



(11)

EP 4 530 419 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
02.04.2025 Patentblatt 2025/14

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
E04G 21/04 (2006.01) **B66C 23/68** (2006.01)
B66C 23/88 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **25157640.1**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
E04G 21/0463; B66C 23/68; B66C 23/88;
E04G 21/0436

(22) Anmeldetag: **29.06.2022**

(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**

(30) Priorität: **06.07.2021 DE 102021207092**

(62) Dokumentnummer(n) der früheren Anmeldung(en)
nach Art. 76 EPÜ:
22738466.6 / 4 367 347

(71) Anmelder: **Putzmeister Engineering GmbH**
72631 Aichtal (DE)

(72) Erfinder:
• **Steinwandel, Alexander**
72770 Reutlingen (DE)
• **Reiser, Lukas**
73770 Denkendorf (DE)

(74) Vertreter: **Patentanwälte**
Ruff, Wilhelm, Beier, Dauster & Partner mbB
Kronenstraße 30
70174 Stuttgart (DE)

Bemerkungen:

Diese Anmeldung ist am 13.02.2025 als
Teilanmeldung zu der unter INID-Code 62 erwähnten
Anmeldung eingereicht worden.

(54) **VERFAHREN ZUM AUTOMATISCHEN EINSTELLEN EINER VERÄNDERBAREN
MASTSTELLUNG EINES VERSTELLBAREN VERTEILERMASTS EINER BAU- UND/ODER
DICKSTOFFPUMPENVORRICHTUNG UND SYSTEM**

(57) Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum automatischen Einstellen einer veränderbaren Maststellung (MS) eines verstellbaren Verteilermasts (3) einer Bau- und/oder Dickstoffpumpenvorrichtung (4), wobei mindestens eine selbe Spitzenposition (SPO) einer Mastspitze (3S) des Verteilermasts (3) durch verschiedene Maststellungen (MS, MS') erreichbar ist, wobei das Verfahren den Schritt aufweist:

- Ermitteln und Einstellen einer Maststellung (MS) in Abhängigkeit einer vorgegebenen Größe (VG) bestimmend eine Spitzenposition (SPO) und anhand eines Optimierungskriteriums (OK), wobei das Optimierungskriterium (OK) ein minimiertes Kippmoment (KM) des Verteilermasts (3) in Bezug auf ein Abstützungssystem (7) der Bau- und/oder Dickstoffpumpenvorrichtung (4) ist, wobei das Kippmoment (KM) von der Maststellung (MS) abhängt, dadurch gekennzeichnet, dass
- das Abstützungssystem (7) verstellbar ist, wobei das Verfahren den Schritt aufweist: Sperren von Maststellungen (MS'') und/oder Kippmomenten (KM'') in Abhängigkeit einer ermittelten Größe (EG) bestimmend mindestens eine veränderbare Abstützkonfiguration (ASK) des verstellbaren Abstützungssystems (7) zur Entgegenwirkung des Kippmoments (KM).

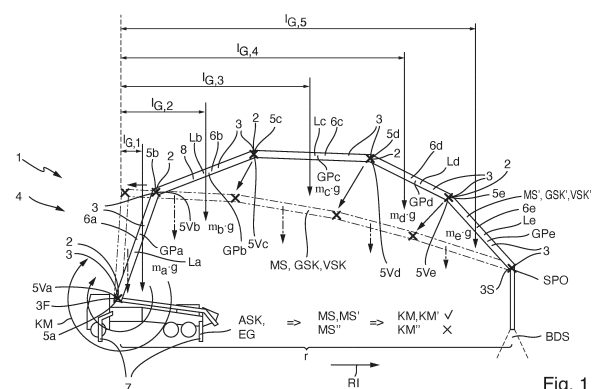


Fig. 1

Beschreibung

ANWENDUNGSGEBIET UND STAND DER TECHNIK

5 **[0001]** Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum automatischen Einstellen einer veränderbaren Maststellung eines verstellbaren Verteilmasts einer Bau- und/oder Dickstoffpumpenvorrichtung und ein System.

