(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
12. Januar 2023 (12.01.2023)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2023/280656 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
E04G 21/04 (2006.01) *B25J 9/16* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2022/067906

(22) Internationales Anmeldedatum:
29. Juni 2022 (29.06.2022)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2021 207 097.3
06. Juli 2021 (06.07.2021) DE

(71) Anmelder: **PUTZMEISTER ENGINEERING GMBH** [DE/DE]; Max-Eyth-Str. 10, 72631 Aichtal (DE).

(72) Erfinder: **STEINWANDEL, Alexander**; Bruno-Matzke-Straße 14, 72770 Reutlingen (DE).

(74) Anwalt: **PATENTANWÄLTE RUFF, WILHELM, BEIER, DAUSTER & PARTNER MBB**; Kronenstraße 30, 70174 Stuttgart (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, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, 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, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV,

WO 2023/280656 A1

(54) **Title:** METHOD AND SYSTEM FOR CONTROLLING A MOVEMENT OF AN ADJUSTABLE DISTRIBUTOR BOOM, AND METHOD FOR DISTRIBUTING CONSTRUCTION MATERIAL AND/OR THICK MATTER BY MEANS OF A CONSTRUCTION MATERIAL AND/OR THICK MATTER PUMPING DEVICE HAVING AN ADJUSTABLE DISTRIBUTOR BOOM

(54) **Bezeichnung:** VERFAHREN UND SYSTEM ZUM STEUERN EINER BEWEGUNG EINES VERSTELLBAREN VERTEILERMASTS UND VERFAHREN ZUM VERTEILEN VON BAU- UND/ODER DICKSTOFF MITTELS EINER BAU- UND/ODER DICKSTOFFPUMPENVORRICHTUNG AUFWEISEND EINEN VERSTELLBAREN VERTEILERMAST

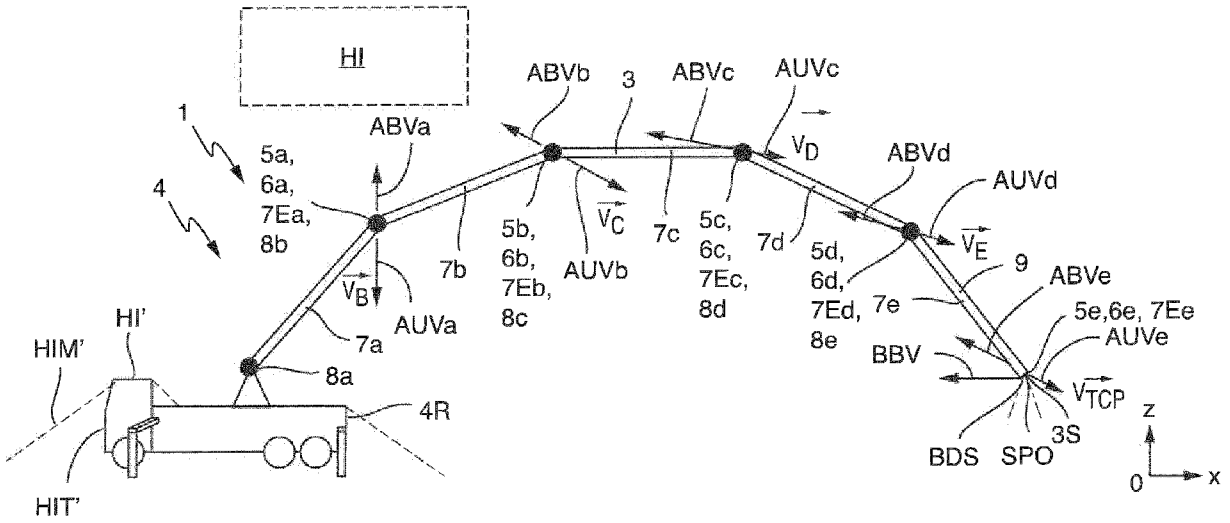


Fig. 2

(57) **Abstract:** The invention relates to a method for controlling a movement of an adjustable distributor boom (3), wherein the distributor boom (3) has a plurality of adjustable boom components (5a, 5b, 5c, 5d, 5e), wherein at least one same tip position (SPO) of a boom tip (3S) of the distributor boom (3) can be achieved by means of different position combinations (SK, SK') of the boom components (5a-e), wherein the method has the steps of: a) determining vectorial distance variables (ABVa, ABVb, ABVc, ABVd, ABVe) for a plurality of boom elements (6a, 6b, 6c, 6d, 6e) of the distributor boom (3) in relation to at least one obstacle (HI, HI') for the boom elements (6a-e), b) determining vectorial evasive movement variables (AUVa, AUVb, AUVc, AUVd, AUVe) for a plurality of the boom components

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

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)*

(5a-e) on the basis of the determined distance variables (ABVa-e), and c) controlling the movement on the basis of the determined evasive movement variables (AUVa-e) and a vectorial operator movement variable (BBV) determining a tip position (SPO).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Steuern einer Bewegung eines verstellbaren Verteilermasts (3), wobei der Verteilermast (3) mehrere verstellbare Mastkomponenten (5a, 5b, 5c, 5d, 5e) aufweist, wobei mindestens eine selbe Spitzenposition (SPO) einer Mastspitze (3S) des Verteilermasts (3) durch verschiedene Stellungs-Kombinationen (SK, SK') der Mastkomponenten (5a-e) erreichbar ist, wobei das Verfahren die Schritte aufweist: a) Ermitteln von vektoriellen Abstandsgrößen (ABVa, ABVb, ABVc, ABVd, ABVe) für mehrere Mastelemente (6a, 6b, 6c, 6d, 6e) des Verteilermasts (3) in Bezug auf mindestens ein Hindernis (Hl, Hl') für die Mastelemente (6a-e), b) Ermitteln von vektoriellen Ausweichbewegungsgrößen (AUVa, AUVb, AUVc, AUVd, AUVe) für mehrere der Mastkomponenten (5a-e) basierend auf den ermittelten Abstandsgrößen (ABVa-e), und c) Steuern der Bewegung in Abhängigkeit von den ermittelten Ausweichbewegungsgrößen (AUVa-e) und einer vektoriellen Bedienerbewegungsgröße (BBV) bestimmend eine Spitzenposition (SPO).

Verfahren und System zum Steuern einer Bewegung eines verstellbaren Verteilermasts und Verfahren zum Verteilen von Bau- und/oder Dickstoff mittels einer Bau- und/oder Dickstoffpumpenvorrichtung aufweisend einen verstellbaren Verteilermast

ANWENDUNGSGEBIET UND STAND DER TECHNIK

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und ein System, insbesondere jeweils, zum Steuern einer Bewegung eines verstellbaren Verteilermasts und ein Verfahren zum Verteilen von Bau- und/oder Dickstoff mittels einer Bau- und/oder Dickstoffpumpenvorrichtung aufweisend einen verstellbaren Verteilermast aufweisend ein solches Verfahren zum Steuern einer Bewegung eines verstellbaren Verteilermasts.

AUFGABE UND LÖSUNG

Der Erfindung liegt als Aufgabe die Bereitstellung eines Verfahrens und eines Systems, insbesondere jeweils, zum Steuern einer Bewegung eines verstellbaren Verteilermasts, das jeweils verbesserte Eigenschaften aufweist, und eines Verfahrens zum Verteilen von Bau- und/oder Dickstoff mittels einer Bau- und/oder Dickstoffpumpenvorrichtung aufweisend einen verstellbaren Verteilermast aufweisend ein solches Verfahren zum Steuern einer Bewegung eines verstellbaren Verteilermasts zugrunde.

Die Erfindung löst diese Aufgabe durch die Bereitstellung eines Verfahrens mit den Merkmalen des Anspruchs 1, eines Verfahrens mit den Merkmalen des Anspruchs 9 und eines Systems mit den Merkmalen des Anspruchs 10. Vorteilhafte Weiterbildungen und/oder Ausgestaltungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen beschrieben.

Das erfindungsgemäße, insbesondere automatische, Verfahren ist zum, insbesondere automatischen, Steuern einer Bewegung bzw. einer Fahrt bzw. einer Verstellung eines, insbesondere flexibel, verstellbaren Verteilermasts ausgebildet bzw. konfiguriert bzw. vorgesehen. Der Verteilermast umfasst bzw. weist mehrere, insbesondere flexibel, verstellbare Mastkomponenten auf. Mindestens eine selbe Spitzenposition, insbesondere ein selber Wert der Spitzenposition, einer Mastspitze des Verteilermasts ist durch verschiedene Stellungs-Kombinationen bzw. -Konfigurationen, insbesondere verschiedene Werte der Stellungs-Kombination, der Mastkomponenten erreichbar. Das Verfahren umfasst bzw. die Schritte auf: a) Ermitteln, insbesondere automatisches Ermitteln und/oder Erfassen und/oder Berechnen, von, insbesondere jeweiligen und/oder mehreren, vektoriellen Abstandsgrößen, insbesondere

Werten der Abstandsgrößen und/oder, insbesondere geometrischen, Abstandsvektoren, für mehrere Mastelemente, insbesondere von den mehreren Mastelementen, des Verteilermasts in Bezug auf mindestens ein, insbesondere jedes und/oder jeweiliges, insbesondere nächstes, Hindernis, insbesondere zu mindestens dem Hindernis, für die Mastelemente. b) Ermitteln, insbesondere automatisches Ermitteln und/oder Berechnen, von, insbesondere jeweiligen, vektoriellen Ausweichbewegungsgrößen, insbesondere Werten der Ausweichbewegungsgrößen und/oder, insbesondere geometrischen, Ausweichbewegungsvektoren, für mehrere, insbesondere alle, der Mastkomponenten basierend auf den ermittelten Abstandsgrößen. c) Steuern, insbesondere automatisches Steuern, der Bewegung in Abhängigkeit von den ermittelten Ausweichbewegungsgrößen und einer vektoriellen Bedienerbewegungsgröße, insbesondere mindestens eines Werts der Bedienerbewegungsgröße und/oder eines, insbesondere geometrischen, Bedienerbewegungsvektors, bestimmend eine Spitzenposition, insbesondere einen Wert der Spitzenposition, insbesondere der Mastspitze.

Dies ermöglicht ein, insbesondere aktives, Ausweichen des Verteilermasts mindestens dem Hindernis bei bzw., insbesondere gleichzeitig, mit der Bewegung bzw. einem Fahren des Verteilermasts, insbesondere zu einer Erreichung der, insbesondere bestimmten, Spitzenposition. Somit ermöglicht dies eine Vermeidung einer Sperrung bzw. eines Anhaltens der, insbesondere weiteren, Bewegung des Verteilermasts, insbesondere zu einer Vermeidung einer, insbesondere bevorstehenden bzw. drohenden, Berührung bzw. Kollision des Verteilermasts mit mindestens dem Hindernis. Somit ermöglicht dies die Erreichung der, insbesondere bestimmten, Spitzenposition.

