216, 218) and two groups of embankment sprayers (220). 20
 8. The modular system (100) according to claim 7, wherein those in-between-rail sprayers that are part of the group of in-between-rail sprayers that are closest to the rails (210, 212), lying under the in-between-rail sprayers, are half-jet sprayers, and wherein the other in-between rail sprayers are full-jet sprayers. 25
 9. The modular system according to claim 7 or 8, wherein the embankment sprayers 220) of the two groups of embankment sprayers 220) that are closest to the rails (210, 212) are half-jet sprayers and the other embankment sprayers are full-jet sprayers. 30
 10. The modular system (100) according to any of the preceding claims, wherein the sprayers of the spray a unit (108) are spoon sprayers, and wherein the discharge of the sprayer beam 214) is formed by a circular compressed air outlet which is formed circularly air around a discharge opening for the herbicide mixture. 35
 11. The modular system (100) according to any of the preceding claims, wherein the regulation and control module (104) and the herbicide and mix module (106) is built in a container architecture. 40
 12. The modular system (100) according to any of the preceding claims, additionally comprising 45
 - and energy module (400) on a platform in a
- modular and/or container architecture, wherein the energy module (400) is electrically connectable to the regulation and control module (104) and the herbicide and mix module (106), and wherein the energy module (400) is reversibly fixable at the carrier element.
13. The modular system according to any of the claims 2 to 12, wherein the carrier wagon (118) is a standard 80) feet carrier wagon.
 14. The modular system (100) according to any of the claims 2 to 12, wherein the carrier wagon (118) comprises a plurality of carrier wagons (118) coupled to each other.
 15. The modular system (100) according to any of the preceding claims, wherein the sprayer unit (108) is affixed to the carrier element (118) below the control and mix module (104).
 16. A spray train (700) for weed control on railroads comprising
 - the modular system (100) for weed control according to any of the claims 1 to 15 on one or more carrier wagons,
 - and a second wagon (706) for a reversible reception of the camera module (108), wherein the second wagon is positioned in front of the one or more carrier wagons (118) in a movement direction.
 17. A method (100) for weed control in a track bed, the method (800) comprising
 - reversibly fixing a control unit (102) in a regulation and control module (104) at a carrier wagon (118),
 - reversibly fixing a herbicide and mix module (106) at the carrier wagon (118)
 - reversibly fix a sprayer unit (108) at the carrier wagon (118), wherein the sprayer unit (108) is spatially independent from both, the regulation and control module (104) and the herbicide and mix module (106),
 - establishing a fluid connection between the herbicide and mix module (106) and the spraying unit (108),
 - generating a weed signal using the camera module (110) which is positioned at a distance in front of the carrier wagon (118) in a movement direction of the carrier wagon (118);
 - influencing a first set of control signals for controlling vents and mixers (112) in the herbicide and mix module (106) for mixing a weed-specific herbicide mixture using the control unit (102) dependent on the weed signal of the camera mod-

ule (110),
 - influencing a second set of control signals for
 controlling vents of a spraying unit (108) using
 the control unit (102) dependently on the weed
 signal of the camera module (110), and
 - selectively spraying of the weed-specific her-
 bicide mixture via sprayers of the spraying unit
 (106) on a railway,
 wherein the herbicide and mixing module (106)
 comprises

- a plurality of containers (114) for retaining
 of different herbicides that are selectively in
 a fluid connection with the vents and mixers
 (112),
 - connection elements via which electrical
 signal connections are establishable to con-
 nection elements of the control unit (102),
 such that the first control signals unit (102),
 generated by the control unit (102) are di-
 rected to the vents and mixers (112) of the
 herbicide and mix module (106), and

- avoiding of rail head when selectively spraying
 the weed-specific herbicide mixtures on a rail-
 road.

Revendications

1. Système modulaire (100) pour le contrôle des mau-
 vaises herbes pour un véhicule ferroviaire, le systè-
 me modulaire (100) comprenant

- une unité de commande (102) agencée
 - pour générer un premier ensemble de si-
 gnaux de commande pour commander des
 vannes et des mélangeurs dans un module
 herbicide et mélangeur séparé (106) pour
 mélanger un mélange herbicide spécifique
 pour les mauvaises herbes, et
 - pour générer un second ensemble de si-
 gnaux de commande pour commander des
 vannes d'un ensemble de buses ; et
- le module herbicide et mélangeur (106) com-
 prenant
 - des vannes, des mélangeurs (112) et des
 conteneurs (114) destinés à contenir diffé-
 rents herbicides reliés sélectivement aux
 vannes et aux mélangeurs (112),
 - des éléments de connexion par l'intermé-
 diaire desquels des connexions de signaux
 électriques peuvent être établies avec des
 éléments de connexion de l'unité de com-
 mande (102) de sorte que les premiers si-

gnaux de commande générés dans l'unité
 de commande (102) peuvent être transmis
 aux vannes et aux mélangeurs (112) du mo-
 dule herbicide et mélangeur (106), et

- un ensemble de buses (108), chacune spatia-
 lement indépendante à la fois de l'unité de com-
 mande (102) et du module herbicide et mélan-
 geur (106), comprenant