[0002] Die EP 2 813 643 A1 offenbart ein Stabilitätskontrollsystem für Pumpwagen, das eine Erfassungsvorrichtung und eine Kontrollvorrichtung umfasst, wobei die Erfassungsvorrichtung zum Erfassen aktueller Pumpzustandsparameter, Auslegerhaltungsparameter, Landebehaltungsparameter, Pumpwagen-Karosseriepositionszustandsparameter und aktueller numerischer Signale von externen Lastparametern, die auf ein Auslegersystem des Pumpwagens einwirken, verwendet wird, und wobei die Kontrollvorrichtung zum Empfangen der aktuellen numerischen Signale der obigen Parameter, zum Berechnen der Gesamtmaschinenschwerpunktposition des Betonpumpenwagens entsprechend den Parametern und zum Durchführen einer Stabilitätskontrolle für den Pumpwagen entsprechend der Position des Gesamtmaschinenschwerpunkts in einem Pumpwagen-Stabilitätsbereich verwendet wird. Das Stabilitätskontrollsystem berücksichtigt umfassend die Eigenfaktoren des Pumpwagens und die Einflussfaktoren externer Last, die Berechnungsgenauigkeit des Schwerpunkts ist hoch und die Bausicherheit des Betonpumpenwagens wird verbessert. Darüber hinaus offenbart die EP 2 813 643 A1 ein Verfahren zur Stabilitätskontrolle eines Pumpwagens und einen Pumpwagen, der das Stabilitätskontrollsystem des Pumpwagens umfasst.

[0003] Die WO 2018/115270 A1 offenbart einen fahrbaren Großmanipulator.

AUFGABE UND LÖSUNG

[0004] Der Erfindung liegt als Aufgabe die Bereitstellung eines Verfahrens zum automatischen Einstellen einer veränderbaren Maststellung eines verstellbaren Verteilmasts einer Bau- und/oder Dickstoffpumpenvorrichtung und eines Systems zugrunde, insbesondere das jeweils verbesserte Eigenschaften aufweist.

[0005] Die Erfindung löst diese Aufgabe durch die Bereitstellung eines Verfahrens mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und eines Systems mit den Merkmalen des Anspruchs 8. Vorteilhafte Weiterbildungen und/oder Ausgestaltungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen beschrieben.

[0006] Das erfindungsgemäße, insbesondere automatische, Verfahren ist zum automatischen Einstellen einer veränderbaren Maststellung eines, insbesondere flexibel, verstellbaren Verteilmasts einer Bau- und/oder Dickstoffpumpenvorrichtung ausgebildet bzw. konfiguriert bzw. vorgesehen. Mindestens eine selbe Spitzenposition einer Mastspitze des Verteilmasts ist durch verschiedene Maststellungen bzw. Mastposen, insbesondere des Verteilmasts, erreichbar. Das Verfahren umfasst bzw. weist den Schritt auf: Ermitteln, insbesondere automatisches Ermitteln, und Einstellen, insbesondere automatisches Einstellen, einer Maststellung, insbesondere mindestens eines Werts der Maststellung, insbesondere des Verteilmasts, in Abhängigkeit einer vorgegebenen Größe bzw. eines Parameters, insbesondere eines Werts der Größe, bestimmend eine Spitzenposition, insbesondere einen Wert der Spitzenposition, insbesondere der Mastspitze, und anhand, insbesondere mindestens, eines Optimierungskriteriums. Das Optimierungskriterium ist ein minimiertes bzw. reduziertes, insbesondere mechanisches, Kipp- bzw. Lastmoment, insbesondere ein minimierter Wert des Kippmoments, des Verteilmasts in Bezug auf ein Abstützungssystem, insbesondere des Verteilmasts, der Bau- und/oder Dickstoffpumpenvorrichtung. Das Kippmoment hängt von der Maststellung ab.