Insbesondere ermöglicht dies somit eine Sicherheit, insbesondere des überwachten Betriebs, ohne unnötige Arbeitsunterbrechungen. Somit ermöglicht dies eine Steigerung einer Akzeptanz eines, insbesondere des, überwachten Betriebs und somit seine Einsatzhäufigkeit. Somit ermöglicht dies eine Erhöhung der Sicherheit bei der Bewegung bzw. einem Betrieb des Verteilermasts. Zusätzlich oder alternativ ermöglicht dies, insbesondere das Ausweichen, den flüssigen Betrieb des Verteilermasts, insbesondere in einem Einhandbetrieb in einem beengten Arbeitsumfeld. Somit ermöglicht dies eine deutliche Vereinfachung einer Bedienung des Verteilermasts, insbesondere für unerfahrene Bediener bzw. Benutzer, und somit einerseits eine Steigerung einer Produktivität und andererseits die Erhöhung der Sicherheit durch eine Fokussierung einer Aufmerksamkeit auf die Mastspitze.

Insbesondere kann der Begriff „selbstständig“ synonym für den Begriff „automatisch“ verwendet werden.

Der Verteilermast kann ein Bau- und/oder Dickstoffverteilermast sein. Zusätzlich oder alternativ kann der Verteilermast einer Bau- und/oder Dickstoffpumpenvorrichtung sein. Insbesondere kann die Bau- und/oder Dickstoffpumpenvorrichtung mobil, insbesondere fahrbar, insbesondere eine Auto-Bau- und/oder Dickstoffpumpe, sein. Weiter zusätzlich oder alternativ kann die Bau- und/oder Dickstoffpumpenvorrichtung zur Förderung von Bau- und/oder Dickstoff ausgebildet sein. Weiter zusätzlich oder alternativ kann Baustoff Mörtel, Zement, Estrich, Beton und/oder Putz bezeichnen. Weiter zusätzlich oder alternativ kann Dickstoff Schlamm bezeichnen.

Mindestens dieselbe Spitzenposition der Mastspitze kann durch mindestens drei, insbesondere mindestens zehn, verschiedene Stellungs-Kombinationen der Mastkomponenten erreichbar sein.

Mehrere, insbesondere mindestens drei, insbesondere mindestens zehn, Spitzenpositionen der Mastspitze können, insbesondere zu verschiedenen Zeitpunkten, durch, insbesondere jeweils, verschiedene Stellungs-Kombinationen der Mastkomponenten erreichbar sein.

Die Mastspitze kann ein freies Ende des Verteilermasts sein.

Der Verteilermast kann, insbesondere als eines der mehreren Mastelemente, einen, insbesondere frei hängenden, Endschlauch aufweisen.

Die Mastelemente können die Mastkomponenten aufweisen, und/oder die Mastkomponenten können die Mastelemente aufweisen, insbesondere sein.

Der Begriff „Bewegungsgrenze“ oder der Begriff „Störkontur“ oder der Begriff „Hindernislandschaft “kann synonym für den Begriff „Hindernis“ verwendet werden.

Das Hindernis kann dynamisch und/oder ein anderer Verteilermast sein.

Die Abstandsgrößen können, insbesondere momentane bzw. aktuelle, Ist-Abstandsgrößen und/oder für die mehreren Mastelemente des Verteilermasts in einer, insbesondere momentanen bzw. aktuellen, Ist-Maststellung bzw. -pose sein. Insbesondere kann die Ist-Maststellung, insbesondere durch die, insbesondere veränderbare, Stellungs-Kombination, veränderbar sein. Zusätzlich oder alternativ können die Abstandsgrößen, insbesondere momentane bzw. aktuelle, Richtungen, insbesondere Ist-Richtungen, und/oder, insbesondere momentane bzw. aktuelle, Beträge, insbesondere Ist-Beträge, von Abständen der Mastelemente in Bezug auf mindestens das Hindernis sein.

Die Ausweichbewegungsgrößen können, insbesondere momentane bzw. aktuelle, Soll-Ausweichbewegungsgrößen sein. Zusätzlich oder alternativ können die Ausweichbewegungsgrößen, insbesondere momentane bzw. aktuelle, Richtungen, insbesondere Soll-Richtungen, und/oder, insbesondere momentane bzw. aktuelle, Geschwindigkeiten, insbesondere Soll-Geschwindigkeiten, von, insbesondere jeweiligen und/oder mehreren, Ausweichbewegungen, insbesondere Soll-Ausweichbewegungen, der mehreren Mastkomponenten sein.

Die Bedienerbewegungsgröße bestimmend die Spitzenposition kann eine, insbesondere momentane bzw. aktuelle, Soll-Bedienerbewegungsgröße und/oder bestimmend eine, insbesondere momentane bzw. aktuelle, Soll-Spitzenposition, insbesondere der Mastspitze, sein. Zusätzlich oder alternativ kann die Bedienerbewegungsgröße eine, insbesondere momentane bzw. aktuelle, Richtung, insbesondere eine Soll-Richtung, und/oder eine, insbesondere momentane bzw. aktuelle, Geschwindigkeit, insbesondere eine Soll-Geschwindigkeit, einer Bewegung, insbesondere einer Soll-Bewegung, der Mastspitze sein. Weiter zusätzlich oder alternativ kann die Bedienerbewegungsgröße ein, insbesondere momentaner bzw. aktueller, Fahrbefehl bzw. Fahrkommando, insbesondere zu der Erreichung der Spitzenposition, sein. Weiter zusätzlich oder alternativ kann die Bedienerbewegungsgröße, insbesondere durch den Bediener bzw. Benutzer, insbesondere des Verteilermasts und/oder der Bau- und/oder Dickstoffpumpenvorrichtung, insbesondere momentan bzw. aktuell, vorgegeben sein. Weiter zusätzlich oder alternativ kann das Verfahren den Schritt aufweisen: Ermitteln, insbesondere Erfassen, einer, insbesondere momentanen bzw. aktuellen, Vorgabe der Bedienerbewegungsgröße, insbesondere durch den Bediener.

Falls die Bedienerbewegungsgröße nicht vorgegeben bzw. nicht vorhanden und/oder gleich null ist, braucht oder kann nicht der Schritt c) ausgeführt bzw. keine Bewegung des Verteilermasts gesteuert werden.

Der Schritt c) kann aufweisen: Steuern der Bewegung mittels Verknüpfens bzw. Kombinierens bzw. Überlagerns der Ausweichbewegungsgrößen und der Bedienerbewegungsgröße miteinander, insbesondere mittels eines kinematischen Zusammenhangs.

Der Schritt b) kann zeitlich nach dem Schritt a) ausgeführt werden. Zusätzlich oder alternativ kann der Schritt c) zeitlich nach dem Schritt b) ausgeführt werden. Weiter zusätzlich oder alternativ kann das Verfahren, insbesondere können die Schritte a), b) und c), insbesondere mehrfach, erneut, insbesondere ausgeführt, werden.

In einer Weiterbildung der Erfindung sind die Mastkomponenten gleichartig, insbesondere Enden von Mastsegmenten bzw. -abschnitten des Verteilermasts, insbesondere die Mastspitze und, insbesondere flexibel, verstellbare Mastgelenke, insbesondere Zwischen-Mastgelenke, des Verteilermasts. Insbesondere kann mindestens eines der Mastgelenke ein Knick-, Dreh- und/oder Schubgelenk aufweisen, insbesondere sein. Insbesondere kann ein letztes Mastgelenk um ein Vertikalachse drehbar sein. Zusätzlich oder alternativ kann die Bau- und/oder Dickstoffpumpenvorrichtung, insbesondere der Verteilermast, mehrere Gelenkantriebe zur Bewegung bzw. Verstellung der Mastgelenke aufweisen.

In einer Weiterbildung der Erfindung zeigen bzw. führen die vektoriellen Ausweichbewegungsgrößen von dem, insbesondere jeweiligen, Hindernis weg. Insbesondere sind die vektoriellen Ausweichbewegungsgrößen den, insbesondere jeweiligen, vektoriellen Abstandsgrößen entgegengesetzt. Dies ermöglicht eine Bewegung bzw. eine Verstellung mindestens einer der Mastkomponenten von dem Hindernis weg und/oder, insbesondere somit, eine Vergrößerung mindestens einer der Abstandsgrößen.

In einer Weiterbildung der Erfindung weist der Schritt c) auf: Steuern der Bewegung mittels, insbesondere automatischen, Gewichtens der Ausweichbewegungsgrößen, insbesondere mittels, insbesondere jeweiliger veränderbarer, Gewichtungsfaktoren, insbesondere Werten der Gewichtungsfaktoren, abhängig von bzw. basierend auf, insbesondere jeweiligen, Beträgen der Abstandsgrößen, insbesondere und der Bedienerbewegungsgröße. Dies ermöglicht einen Vorrang bzw. eine Priorisierung eines dringlichen Ausweichens einer der Mastkomponenten, insbesondere zu der Vermeidung der Berührung, relativ zu einem weniger oder nicht dringlichen Ausweichen bzw. Bewegen einer anderen der Mastkomponenten. Insbesondere können die Gewichtungsfaktoren abhängig von den Beträgen der Abstandsgrößen reziprok sein. Zusätzlich oder alternativ kann ein Gewichtungsfaktor der Bedienerbewegungsgröße, insbesondere zeitlich dauerhaft, fest bzw. konstant sein. Weiter zusätzlich oder alternativ kann dies, insbesondere das Gewichten, dazu führen, dass die Ausweichbewegungsgrößen und die Bedienerbewegungsgröße nicht miteinander vereinbar sein können, insbesondere die Ausweichbewegungsgrößen die Bedienerbewegungsgröße überwiegen. Somit kann dies dazu führen, dass keine Bewegung des Verteilermasts gesteuert werden braucht oder kann.

In einer Weiterbildung, insbesondere einer Ausgestaltung, der Erfindung umfasst bzw. weist das Verfahren, insbesondere den Schritt, auf: Speichern, insbesondere automatisches Speichern, der gesteuerten bzw. ausgeführten Bewegung des Verteilermasts. Das Verfahren umfasst bzw. weist den Schritt auf: falls die Ausweichbewegungsgrößen und die Bedienerbewegungsgröße nicht miteinander vereinbar sind, insbesondere die

Ausweichbewegungsgrößen die Bedienerbewegungsgröße überwiegen, rückwärtslaufendes bzw., insbesondere zeitlich, umgekehrtes Ausführen, insbesondere automatisches Ausführen, der gespeicherten Bewegung. Dies ermöglicht einen Ausweg aus dieser Situation und/oder, insbesondere somit, die Erreichung der, insbesondere bestimmten, Spitzenposition, insbesondere auf einem anderen Weg.