- un premier ensemble de buses de pulvé-
 risation d'herbicides, et
 - un raccordement à certaines vannes et à
 certains mélangeurs du module herbicide
 et mélangeur,

- un module de caméra (110) qui génère un si-
 gnal de commande en réponse à une détection
 de mauvaises herbes,

la génération du premier ensemble de signaux de
 commande et la génération du second ensemble de
 signaux de commande par le signal de commande
 pouvant être commandées par l'unité de commande
 (102), et

le module de caméra (110) ayant une distance pré-
 définie par rapport à l'ensemble de buses (108),
 étant séparé spatialement de l'unité de commande
 (104), du module herbicide et mélangeur (106) et de
 l'ensemble de buses (108), respectivement, et étant
 disposé dans une direction de déplacement commu-
 ne de l'unité de commande (102), le module herbi-
 cide et mélangeur (106) et l'ensemble de buses
 (108) devant eux,

le module de caméra (110) ayant une distance pré-
 définie par rapport à l'unité de commande (102) et
 est séparé spatialement de l'unité de commande
 (102) et du module herbicide et mélangeur (106)
 dans une direction de mouvement commune de l'uni-
 té de commande (102), du module herbicide et mé-
 langeur (106) et de l'ensemble de buses (108), et
 l'unité de commande (102) faisant partie d'un mo-
 dule de commande et de surveillance (104) qui, avec
 le module herbicide et mélangeur (106) et l'ensem-
 ble de buses (108), peut être fixé individuellement
 de manière réversible sur un élément de support.

2. Système modulaire (100) selon la revendication 1,
 dans lequel l'élément de support est un wagon por-
 teur (118) pour un insert de rail.

3. Système modulaire (100) selon l'une quelconque
 des revendications précédentes, dans lequel le mo-
 dule caméra (110) est fixé de manière réversible sur
 un chariot précédant l'unité de commande (102).

4. Système modulaire selon l'une quelconque des re-
 vendications précédentes, dans lequel le module de

- caméra (110) est fixé sur un drone.
5. Système modulaire (100) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le module caméra (110) est fixé à un train précédant un train portant l'unité de commande (102) et l'ensemble de buses (108). 5
 6. Système modulaire (100) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le module de caméra (110) est adapté pour générer un signal spécifique aux mauvaises herbes, et dans lequel l'unité de commande (102) est adaptée pour recevoir le signal spécifique aux mauvaises herbes du module de caméra (110) et l'unité de commande (102) est adaptée pour générer des signaux spécifiques aux mauvaises herbes pour commander les vannes et les mélangeurs (112) lors de la génération du premier ensemble de signaux de commande. 10
 7. Système modulaire (100) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'ensemble de buses (108) comprend un groupe de buses de rampe intermédiaire (204, 216, 218) et deux groupes de buses de rampe inclinée (220). 15
 8. Système modulaire (100) selon la revendication 7, dans lequel les buses à rampe intermédiaire du groupe des buses à rampe intermédiaire les plus proches des sections de voie (210, 212) sont des buses à demi-jets et les autres buses à rampe intermédiaire sont des buses à jet plein. 20
 9. Système modulaire (100) selon la revendication 7 ou 8, dans lequel les buses de rampe inclinée (220) des deux groupes de buses de rampe inclinée (220) les plus proches des sections de voie (210, 212) situées en dessous de ceux-ci sont des buses à demi-jets et les autres buses de rampe inclinée sont des buses à plein jet. 25
 10. Système modulaire (100) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel les buses de l'ensemble de buses (108) sont des buses à cuillère, et dans lequel la sortie du jet de pulvérisation (214) est formée par une sortie d'air comprimé circulairement située autour d'une ouverture de sortie pour le mélange herbicide. 30
 11. Système modulaire (100) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le module de commande et de surveillance (104) et le module herbicide et mélangeur (106) sont conçus dans une construction de conteneur. 35
 12. Système modulaire (100) selon l'une quelconque des revendications précédentes, comprenant en outre
 - une module d'énergie (400) sur une plate-forme en construction modulaire et/ou en conteneur,
 13. Système modulaire selon l'une quelconque des revendications 2 à 12, dans lequel le wagon porteur (118) est un chariot standard de 80 pieds. 40
 14. Système modulaire (100) selon l'une quelconque des revendications 2 à 12, dans lequel le wagon porteur (118) est constitué de plusieurs wagons porteurs (118) couplés les uns aux autres. 45
 15. Système modulaire (100) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'ensemble de buses (108) est fixé à l'élément de support (118) sous le module de commande et de mélange (104). 50
 16. Train de pulvérisation (700) pour le désherbage des voies ferrées comprenant
 - le système modulaire (100) pour la lutte contre les mauvaises herbes selon l'une quelconque des revendications 1 à 15 sur un ou plusieurs wagons porteurs, et
 - un second wagon (706) destiné à recevoir de manière réversible le module de caméra (108), dans lequel le second wagon est disposé dans une direction de déplacement devant les un ou plusieurs wagons porteurs (118).
 17. Procédé (800) de lutte contre les mauvaises herbes sur une voie ferrée, comprenant le procédé (800)
 - de fixation de manière réversible (802) d'une unité de commande (102) dans un module de commande et de surveillance (104) sur un wagon porteur (118),
 - de fixation réversible d'un module herbicide et mélangeur (106) sur le wagon porteur (118)
 - de fixation réversible d'un ensemble de buses (108) au wagon porteur (118), l'ensemble de buses (108) étant spatialement indépendant du module de commande et de surveillance (104) et du module herbicide mélangeur (106),
 - de raccordement entre le module herbicide et mélangeur (106) et l'ensemble de buses (108),
 - de génération d'un signal de mauvaise herbe au moyen d'un module de caméra (110) qui est disposé à distance du wagon porteur (118) dans une direction de déplacement du wagon porteur