In einer Weiterbildung der Erfindung umfasst bzw. weist das Verfahren den Schritt auf: Modellieren, insbesondere automatisches Modellieren, des Hindernisses, insbesondere eines Rests einer, insbesondere der, Bau- und/oder Dickstoffpumpenvorrichtung aufweisend den Verteilermast, mit einer Form größer als eine reale bzw. tatsächliche Form des Hindernisses, insbesondere mittels, insbesondere automatischen, Glättens und/oder Abflachens von Übergängen der realen Form. Der Schritt a) weist auf: Ermitteln mindestens einer, insbesondere alle, der Abstandsgrößen, insbesondere mindestens für die Mastspitze, in Bezug auf das modellierte Hindernis. Dies ermöglicht eine Vermeidung einer Nicht-Vereinbarkeit der Ausweichbewegungsgrößen und der Bedienerbewegungsgröße miteinander. Insbesondere kann das Modellieren ein Einführen von Flanken und/oder Rampen aufweisen. Zusätzlich oder alternativ können/kann das Glätten und/oder das Abflachen von den Übergängen ein Abrunden von Kanten und/oder Ecken aufweisen, insbesondere sein.

In einer Weiterbildung der Erfindung umfasst bzw. weist der Verteilermast mehrere, insbesondere flexibel, verstellbare, insbesondere die mehreren verstellbaren, Mastgelenke auf. Insbesondere mindestens, dieselbe Spitzenposition ist durch verschiedene Gelenkstellungs-Kombinationen der Mastgelenke erreichbar. Insbesondere haben bzw. weisen die Mastgelenke verschiedene Verstellbereiche, insbesondere verschiedene Werte der Verstellbereiche, auf. Der Schritt c) weist auf: Steuern von Bewegungen der Mastgelenke in Abhängigkeit von den Ausweichbewegungsgrößen und der Bedienerbewegungsgröße, insbesondere und unter Berücksichtigung der Verstellbereiche. Insbesondere kann mindestens eines der Mastgelenke ein Knick-, Dreh- und/oder Schubgelenk aufweisen, insbesondere sein. Insbesondere kann ein letztes Mastgelenk um ein Vertikalachse drehbar sein. Zusätzlich oder alternativ kann mindestens einer der Verstellbereiche einen Winkelbereich aufweisen, insbesondere sein. Weiter zusätzlich oder alternativ kann mindestens einer der Verstellbereiche durch mindestens einen, insbesondere mechanischen, Anschlag mindestens eines der Mastgelenke definiert, insbesondere begrenzt, sein. Weiter zusätzlich oder alternativ kann die Bau- und/oder Dickstoffpumpenvorrichtung, insbesondere der Verteilermast, mehrere Gelenkantriebe zur Bewegung bzw. Verstellung der Mastgelenke bzw. zur Veränderung bzw. Einstellung der, insbesondere veränderbaren, Gelenkstellungs-Kombination aufweisen. Weiter zusätzlich oder alternativ kann eines der Mastgelenke an einem nicht-freien bzw. festen Ende bzw. einem

Mastfuß des Verteilermasts sein. Weiter zusätzlich oder alternativ kann der Verteilermast mittels der Mastgelenke Roll- und/oder Z-faltbar, insbesondere Roll-Z-faltbar, sein.

In einer Weiterbildung, insbesondere einer Ausgestaltung, der Erfindung weist der Schritt c) auf: Steuern der Bewegung mittels, insbesondere gewichteter und/oder modularer, inverser Kinematik. Dabei sind die Ausweichbewegungsgrößen und die Bedienerbewegungsgröße Eingangsgrößen. Dies ermöglicht das Ausweichen des Verteilermasts mindestens dem Hindernis, insbesondere gleichzeitig, mit der Bewegung bzw. einem Fahren des Verteilermasts, insbesondere zu der Erreichung der, insbesondere bestimmten, Spitzenposition. In anderen Worten: Dies ermöglicht die gleichzeitige Umsetzung des, insbesondere kommandierten, Fahrbefehls und die Vermeidung der Berührung. Nochmals in anderen Worten: Dies ermöglicht eine Einbettung der Vermeidung der Berührung bzw. der Kollisionsvermeidung in eine Umsetzung des Fahrbefehls, insbesondere durch den Bediener. Insbesondere kann die Mastspitze als Endeffektor (Englisch: Tool Center Point, Abkürzung: TCP) bezeichnet werden. Zusätzlich oder alternativ kann der Begriff „Inverskinematik“ oder der Begriff „Rückwärtstransformation“ synonym für den Begriff „inverse Kinematik“ verwendet werden. Weiter zusätzlich oder alternativ kann die inverse Kinematik die Verstellbereiche berücksichtigen, insbesondere aufweisen. Weiter zusätzlich oder alternativ können Geschwindigkeiten, insbesondere Drehgeschwindigkeiten bzw. Gelenkgeschwindigkeiten, der Mastkomponenten, insbesondere der Mastgelenke, Ausgangsgrößen sein. Weiter zusätzlich oder alternativ können die Ausgangsgrößen, insbesondere automatisch, ermittelt, insbesondere gesucht und/oder berechnet, werden.

Insbesondere kann das Hindernis, insbesondere mindestens ein Wert des Hindernisses, vorgegeben, insbesondere erfasst bzw. gemessen, werden oder sein, insbesondere durch den Bediener und/oder ein Bauprogramm. Zusätzlich oder alternativ kann der Schritt a) aufweisen: Ermitteln, insbesondere Berechnen, der Abstandsgrößen basierend auf dem vorgegebenen, insbesondere erfassten, Hindernis und der Ist-Maststellung des Verteilermasts. Insbesondere kann die Ist-Maststellung mittels direkter Kinematik, insbesondere automatisch, ermittelt, insbesondere berechnet, werden oder sein, insbesondere wobei eine, insbesondere momentane bzw. aktuelle, Ist-Stellungs-Kombination, insbesondere mindestens ein Wert der Ist-Stellungs-Kombination, der Mastkomponenten eine Eingangsgröße sein kann. Insbesondere können Gelenkwinkel der Mastgelenke Eingangsgrößen sein.

In einer Weiterbildung der Erfindung weist der Schritt a) auf: Berührungsloses Erfassen bzw. Messen, insbesondere automatisches Erfassen, des Hindernisses und/oder der Abstandsgrößen, insbesondere während bzw. bei bzw., insbesondere gleichzeitig, mit der

Bewegung. Dies ermöglicht die Vermeidung der Berührung. Insbesondere kann das Erfassen mittels Kamera und/oder Lidar (Abkürzung für Englisch: light detection and ranging), insbesondere Ladar (Abkürzung für Englisch: laser detection and ranging), sein.

Das erfindungsgemäße, insbesondere automatische, Verfahren ist zum, insbesondere automatischen, Verteilen von Bau- und/oder Dickstoff mittels einer, insbesondere der, Bau- und/oder Dickstoffpumpenvorrichtung ausgebildet bzw. konfiguriert bzw. vorgesehen. Die Bau- und/oder Dickstoffpumpenvorrichtung weist einen, insbesondere den, verstellbaren Verteilermast auf. Der Verteilermast umfasst bzw. weist eine, insbesondere flexibel verstellbare, Förderleitung zur Förderung bzw. zum Fördern von Bau- und/oder Dickstoff auf. Das Verfahren umfasst bzw. weist ein, insbesondere das, Verfahren zum Steuern einer, insbesondere der, Bewegung des Verteilermasts wie vorhergehend genannt bzw. beschrieben auf. Das Verfahren umfasst bzw. weist den Schritt auf: Fördern, insbesondere automatisches Fördern, von Bau- und/oder Dickstoff während bzw. bei bzw., insbesondere gleichzeitig, mit der Bewegung bzw. des Schritts c), insbesondere mittels der bzw. durch die Förderleitung. Dies, insbesondere das Fördern während der Bewegung, ermöglicht das Verteilen. Insbesondere kann die Förderleitung eine Rohrleitung aufweisen, insbesondere sein. Zusätzlich oder alternativ kann die Förderleitung den Endschlauch aufweisen.

Das erfindungsgemäße System ist zum, insbesondere zu dem, Steuern einer, insbesondere der, Bewegung eines, insbesondere des, verstellbaren Verteilermasts ausgebildet bzw. konfiguriert. Der Verteilermast weist mehrere verstellbare, insbesondere die mehreren verstellbaren, Mastkomponenten auf. Mindestens eine selbe, insbesondere dieselbe, Spitzenposition einer, insbesondere der, Mastspitze des Verteilermasts ist durch verschiedene, insbesondere die verschiedenen, Stellungs-Kombinationen der Mastkomponenten erreichbar. Das System umfasst bzw. weist eine Ermittlungs- und Steuerungseinrichtung auf. Die Ermittlungs- und Steuerungseinrichtung ist zum, insbesondere zu dem, Ermitteln von, insbesondere den, vektoriellen Abstandsgrößen für mehrere, insbesondere die mehreren, Mastelemente des Verteilermasts in Bezug auf mindestens ein, insbesondere das, Hindernis für die Mastelemente ausgebildet bzw. konfiguriert. Die Ermittlungs- und Steuerungseinrichtung ist zum, insbesondere zu dem, Ermitteln von, insbesondere den, vektoriellen Ausweichbewegungsgrößen für mehrere, insbesondere die mehreren, der Mastkomponenten basierend auf den ermittelten Abstandsgrößen ausgebildet bzw. konfiguriert. Die Ermittlungs- und Steuerungseinrichtung ist zum, insbesondere zu dem, Steuern der Bewegung in Abhängigkeit von den ermittelten Ausweichbewegungsgrößen und einer, insbesondere der, vektoriellen Bedienerbewegungsgröße bestimmend eine, insbesondere die, Spitzenposition ausgebildet bzw. konfiguriert. Das System kann die gleichen Vorteile ermöglichen wie das/die

vorhergehend/e genannte/n bzw. beschriebene/n Verfahren. Insbesondere kann das System, insbesondere die Ermittlungs- und Steuerungseinrichtung, zum, insbesondere automatischen, Ausführen eines/von, insbesondere des/der, vorhergehend genannten Verfahren/s ausgebildet bzw. konfiguriert sein. Zusätzlich oder alternativ kann das System den Verteilermast, insbesondere die Bau- und/oder Dickstoffpumpenvorrichtung, aufweisen. Weiter zusätzlich oder alternativ kann die Ermittlungs- und Steuerungseinrichtung elektrisch, hydraulisch und/oder pneumatisch sein. Insbesondere kann die Ermittlungs- und Steuerungseinrichtung eine Recheneinheit, insbesondere einen Prozessor, und/oder eine Speichereinheit aufweisen.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

Weitere Vorteile und Aspekte der Erfindung ergeben sich aus den Ansprüchen und aus der nachfolgenden Beschreibung von bevorzugten Ausführungsbeispielen der Erfindung, die nachfolgend anhand der Figuren erläutert sind. Dabei zeigen:

Fig. 1 schematisch ein erfindungsgemäßes System und ein erfindungsgemäßes Verfahren zum Steuern einer Bewegung eines verstellbaren Verteilermasts und ein erfindungsgemäßes Verfahren zum Verteilen von Bau- und/oder Dickstoff mittels einer Bau- und/oder Dickstoffpumpenvorrichtung aufweisend den verstellbaren Verteilermast aufweisend das Verfahren zum Steuern der Bewegung des verstellbaren Verteilermasts,

Fig. 2 schematisch das System und die Verfahren der Fig. 1,

Fig. 3 schematisch ein Blockschaltschild des Systems und des Verfahrens der Fig. 1,

Fig. 4 schematisch eine zeitliche Entwicklung einer Situation mit dem System und dem Verfahren der Fig. 1, und

Fig. 5 schematisch eine zeitliche Entwicklung einer Situation mit einem nicht-erfindungsgemäßen System und einem nicht-erfindungsgemäßen Verfahren.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER AUSFÜHRUNGSBEISPIELE

Fig. 1 bis 4 zeigen ein erfindungsgemäßes System 1, insbesondere aufweisend eine Ermittlungs- und Steuerungseinrichtung 2, ausgebildet und ein erfindungsgemäßes Verfahren zum Steuern einer Bewegung eines verstellbaren Verteilermasts 3. Der Verteilermast 3 weist mehrere verstellbare Mastkomponenten 5a, 5b, 5c, 5d, 5e auf. Mindestens eine selbe Spitzenposition SPO einer Mastspitze 3S des Verteilermasts 3 ist durch verschiedene Stellungs-Kombinationen SK, SK' der Mastkomponenten 5a-e erreichbar.

Des Weiteren ist das System 1, insbesondere die Ermittlungs- und Steuerungseinrichtung 2, zum Ermitteln von vektoriellen Abstandsgrößen ABVa, ABVb, ABVc, ABVd, ABVe für mehrere Mastelemente 6a, 6b, 6c, 6d, 6e des Verteilermasts 3 in Bezug auf mindestens ein Hindernis HI, HI' für die Mastelemente 6a-e ausgebildet, insbesondere ermittelt. Außerdem ist das System 1, insbesondere die Ermittlungs- und Steuerungseinrichtung 2, zum Ermitteln von vektoriellen Ausweichbewegungsgrößen AUVa, AUVv, AUVc, AUVd, AUVe für mehrere der Mastkomponenten 5a-e basierend auf den ermittelten Abstandsgrößen ABVa-e ausgebildet, insbesondere ermittelt. Weiter ist das System 1, insbesondere die Ermittlungs- und Steuerungseinrichtung 2, zum Steuern der Bewegung in Abhängigkeit von den ermittelten Ausweichbewegungsgrößen AUVa-e und einer vektoriellen Bedienerbewegungsgröße BBV bestimmend eine Spitzenposition SPO ausgebildet, insbesondere steuert.

Zudem weist das Verfahren die Schritte auf: a) Ermitteln von den vektoriellen Abstandsgrößen ABVa-e für die mehreren Mastelemente 6a-e des Verteilermasts 3 in Bezug auf das Hindernis HI, HI' für die Mastelemente 6a-e, insbesondere mittels des Systems 1, insbesondere der Ermittlungs- und Steuerungseinrichtung 2. b) Ermitteln von den vektoriellen Ausweichbewegungsgrößen AUVa-e für die mehreren der Mastkomponenten 5a-e basierend auf den ermittelten Abstandsgrößen ABVa-e, insbesondere mittels des Systems 1, insbesondere der Ermittlungs- und Steuerungseinrichtung 2. c) Steuern der Bewegung in Abhängigkeit von den ermittelten Ausweichbewegungsgrößen AUVa-e und der vektoriellen Bedienerbewegungsgröße BBV bestimmend die Spitzenposition SPO, insbesondere mittels des Systems 1, insbesondere der Ermittlungs- und Steuerungseinrichtung 2.

In dem gezeigten Ausführungsbeispiel weist das System 1 den Verteilermast 3, insbesondere eine Bau- und/oder Dickstoffpumpenvorrichtung 4 aufweisend den Verteilermast 3, auf.

Im Detail sind die Mastkomponenten 5a-e gleichartig, insbesondere Enden 7Ea, 7Eb, 7Ec, 7Ed, 7Ee von Mastsegmenten 7a, 7b, 7c, 7d, 7e des Verteilermasts 3, insbesondere die Mastspitze 3S und verstellbare Mastgelenke 8b, 8c, 8d, 8e des Verteilermasts 3.

Des Weiteren weist der Verteilermast 3 mehrere verstellbare, insbesondere die mehreren verstellbaren, Mastgelenke 8a, 8b, 8c, 8d, 8e auf. Dieselbe Spitzenposition SPO ist durch verschiedene Gelenkstellungs-Kombinationen GSK, GSK' der Mastgelenke 8a-e erreichbar. Insbesondere weisen die Mastgelenke 8a, 8b, 8c, 8d, 8e verschiedene Verstellbereiche 8Va, 8Vb, 8Vc, 8Vd, 8Ve auf. Der Schritt c) weist auf: Steuern von Bewegungen der Mastgelenke 8a-e in Abhängigkeit von den Ausweichbewegungsgrößen AUVa-e und der Bedienerbewegungsgröße BBV, insbesondere und unter Berücksichtigung der Verstellbereiche 8Va-e, insbesondere mittels des Systems 1, insbesondere der Ermittlungs- und Steuerungseinrichtung 2.

In dem gezeigten Ausführungsbeispiel weist der Verteilermast 3 fünf verstellbare Mastkomponenten 5a-e bzw. fünf Mastsegmente 7a-e bzw. fünf verstellbare Mastgelenke 8a-e auf. In alternativen Ausführungsbeispielen kann der Verteilermast mindestens drei Mastkomponenten bzw. mindestens drei Mastsegmente bzw. mindestens drei Mastgelenke aufweisen.

Zum Hintergrund: Eine Mastkomponente bzw. ein Mastsegment bzw. ein Mastgelenk ermöglicht eine Bewegung der Mastspitze. Zwei Mastkomponenten bzw. zwei Mastsegmente bzw. zwei Mastgelenke ermöglichen eine freie Bewegung der Mastspitze, insbesondere wobei Höhe und Radius, insbesondere in gewissen Grenzen, voneinander unabhängig sind. Mindestens drei Mastkomponenten bzw. mindestens drei Mastsegmente bzw. mindestens drei Mastgelenke ermöglichen eine freie Bewegung der Mastspitze und eine Verstellung bzw. eine Veränderung der Gelenkstellungs-Kombination bzw. eine Einstellung einer Maststellung des Verteilermasts über mindestens einen Freiheitsgrad. In anderen Worten: N Mastkomponenten bzw. N Mastsegmente bzw. N Mastgelenke mit N >= drei ermöglichen eine freie Bewegung der Mastspitze und eine Verstellung bzw. eine Veränderung der Gelenkstellungs-Kombination bzw. eine Einstellung der Maststellung über N-zwei Freiheitsgrade.

Außerdem entspricht, insbesondere gleicht, in dem gezeigten Ausführungsbeispiel eine Mehrzahl der Mastkomponenten 5a-e einer Mehrzahl der Mastelemente 6a-e. In alternativen Ausführungsbeispielen kann die Mehrzahl der Mastelemente mindestens gleich, insbesondere größer als, die Mehrzahl der Mastkomponenten sein.

Weiter führen die vektoriellen Ausweichbewegungsgrößen AUVa-e von dem, insbesondere jeweiligen, Hindernis HI weg. Insbesondere sind die vektoriellen Ausweichbewegungsgrößen AUVa-e den, insbesondere jeweiligen, vektoriellen Abstandsgrößen ABVa-e entgegengesetzt.

Zum Hintergrund: Ermittlung, insbesondere Berechnung, der Abstandsgrößen der Mastelemente von mindestens dem Hindernis. Im Allgemeinen sind dies die Abstandsgrößen von bestimmten Punkten auf dem Verteilermast zu Kanten und/oder Flächen des Hindernisses sowie die Abstandsgrößen bestimmter Kanten und/oder Flächen des Verteilermasts zu Eckpunkten des Hindernisses. Ziel des Ausweichens ist die Aufrechterhaltung (Vermeidung eines Absinkens von Beträgen der Abstandsgrößen auf null) der Abstandsgrößen dieser Punkte von mindestens dem Hindernis. Um die Beträge dieser vektoriellen Abstandsgrößen maximaleffizient zu vergrößern, müssen sich die Punkte, insbesondere Referenzpunkte, entgegengesetzt zu diesen Vektoren bewegen. Die vektoriellen Ausweichbewegungsgrößen, insbesondere Ausweichgeschwindigkeiten, $\overrightarrow{AUVa, v_B}$ bis $\overrightarrow{AUVe, v_{TCP}}$ müssen also entgegengesetzt zu den vektoriellen Abstandsgrößen $\overrightarrow{ABVa, d_B}$ bis $\overrightarrow{ABVe, d_{TCP}}$ sein, was auf die Formulierung

$$\vec{v}_{X,A} = v_{A,X} \cdot \vec{e}_{d,X}$$

mit dem Einheitsvektor entgegengesetzt zu $\vec{d}_X$

$$\vec{e}_{d,X} = -\frac{\vec{d}_X}{\left\|\vec{d}_X\right\|_2}$$

führt. Der Betrag der Ausweichbewegungsgröße, insbesondere Ausweichgeschwindigkeit, $v_{A,X}$ muss positiv sein und wird in Abhängigkeit vom Betrag der vektoriellen Abstandsgröße $\left\|\vec{d}_X\right\|_2$ so bestimmt, dass er bei Verringerung des Betrags der vektoriellen Abstandsgröße anwächst. Ein möglicher einfacher Zusammenhang wäre daher

$$v_A = \frac{1}{\left\|\vec{d}_X\right\|_2}$$

Zudem weist der Schritt c) auf: Steuern der Bewegung mittels Gewichtens der Ausweichbewegungsgrößen AUVa-e, insbesondere mittels, insbesondere jeweiliger veränderbarer, Gewichtungsfaktoren GFa, GFb, GFc, GFd, GFe abhängig von, insbesondere jeweiligen, Beträgen der Abstandsgrößen ABVa-e, insbesondere und der

Bedienerbewegungsgröße BBV, insbesondere mittels des Systems 1, insbesondere der Ermittlungs- und Steuerungseinrichtung 2.