- (118),
- d'influence d'un premier ensemble de signaux de commande pour commander les vannes et les mélangeurs (112) dans le module herbicide et mélangeur (106) pour mélanger un mélange herbicide spécifique aux mauvaises herbes au moyen de l'unité de commande (102) en fonction du signal de mauvaise herbe du module de caméra (110), 5
 - d'influence d'un second ensemble de signaux de commande pour commander les vannes d'un ensemble de buses (108) au moyen de l'unité de commande (102) en fonction du signal de mauvaise herbe du module de caméra (110), et 10
 - de pulvérisation sélective du mélange d'herbicides spécifiques aux mauvaises herbes via des buses de l'ensemble de buses (108) sur des voies ferrées, 15
- dans lequel le module herbicide et mélangeur (106) comprend 20
- une pluralité de conteneurs (114) destinés à recevoir différents herbicides qui sont sélectivement raccordés aux vannes et aux mélangeurs (112), 25
 - des éléments de connexion par l'intermédiaire desquels des connexions de signaux électriques sont établies avec des éléments terminaux de l'unité de commande (102) de sorte que les premiers signaux de commande générés dans l'unité de commande (102) sont conduits vers les vannes et les mélangeurs (112) du module herbicide et mélangeur (106) ; et 30
- 35
- le fait d'éviter la tête des rails lors de la pulvérisation sélective du mélange herbicide spécifique aux mauvaises herbes sur une voie ferrée. 40
- 45
- 50
- 55

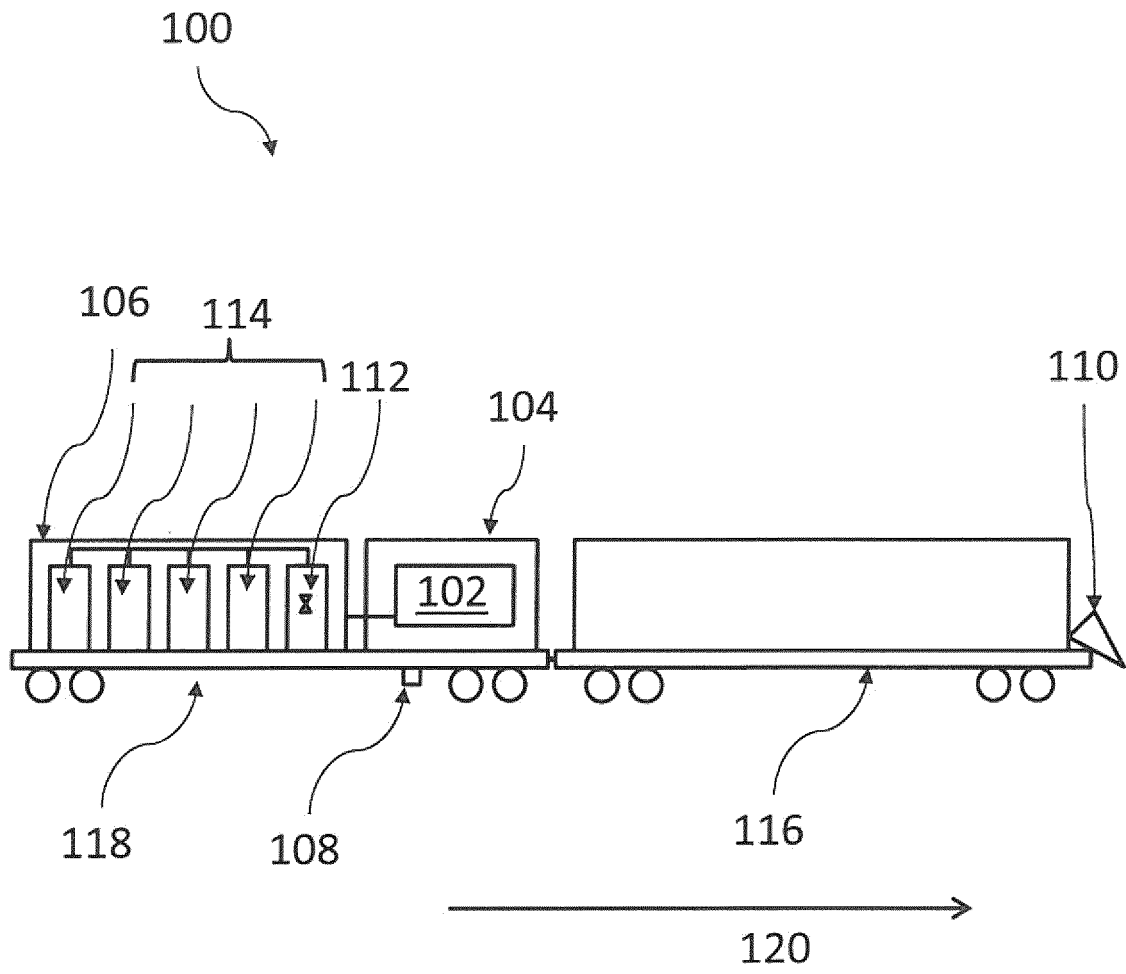


Fig. 1

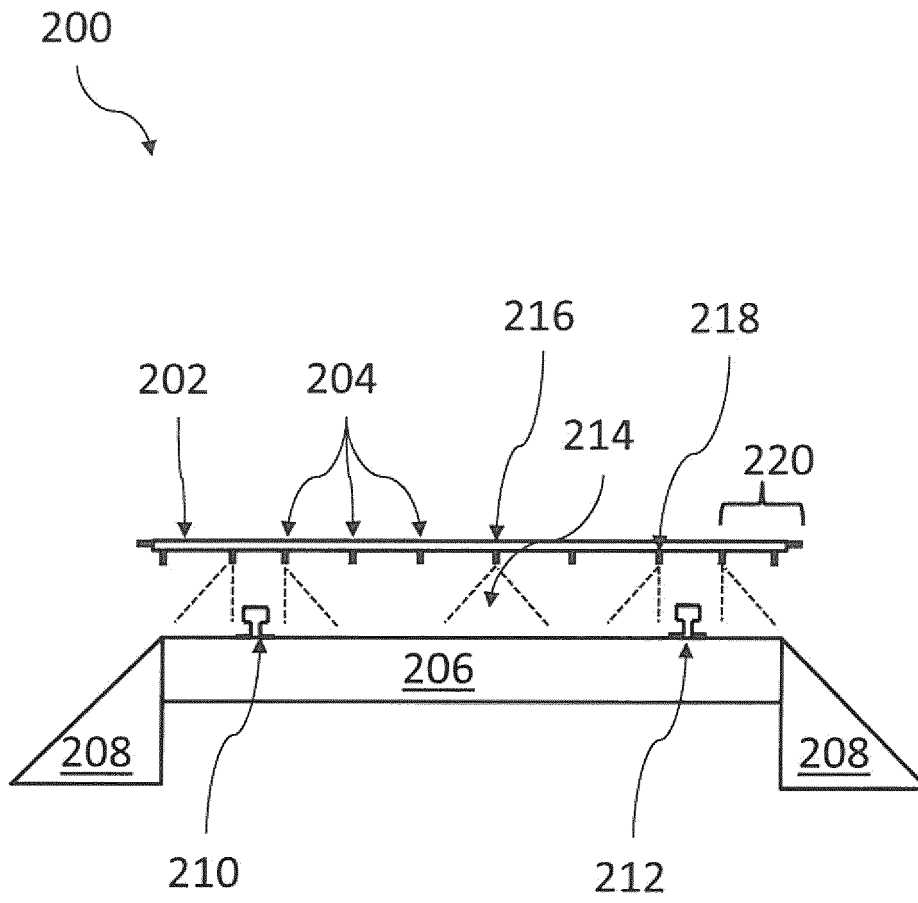


Fig. 1