Zum Hintergrund: Zusätzlich zu den Ausweichbewegungsgrößen, insbesondere den Ausweichgeschwindigkeiten, wird für jede Abstandsgröße bzw. jede Ausweichbewegungsgröße, noch ein Gewicht $GF, w_{A,X}$ ermittelt, insbesondere berechnet, das die Dringlichkeit der Ausweichbewegung beschreibt. Die Anforderungen an das Gewicht sind ähnlich wie für den Betrag der Ausweichbewegungsgröße, insbesondere der Ausweichgeschwindigkeit, $v_{A,X}$. Die Trennung in den Betrag der Ausweichbewegungsgröße, insbesondere der Ausweichgeschwindigkeit, einerseits und des Gewichts andererseits ermöglicht, dass auch kleine geforderte Ausweichbewegungsgrößen, insbesondere Ausweichgeschwindigkeiten, mit hoher Dringlichkeit umgesetzt werden können. Insbesondere kann so die Höhe der geforderten Ausweichbewegungsgröße, insbesondere der geforderten Ausweichgeschwindigkeit, begrenzt werden, ohne dass die Berücksichtigung betreffende Bewegung in der nachfolgenden Ermittlung von notwendigen Gelenkgeschwindigkeiten darunter leidet.

Des Weiteren weist der Schritt c) auf: Steuern der Bewegung mittels, insbesondere gewichteter und/oder modularer, inverser Kinematik IK, insbesondere mittels des Systems 1, insbesondere der Ermittlungs- und Steuerungseinrichtung 2. Dabei sind die Ausweichbewegungsgrößen AUVa-e und die Bedienerbewegungsgröße BBV Eingangsgrößen.

Zum Hintergrund: Zur Ermittlung eines Fahrbefehls für die Mastgelenke aus den ermittelten, insbesondere bestimmten Ausweichbewegungsgrößen, insbesondere Ausweichgeschwindigkeiten, und deren Gewichten wird der kinematische Zusammenhang zwischen der zeitlichen Änderung von Gelenkwinkeln φ_1 bis φ_N der Mastgelenke zusammengefasst im Vektor $\vec{\omega}$

$$\vec{\omega} = \begin{pmatrix} \omega_1 \\ \vdots \\ \omega_N \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \dot{\varphi}_1 \\ \vdots \\ \dot{\varphi}_N \end{pmatrix}$$

und einer Veränderung der vektoriellen Abstandsgrößen $\dot{\vec{d}}_X$ verwendet. Für die Abstandsgrößen zwischen den Kanten bzw. Flächen des Hindernisses und den Referenzpunkten auf dem Verteilermast ist diese Veränderung durch die Bewegung der Referenzpunkte auf dem Verteilermast gegeben. Für die Abstandsgrößen zwischen den bestimmten Kanten und/oder Flächen des Verteilermasts und den Eckpunkten des Hindernisses kann die Änderung durch

die Bewegung eines oder mehrerer Referenzpunkte auf der betrachteten Kante oder Fläche des Verteilermasts beschrieben werden. Für ein stillstehendes Hindernis ist der relevante Zusammenhang allein durch die Bewegung des jeweiligen Referenzpunktes auf dem Verteilermast gegeben

$$\dot{\vec{d}}_X = \dot{\vec{r}}_X = \frac{\partial \vec{r}_X}{\partial \vec{\varphi}} \cdot \vec{\omega}.$$

Über diesen Zusammenhang werden Ausweichbewegungsgrößen, insbesondere Ausweichgeschwindigkeiten, $\vec{v}_{A,X}$ in den Fahrbefehl in Form von Gelenkgeschwindigkeiten der Mastgelenke umgesetzt. Mit der Forderung $\dot{\vec{d}}_X = \vec{v}_{A,X}$ folgt das Gleichungssystem

$$\begin{pmatrix} \vec{v}_{A,1} \\ \vdots \\ \vec{v}_{A,M} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{\partial \vec{r}_1}{\partial \vec{\varphi}} \\ \vdots \\ \frac{\partial \vec{r}_M}{\partial \vec{\varphi}} \end{pmatrix} \cdot \vec{\omega}$$

Da neben der Ausweichbewegung der Verteilermast auch die durch einen Bediener vorgegebene Bewegung ausführen soll, ist diese bei der Bestimmung des Fahrbefehls $\vec{\omega}$ ebenfalls zu berücksichtigen. Dieses Kommando erfolgt typischerweise als Vorgabe der Bewegungsgeschwindigkeit der Mastspitze $\overrightarrow{BBV, v_{TCP}}$ und wird über den kinematischen Zusammenhang

$$\vec{v}_{TCP} = \frac{\partial \vec{r}_{TCP}}{\partial \vec{\varphi}} \cdot \vec{\omega}$$

berücksichtigt. Zusätzlich ist eine Berücksichtigung der Verstellbereiche der Mastgelenke sinnvoll. Dazu kann in der Nähe einer Gelenkgrenze ein Fahrbefehl $\vec{\omega}_{gef}$ in die Mitte des Verstellbereichs verwendet werden. Die kinematische Beziehung dafür ist über die Einheitsmatrix E_N gegeben

$$\vec{\omega}_{gef} = E_N \cdot \vec{\omega}$$

Zur Kombination dieser Zielsetzungen wird ein kombiniertes, im Allgemeinen nicht exakt lösbares, überbestimmtes Gleichungssystem, insbesondere eine, insbesondere kombinierte, Jacobi-Matrix, bzw. die inverse Kinematik IK aufgestellt

$$\begin{pmatrix} \vec{v}_{A,1} \\ \vdots \\ \vec{v}_{A,M} \\ \vec{v}_{TCP} \\ \vec{\omega}_{gef} \end{pmatrix} \approx \begin{pmatrix} \frac{\partial \vec{r}_1}{\partial \vec{\varphi}} \\ \vdots \\ \frac{\partial \vec{r}_M}{\partial \vec{\varphi}} \\ \frac{\partial \vec{r}_{TCP}}{\partial \vec{\varphi}} \\ E_N \end{pmatrix} \cdot \vec{\omega}$$

Der Fahrbefehl $\vec{\omega}$ wird aus diesem Gleichungssystem als beste Lösung für $\vec{\omega}$ im Sinne der kleinsten Fehlerquadrate ermittelt. Dafür wird die Summe der Quadrate der Fehler in der obigen Gleichung minimiert. Das Kostenfunktional dieser Optimierung ist dabei

$$K(\vec{\omega}) = \left(\begin{pmatrix} \vec{v}_{A,1} \\ \vdots \\ \vec{v}_{A,M} \\ \vec{v}_{TCP} \\ \vec{\omega}_{gef} \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} \frac{\partial \vec{r}_1}{\partial \vec{\varphi}} \\ \vdots \\ \frac{\partial \vec{r}_M}{\partial \vec{\varphi}} \\ \frac{\partial \vec{r}_{TCP}}{\partial \vec{\varphi}} \\ E_N \end{pmatrix} \cdot \vec{\omega} \right)^T \cdot W \cdot \left(\begin{pmatrix} \vec{v}_{A,1} \\ \vdots \\ \vec{v}_{A,M} \\ \vec{v}_{TCP} \\ \vec{\omega}_{gef} \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} \frac{\partial \vec{r}_1}{\partial \vec{\varphi}} \\ \vdots \\ \frac{\partial \vec{r}_M}{\partial \vec{\varphi}} \\ \frac{\partial \vec{r}_{TCP}}{\partial \vec{\varphi}} \\ E_N \end{pmatrix} \cdot \vec{\omega} \right)$$

Die Diagonalmatrix W enthält dabei die Gewichte für die Ausweichbewegungsgrößen, insbesondere die Ausweichbewegungen, den Fahrbefehl für die Mastspitze sowie die Fahrbefehle zur Vermeidung der Gelenkgrenzen und sorgt für eine Priorisierung der unterschiedlichen Aufgaben.

Da es sich um einen linearen Zusammenhang handelt, kann dieser direkt über die allgemeine Least-Squares Lösung erfolgen.

$$\vec{\omega}_{opt} = \left(\begin{pmatrix} \frac{\partial \vec{r}_1}{\partial \vec{\varphi}} \\ \vdots \\ \frac{\partial \vec{r}_M}{\partial \vec{\varphi}} \\ \frac{\partial \vec{r}_{TCP}}{\partial \vec{\varphi}} \\ E_N \end{pmatrix}^T \cdot W \cdot \begin{pmatrix} \frac{\partial \vec{r}_1}{\partial \vec{\varphi}} \\ \vdots \\ \frac{\partial \vec{r}_M}{\partial \vec{\varphi}} \\ \frac{\partial \vec{r}_{TCP}}{\partial \vec{\varphi}} \\ E_N \end{pmatrix} \right)^{-1} \cdot \begin{pmatrix} \frac{\partial \vec{r}_1}{\partial \vec{\varphi}} \\ \vdots \\ \frac{\partial \vec{r}_M}{\partial \vec{\varphi}} \\ \frac{\partial \vec{r}_{TCP}}{\partial \vec{\varphi}} \\ E_N \end{pmatrix}^T \cdot W \cdot \begin{pmatrix} \vec{v}_{A,1} \\ \vdots \\ \vec{v}_{A,M} \\ \vec{v}_{TCP} \\ \vec{\omega}_{gef} \end{pmatrix}$$

Alternativ, insbesondere und in diesem Fall bzw. dem vorliegenden Fall vorteilhaft, kann die Minimierung des Kostenfunktionals auch iterativ anhand seines Gradienten

$$\frac{\partial K(\vec{\omega})}{\partial \vec{\omega}} = -2 \begin{pmatrix} \frac{\partial \vec{r}_1}{\partial \vec{\varphi}} \\ \vdots \\ \frac{\partial \vec{r}_M}{\partial \vec{\varphi}} \\ \frac{\partial \vec{r}_{TCP}}{\partial \vec{\varphi}} \\ E_N \end{pmatrix}^T \cdot W \cdot \left(\begin{pmatrix} \vec{v}_{A,1} \\ \vdots \\ \vec{v}_{A,M} \\ \vec{v}_{TCP} \\ \vec{\omega}_{gef} \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} \frac{\partial \vec{r}_1}{\partial \vec{\varphi}} \\ \vdots \\ \frac{\partial \vec{r}_M}{\partial \vec{\varphi}} \\ \frac{\partial \vec{r}_{TCP}}{\partial \vec{\varphi}} \\ E_N \end{pmatrix} \cdot \vec{\omega} \right)$$

erfolgen:

$$\vec{\omega}_{opt,i+1} = \vec{\omega}_{opt,i} + \lambda \cdot \frac{\partial K(\vec{\omega})}{\partial \vec{\omega}}\bigg|_{\vec{\omega}=\vec{\omega}_{opt,i}},$$

mit dem Schrittweitenparameter λ und einem Startwert $\vec{\omega}_{opt,0}$, der im einfachsten Fall einfach gleich dem Nullvektor gewählt wird.

Zur Berücksichtigung mehrerer Hindernisse werden die Ausweichbewegungsgrößen, insbesondere die Ausweichgeschwindigkeiten, für einen Referenzpunkt auf dem Verteilermast gewichtet gemittelt. Das Gesamtgewicht für diese resultierende Ausweichbewegungsgröße, insbesondere Ausweichgeschwindigkeit, wird aus den einzelnen Gewichten z.B. als Summe oder Maximalwert bestimmt.

Die ermittelten, insbesondere berechneten, Ausweichbewegungsgrößen, insbesondere Ausweichgeschwindigkeiten, führen dazu, dass sich die Mastsegmente und/oder die Mastgelenke von mindestens dem Hindernis wegbewegen und sich damit eine Maststellung bzw. -pose einstellt, die sich bestmöglichst um mindestens das Hindernis bewegt.

Zusätzlich oder alternativ sorgt die veränderbare bzw. adaptive Gewichtung für eine sanfte Überblendung von Fahrbefehl und Ausweichbewegung, so dass der Abstand zwischen Verteilermast und mindestens dem Hindernis automatisch vergrößert wird, falls dies mit dem Fahrbefehl des Bedieners vereinbar ist.

Dies stellt einen Vorteil gegenüber einem nicht-erfindungsgemäßen System und einem nicht-erfindungsgemäßen dar, da das erfindungsgemäße System bei einer drohenden Berührung zusätzlich zum Fahrbefehl aktiv Ausweichbewegungen einleitet, wie in Fig. 4 gezeigt, und nicht nur den Verteilermast zum Stehen bringt, wie in Fig. 5 gezeigt.

Außerdem weist das Verfahren auf: Speichern der gesteuerten Bewegung des Verteilermasts 3, insbesondere mittels des Systems 1, insbesondere der Ermittlungs- und Steuerungseinrichtung 2. Das Verfahren weist den Schritt auf: falls die Ausweichbewegungsgrößen AUVa-e und die Bedienerbewegungsgröße BBV nicht miteinander vereinbar sind, insbesondere die Ausweichbewegungsgrößen AUVa-e die Bedienerbewegungsgröße BBV überwiegen, rückwärtslaufendes Ausführen der gespeicherten Bewegung, insbesondere mittels des Systems 1, insbesondere der Ermittlungs- und Steuerungseinrichtung 2.

Weiter weist das Verfahren den Schritt auf: Modellieren des Hindernisses HI', insbesondere eines Rests 4R der Bau- und/oder Dickstoffpumpenvorrichtung 4 aufweisend den Verteilermast 3, mit einer Form HIM' größer als eine reale Form HIT' des Hindernisses HI', insbesondere mittels Glättens und/oder Abflachens von Übergängen der realen Form HIT', insbesondere mittels des Systems 1, insbesondere der Ermittlungs- und Steuerungseinrichtung 2. Der Schritt a) weist auf: Ermitteln mindestens einer der Abstandsgrößen ABVA-e in Bezug auf das modellierte Hindernis HI'.

Zudem zeigen Fig. 1 bis 4 das erfindungsgemäße Verfahren zum Verteilen von Bau- und/oder Dickstoff BDS mittels der Bau- und/oder Dickstoffpumpenvorrichtung. Die Bau- und/oder Dickstoffpumpenvorrichtung 4 weist den verstellbaren Verteilermast 3 auf. Der Verteilermast 3 weist eine Förderleitung 9 zum Fördern von Bau- und/oder Dickstoff BDS auf. Das Verfahren weist das Verfahren zum Steuern der Bewegung des Verteilermasts 3 wie vorhergehend genannt auf. Das Verfahren weist den Schritt auf: Fördern von Bau- und/oder Dickstoff BDS während der Bewegung.

Wie die gezeigten und oben erläuterten Ausführungsbeispiele deutlich machen, stellt die Erfindung ein vorteilhaftes Verfahren und ein vorteilhaftes System, insbesondere jeweils, zum Steuern einer Bewegung eines verstellbaren Verteilermasts, das jeweils verbesserte Eigenschaften aufweist, und ein vorteilhaftes Verfahren zum Verteilen von Bau- und/oder Dickstoff mittels einer Bau- und/oder Dickstoffpumpenvorrichtung aufweisend einen verstellbaren Verteilermast aufweisend ein solches Verfahren zum Steuern einer Bewegung eines verstellbaren Verteilermasts bereit.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Steuern einer Bewegung eines verstellbaren Verteilermasts (3), wobei der Verteilermast (3) mehrere verstellbare Mastkomponenten (5a, 5b, 5c, 5d, 5e) aufweist, wobei mindestens eine selbe Spitzenposition (SPO) einer Mastspitze (3S) des Verteilermasts (3) durch verschiedene Stellungs-Kombinationen (SK, SK') der Mastkomponenten (5a-e) erreichbar ist, wobei das Verfahren die Schritte aufweist:

a) Ermitteln von vektoriellen Abstandsgrößen (ABVa, ABVb, ABVc, ABVd, ABVe) für mehrere Mastelemente (6a, 6b, 6c, 6d, 6e) des Verteilermasts (3) in Bezug auf mindestens ein Hindernis (HI, HI') für die Mastelemente (6a-e),

b) Ermitteln von vektoriellen Ausweichbewegungsgrößen (AUVa, AUVb, AUVc, AUVd, AUVe) für mehrere der Mastkomponenten (5a-e) basierend auf den ermittelten Abstandsgrößen (ABVa-e), und

c) Steuern der Bewegung in Abhängigkeit von den ermittelten Ausweichbewegungsgrößen (AUVa-e) und einer vektoriellen Bedienerbewegungsgröße (BBV) bestimmend eine Spitzenposition (SPO).

2. Verfahren nach Anspruch 1,

- wobei die Mastkomponenten (5a-e) gleichartig sind, insbesondere Enden (7Ea, 7Eb, 7Ec, 7Ed, 7Ee) von Mastsegmenten (7a, 7b, 7c, 7d, 7e) des Verteilermasts (3), insbesondere die Mastspitze (3S) und verstellbare Mastgelenke (8b, 8c, 8d, 8e) des Verteilermasts (3).

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

- wobei die vektoriellen Ausweichbewegungsgrößen (AUVa-e) von dem, insbesondere jeweiligen, Hindernis (HI) wegführen, insbesondere den, insbesondere jeweiligen, vektoriellen Abstandsgrößen (ABVa-e) entgegengesetzt sind.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

- wobei der Schritt c) aufweist: Steuern der Bewegung mittels Gewichtens der Ausweichbewegungsgrößen (AUVa-e), insbesondere mittels, insbesondere jeweiliger veränderbarer, Gewichtungsfaktoren (GFa, GFb, GFc, GFd, GFe) abhängig von, insbesondere jeweiligen, Beträgen der Abstandsgrößen (ABVa-e), insbesondere und der Bedienerbewegungsgröße (BBV).

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, insbesondere Anspruch 4,

- wobei das Verfahren aufweist: Speichern der gesteuerten Bewegung des Verteilermasts (3), und
- wobei das Verfahren den Schritt aufweist: falls die Ausweichbewegungsgrößen (AUVa-e) und die Bedienerbewegungsgröße (BBV) nicht miteinander vereinbar sind, insbesondere die Ausweichbewegungsgrößen (AUVa-e) die Bedienerbewegungsgröße (BBV) überwiegen, rückwärtslaufendes Ausführen der gespeicherten Bewegung.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
- wobei das Verfahren den Schritt aufweist: Modellieren des Hindernisses (HI'), insbesondere eines Rests (4R) einer Bau- und/oder Dickstoffpumpenvorrichtung (4) aufweisend den Verteilermast (3), mit einer Form (HIM') größer als eine reale Form (HIT') des Hindernisses (HI'), insbesondere mittels Glättens und/oder Abflachens von Übergängen der realen Form (HIT'), und
- wobei der Schritt a) aufweist: Ermitteln mindestens einer der Abstandsgrößen (ABVa-e) in Bezug auf das modellierte Hindernis (HI').

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
- wobei der Verteilermast (3) mehrere verstellbare Mastgelenke (8a, 8b, 8c, 8d, 8e) aufweist, wobei dieselbe Spitzenposition (SPO) durch verschiedene Gelenkstellungs-Kombinationen (GSK, GSK') der Mastgelenke (8a-e) erreichbar ist, insbesondere wobei die Mastgelenke (8a, 8b, 8c, 8d, 8e) verschiedene Verstellbereiche (8Va, 8Vb, 8Vc, 8Vd, 8Ve) aufweisen,
- wobei der Schritt c) aufweist: Steuern von Bewegungen der Mastgelenke (8a-e) in Abhängigkeit von den Ausweichbewegungsgrößen (AUVa-e) und der Bedienerbewegungsgröße (BBV), insbesondere und unter Berücksichtigung der Verstellbereiche (8Va-e).

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, insbesondere Anspruch 4 und/oder Anspruch 7,
- wobei der Schritt c) aufweist: Steuern der Bewegung mittels, insbesondere gewichteter und/oder modularer, inverser Kinematik (IK), wobei die Ausweichbewegungsgrößen (AUVa-e) und die Bedienerbewegungsgröße (BBV) Eingangsgrößen sind.

9. Verfahren zum Verteilen von Bau- und/oder Dickstoff (BDS) mittels einer Bau- und/oder Dickstoffpumpenvorrichtung (4), wobei die Bau- und/oder Dickstoffpumpenvorrichtung (4) einen verstellbaren Verteilermast (3) aufweist, wobei der Verteilermast (3) eine Förderleitung (9) zum Fördern von Bau- und/oder Dickstoff (BDS) aufweist,

- wobei das Verfahren ein Verfahren zum Steuern einer Bewegung des Verteilermasts (3) nach einem der vorhergehenden Ansprüche aufweist, und
- wobei das Verfahren den Schritt aufweist: Fördern von Bau- und/oder Dickstoff (BDS) während der Bewegung.