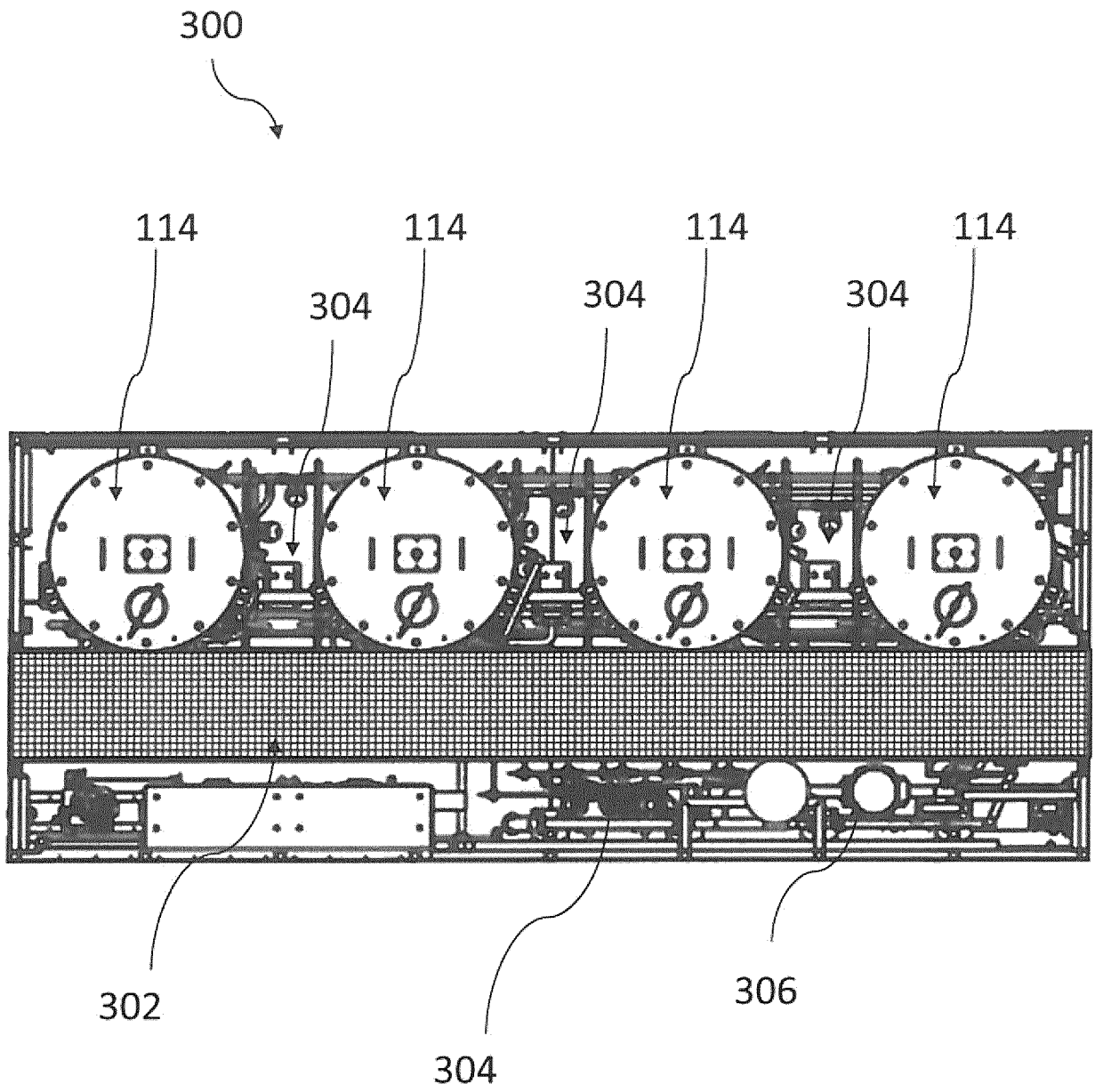


Fig. 3

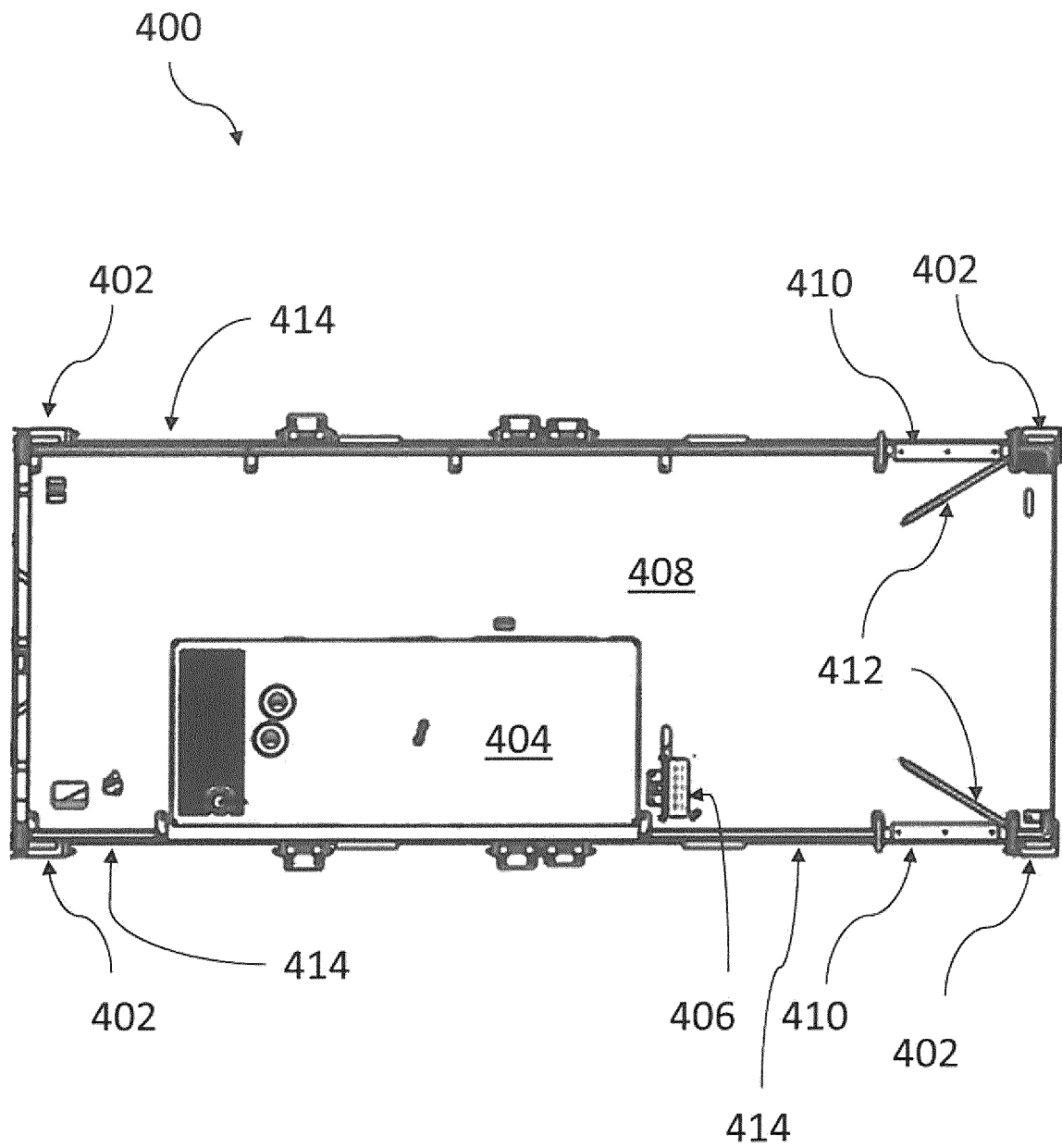


Fig. 4