10. System (1) zum Steuern einer Bewegung eines verstellbaren Verteilermasts (3), wobei der Verteilermast (3) mehrere verstellbare Mastkomponenten (5a, 5b, 5c, 5d, 5e) aufweist, wobei mindestens eine selbe Spitzenposition (SPO) einer Mastspitze (3S) des Verteilermasts (3) durch verschiedene Stellungs-Kombinationen (SK, SK') der Mastkomponenten (5a-e) erreichbar ist, insbesondere zum Ausführen eines Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das System (1) aufweist:
- eine Ermittlungs- und Steuerungseinrichtung (2),
- wobei die Ermittlungs- und Steuerungseinrichtung (2) zum Ermitteln von vektoriellen Abstandsgrößen (ABVa, ABVb, ABVc, ABVd, ABVe) für mehrere Mastelemente (6a, 6b, 6c, 6d, 6e) des Verteilermasts (3) in Bezug auf mindestens ein Hindernis (HI, HI') für die Mastelemente (6a-e) ausgebildet ist,
- wobei die Ermittlungs- und Steuerungseinrichtung (2) zum Ermitteln von vektoriellen Ausweichbewegungsgrößen (AUVa, AUVb, AUVc, AUVd, AUVe) für mehrere der Mastkomponenten (5a-e) basierend auf den ermittelten Abstandsgrößen (ABVa-e) ausgebildet ist, und
- wobei die Ermittlungs- und Steuerungseinrichtung (2) zum Steuern der Bewegung in Abhängigkeit von den ermittelten Ausweichbewegungsgrößen (AUVa-e) und einer vektoriellen Bedienerbewegungsgröße (BBV) bestimmend eine Spitzenposition (SPO) ausgebildet ist.

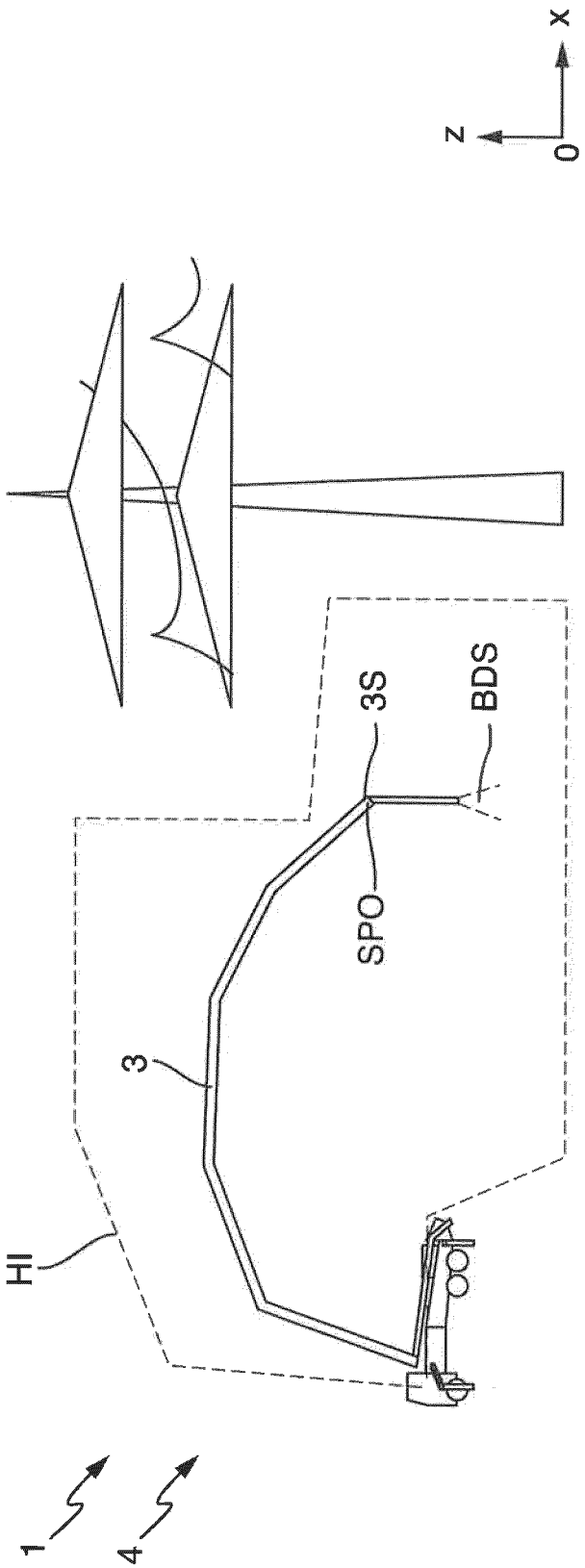


Fig. 1

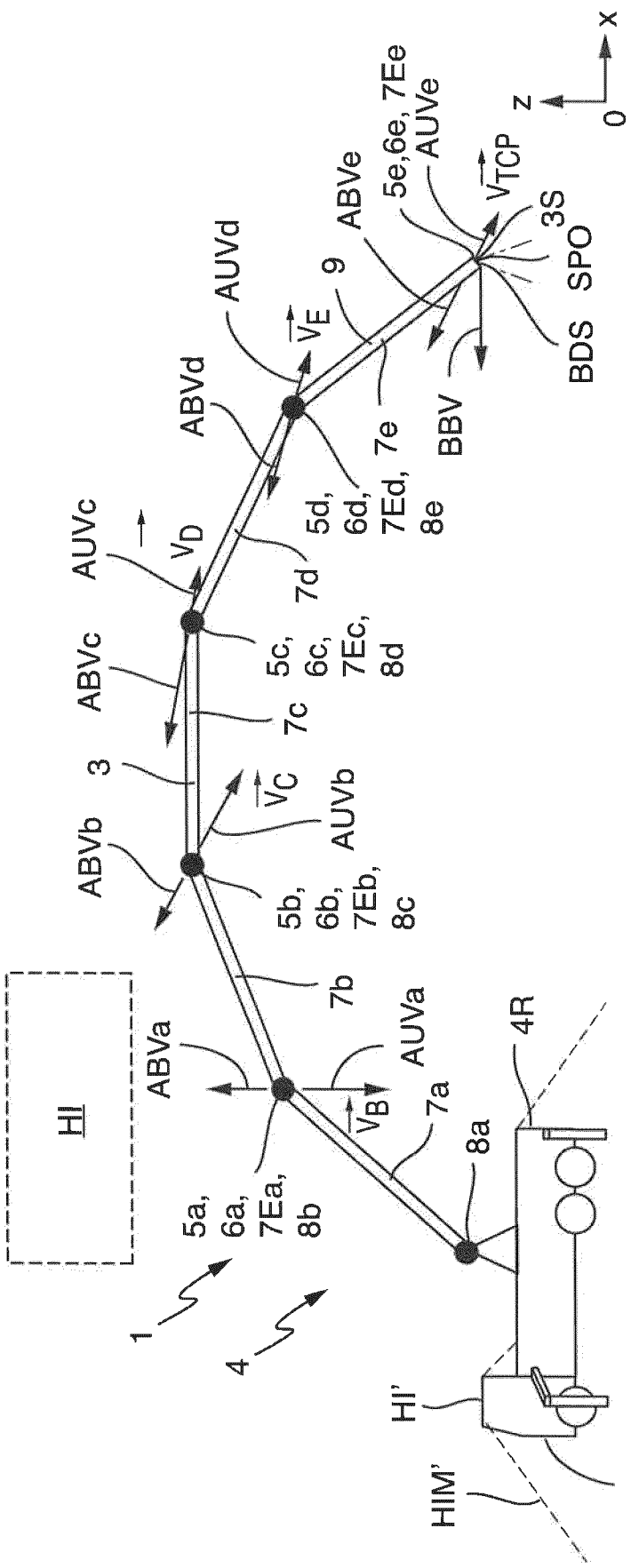

HI
ABVa
AUVa
ABVb
AUVb
ABVc
AUVc
ABVd
AUVd
ABVe
AUVe
5a, 6a, 7Ea, 8b
5b, 6b, 7Eb, 8c
5c, 6c, 7Ec, 8d
5d, 6d, 7Ed, 8e
5e,6e, 7Ee
7a
7b
7c
7d
7e
8a
9
3
3S
4R
1
4
$\vec{V}_B$
$\vec{V}_C$
$\vec{V}_D$
$\vec{V}_E$
$\vec{V}_{TCP}$
BBV
BDS
SPO
HI'
HIM'
HIT'
x
z
0

Fig. 2

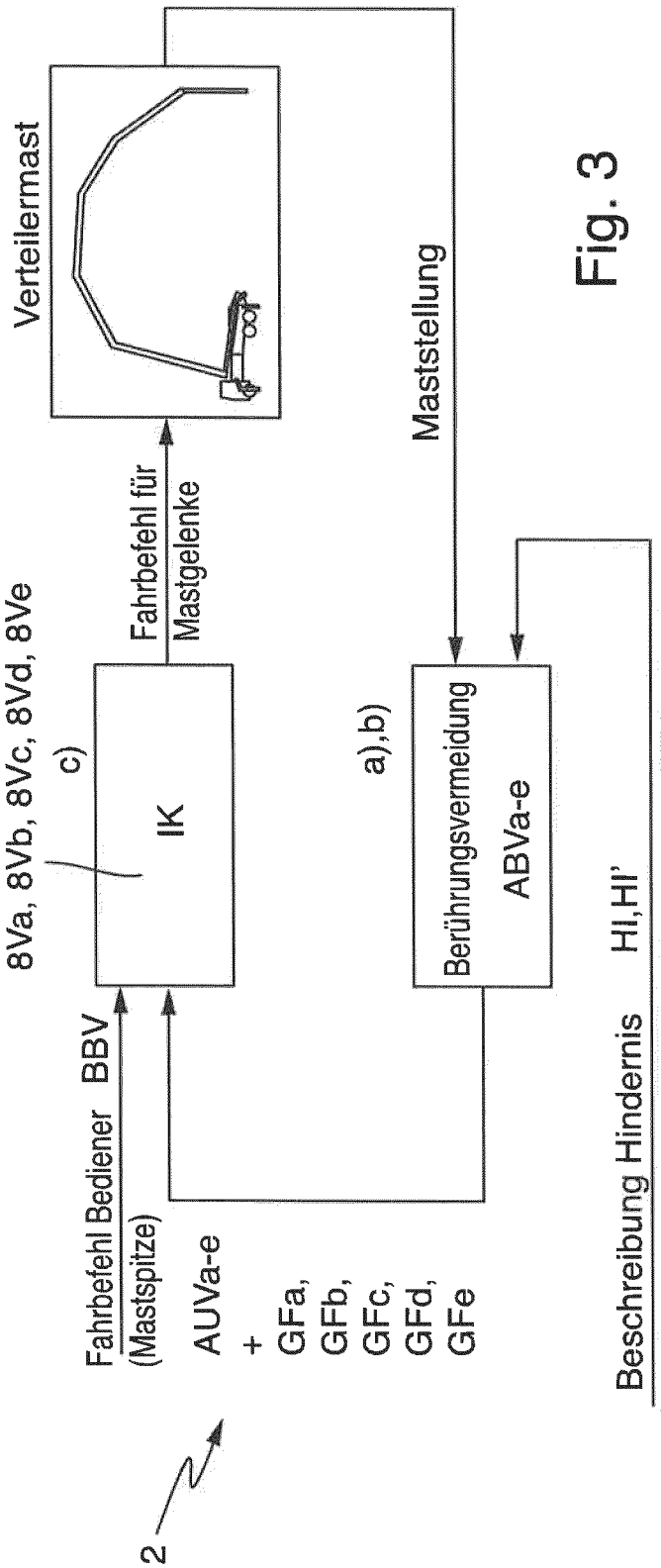

Verteilermast
Maststellung
Fahrbefehl für
Mastgelenke
8Va, 8Vb, 8Vc, 8Vd, 8Ve
c)
IK
a),b)
Berührungsvermeidung
ABVa-e
Fahrbefehl Bediener BBV
(Mastspitze)
AUVa-e
+
GFa,
GFb,
GFc,
GFd,
GFe
Beschreibung Hindernis HI,HI'
2