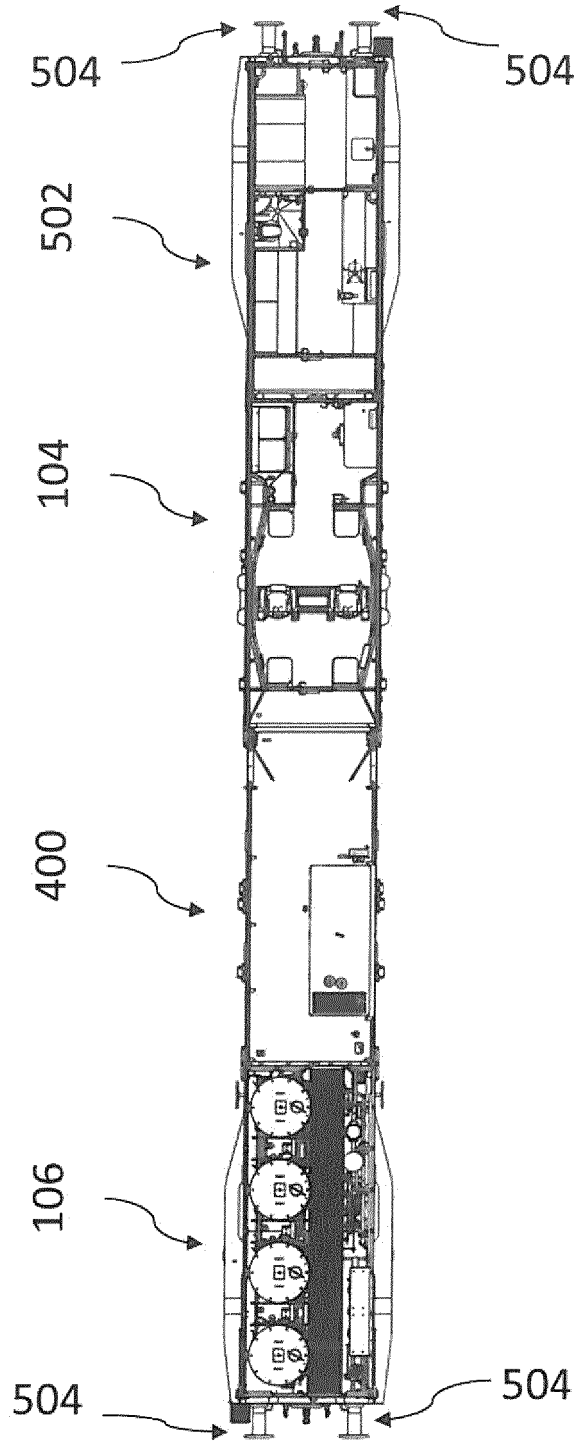


Fig. 5

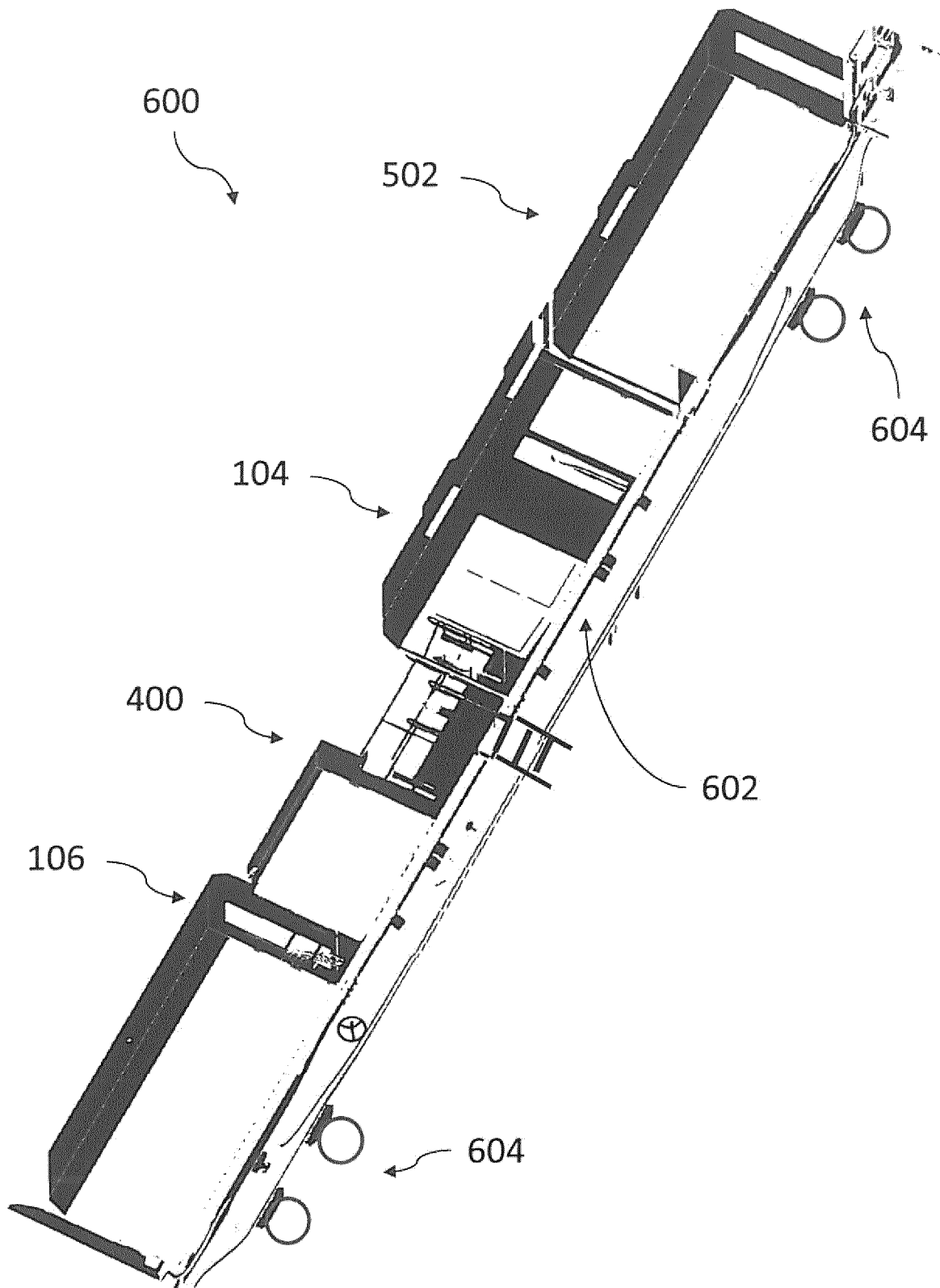


Fig. 6