Fig. 3

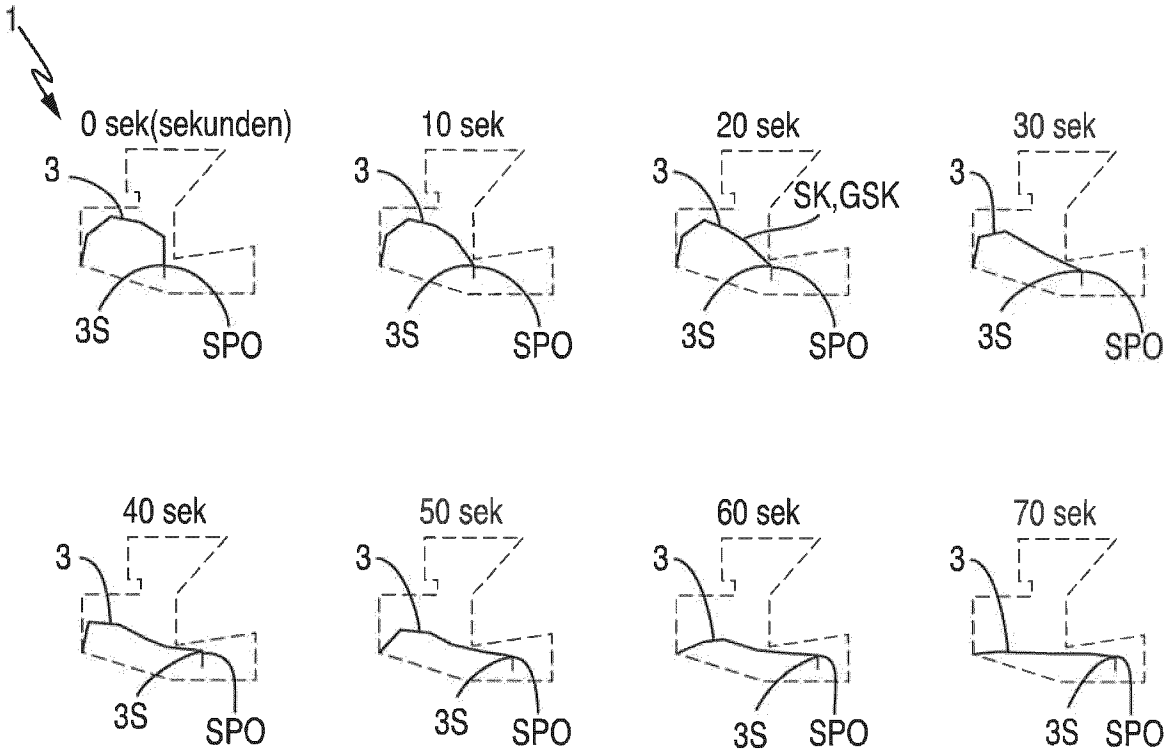

1
0 sek(sekunden)
10 sek
20 sek
30 sek
SK,GSK
3
3S
SPO
40 sek
50 sek
60 sek
70 sek

Fig. 4

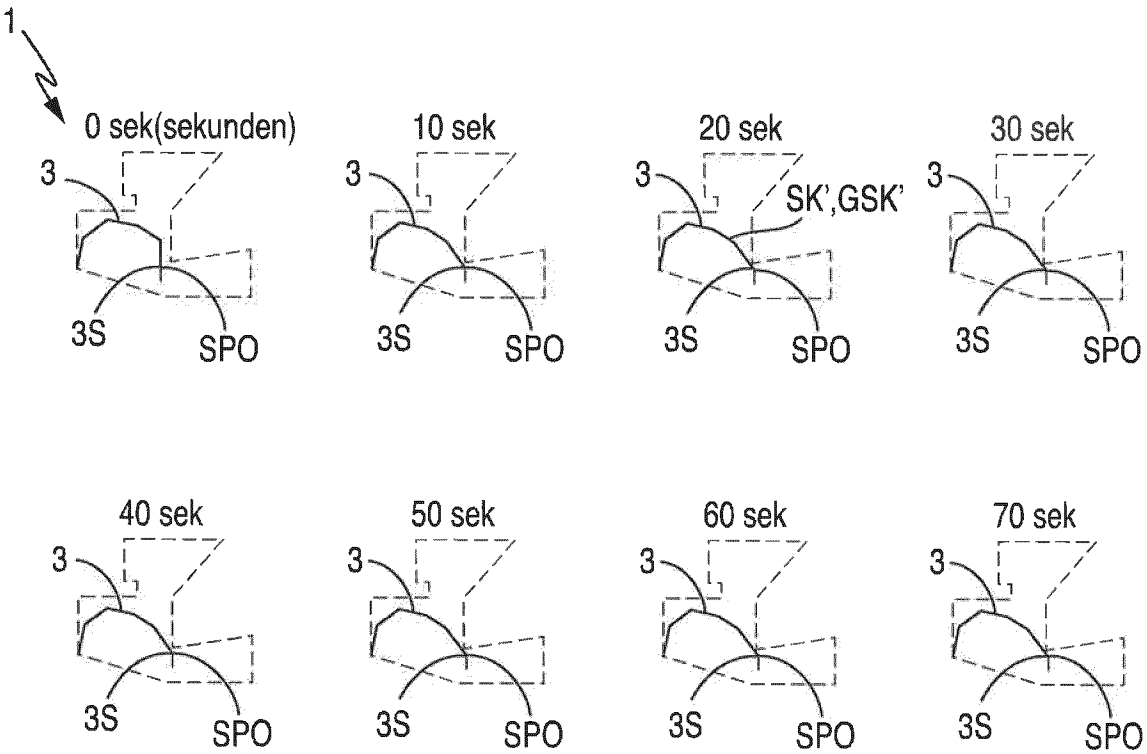

1
0 sek(sekunden)
10 sek
20 sek
30 sek
SK',GSK'
3
3S
SPO
40 sek
50 sek
60 sek
70 sek

Fig. 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/EP2022/067906

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

E04G 21/04(2006.01)i; ***B25J 9/16***(2006.01)i

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)

E04G; B25J; G05B

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 102016125145 A1 (SCHWING GMBH F [DE]) 21 June 2018 (2018-06-21) paragraph [0017] - paragraph [0055]; claims 1,2; figures 1-3	1-10
X	EP 3705663 A1 (LIEBHERR-MISCHTECHNIK GMBH [DE]) 09 September 2020 (2020-09-09) paragraph [0080] - paragraph [0252]; claims 1,5,13; figures 1,13,14	1-10
A	Wildan Lalo. "Ein Beitrag zur Entwicklung von Assistenzsystemen fu?r serielle und parallele Roboter am Beispiel von Autobetonpumpen und seilbasierten Regalbediengera?ten" 01 January 2014 (2014-01-01), Retrieved from the Internet: https://duepublico.uni-duisburg-essen.de/servlets/DerivateServlet/Derivate-35035/Lalo_Diss.pdf [retrieved on 2017-06-20] XP055383260 the whole document	1-10

☐ 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	Date of mailing of the international search report
27 September 2022	**07 October 2022**

Name and mailing address of the ISA/EP	Authorized officer
European Patent Office **p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk** **Netherlands** Telephone No. **(+31-70)340-2040** Facsimile No. **(+31-70)340-3016**	**Baumgärtel, Tim** Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/EP2022/067906

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
DE 102016125145 A1	21 June 2018	CN 110337520 A	15 October 2019
		DE 102016125145 A1	21 June 2018
		EP 3559374 A1	30 October 2019
		KR 20190095434 A	14 August 2019
		US 2020392746 A1	17 December 2020
		WO 2018115248 A1	28 June 2018
EP 3705663 A1	09 September 2020	DE 102019105817 A1	10 September 2020
		EP 3705663 A1	09 September 2020

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2022/067906

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. E04G21/04 B25J9/16
ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
E04G B25J G05B

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

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 10 2016 125145 A1 (SCHWING GMBH F [DE]) 21. Juni 2018 (2018-06-21) Absatz [0017] - Absatz [0055]; Ansprüche 1,2; Abbildungen 1-3	1-10
X	EP 3 705 663 A1 (LIEBHERR-MISCHTECHNIK GMBH [DE]) 9. September 2020 (2020-09-09) Absatz [0080] - Absatz [0252]; Ansprüche 1,5,13; Abbildungen 1,13,14	1-10

-/--

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen [X] 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	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
27. September 2022	07/10/2022

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Baumgärtel, Tim

1

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	Wildan Lalo: "Ein Beitrag zur Entwicklung von Assistenzsystemen fu?r serielle und parallele Roboter am Beispiel von Autobetonpumpen und seilbasierten Regalbediengera?ten", , 1. Januar 2014 (2014-01-01), XP055383260, Gefunden im Internet: URL:https://duepublico.uni-duisburg-essen.de/servlets/DerivateServlet/Derivate-35035/Lalo_Diss.pdf [gefunden am 2017-06-20] das ganze Dokument -----	1-10

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2022/067906

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102016125145 A1	21-06-2018	CN 110337520 A	15-10-2019
		DE 102016125145 A1	21-06-2018
		EP 3559374 A1	30-10-2019
		KR 20190095434 A	14-08-2019
		US 2020392746 A1	17-12-2020
		WO 2018115248 A1	28-06-2018
EP 3705663 A1	09-09-2020	DE 102019105817 A1	10-09-2020
		EP 3705663 A1	09-09-2020