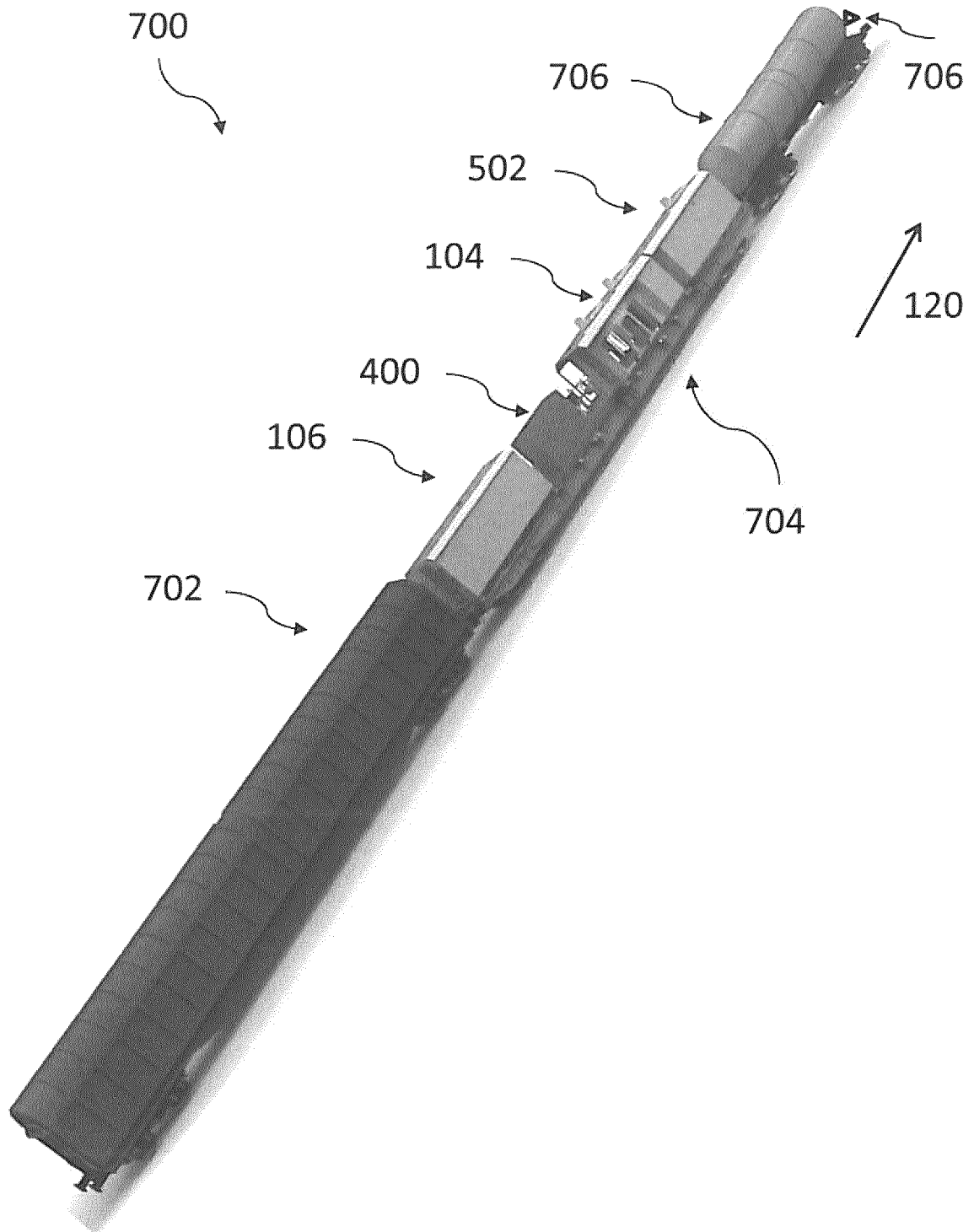


Fig. 7

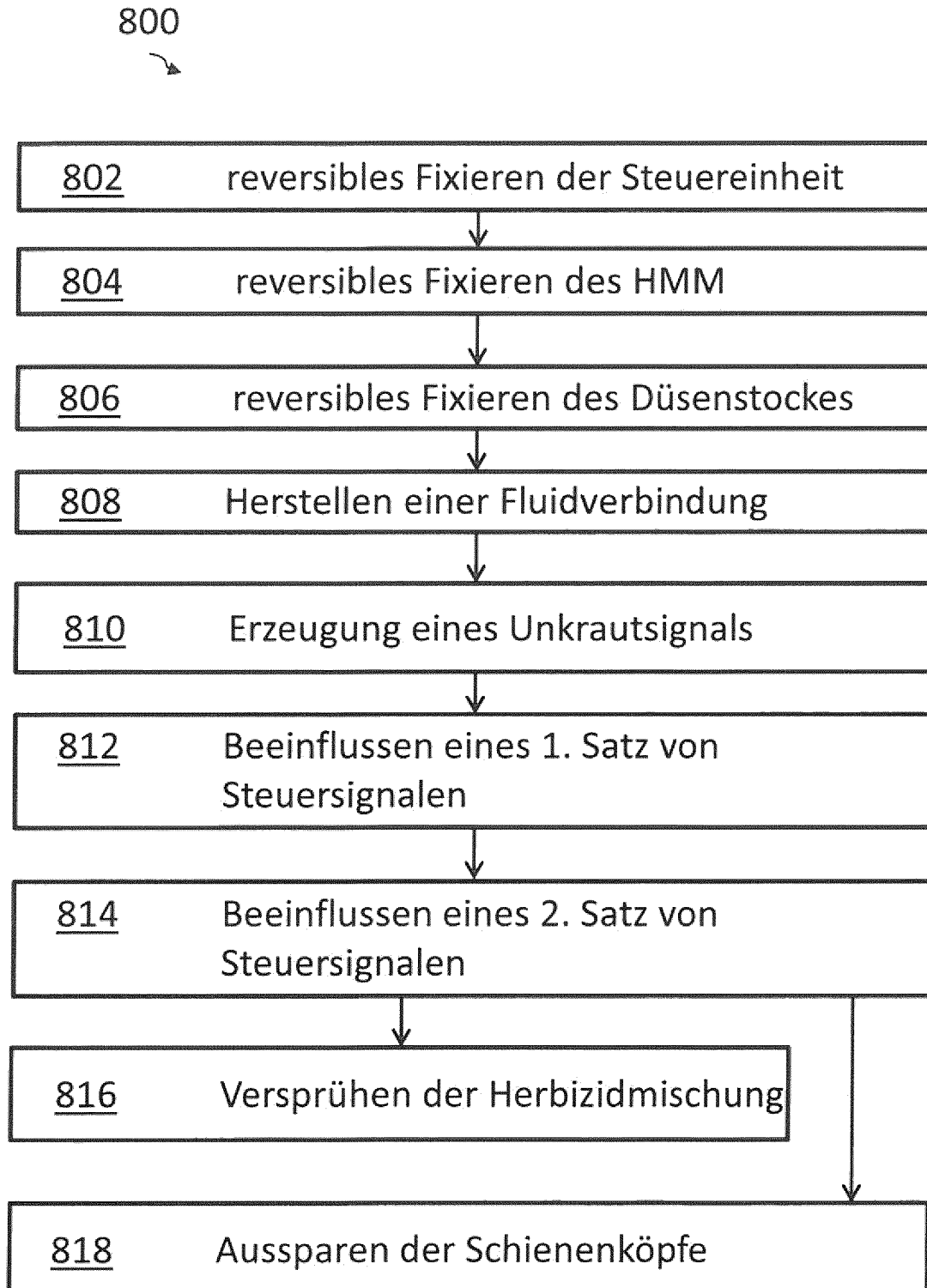


Fig. 8

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- WO 2004005625 A1 [0003]
- NL 8800868 A [0003]
- DE 4132637 A1 [0003]