[0007] Dies ermöglicht ein Risiko eines Umkippens bzw. Umstürzens der Bau- und/oder Dickstoffpumpenvorrichtung zu minimieren bzw. zu reduzieren bzw. zu erniedrigen und/oder, insbesondere somit, eine Sicherheit beim Arbeiten mit bzw. Betrieb der Bau- und/oder Dickstoffpumpenvorrichtung, insbesondere beim Verstellen des Verteilmasts, zu erhöhen. Zusätzlich oder alternativ ermöglicht dies einen maximierten verfügbaren Arbeitsraum, insbesondere des Verteilmasts, insbesondere wobei der Arbeitsraum von der Maststellung abhängen kann.

[0008] Insbesondere kann der Begriff "selbstständig" synonym für den Begriff "automatisch" verwendet werden.

[0009] Der Verteilmast kann ein Bau- und/oder Dickstoffverteilmast sein.

[0010] Die Bau- und/oder Dickstoffpumpenvorrichtung kann mobil, insbesondere fahrbar, insbesondere eine Auto-Bau- und/oder Dickstoffpumpe, sein.

50 **[0011]** Die Bau- und/oder Dickstoffpumpenvorrichtung kann zur Förderung von Bau- und/oder Dickstoff ausgebildet sein.

[0012] Baustoff kann Mörtel, Zement, Estrich, Beton und/oder Putz bezeichnen. Zusätzlich oder alternativ kann Dickstoff Schlamm bezeichnen.

55 **[0013]** Mindestens dieselbe Spitzenposition der Mastspitze kann durch mindestens drei, insbesondere mindestens zehn, verschiedene Maststellungen erreichbar sein.

[0014] Mehrere, insbesondere mindestens drei, insbesondere mindestens zehn, Spitzenpositionen der Mastspitze können, insbesondere zu verschiedenen Zeitpunkten, durch, insbesondere jeweils, verschiedene Maststellungen des Verteilmasts erreichbar sein.

[0015] Die Mastspitze kann ein freies Ende des Verteilmasts sein.

[0016] Die Größe bestimmend die Spitzenposition kann eine Soll-Größe und/oder bestimmend eine Soll-Spitzenposition, insbesondere der Mastspitze, sein. Zusätzlich oder alternativ kann die Größe eine Richtung, insbesondere eine Soll-Richtung, und/oder eine Geschwindigkeit, insbesondere eine Soll-Geschwindigkeit, einer Bewegung, insbesondere einer Soll-Bewegung, der Mastspitze sein. Weiter zusätzlich oder alternativ kann die Größe ein Fahrbefehl bzw. Fahrkommando, insbesondere zu einer Erreichung der Spitzenposition, sein. Weiter zusätzlich oder alternativ kann die Größe durch einen Bediener bzw. Benutzer, insbesondere des Verteilmasts und/oder der Bau- und/oder Dickstoffpumpenvorrichtung, vorgegeben sein. Weiter zusätzlich oder alternativ kann das Verfahren den Schritt aufweisen: Ermitteln, insbesondere Erfassen, einer Vorgabe der Größe, insbesondere durch den Bediener.

[0017] Ein, insbesondere weiteres, Optimierungskriterium kann ein Halten eines Abstands zu mindestens einem Hindernis, wie z.B. einem Rest der Bau- und/oder Dickstoffpumpenvorrichtung und/oder einem weiteren Verteilmast, durch den Verteilmast sein.

[0018] Das Kippmoment des Verteilmasts kann in Bezug auf einen bzw. an einem Mastfuß, insbesondere einem Vierpunktlager, des Verteilmasts sein. Zusätzlich oder alternativ kann das Kippmoment durch die Maststellung verursacht sein.

[0019] Das Abstützungssystem ist, insbesondere flexibel, verstellbar. Das Verfahren umfasst bzw. weist den Schritt auf: Sperren, insbesondere automatisches Sperren, von Maststellungen, insbesondere Werten der Maststellungen, und/oder Kippmomenten, insbesondere Werten der Kippmomente, in Abhängigkeit einer ermittelten Größe bzw. eines ermittelten Parameters, insbesondere eines ermittelten Werts der Größe, bestimmend mindestens eine veränderbare Abstützkonfiguration bzw. -stellung, insbesondere mindestens einen veränderbaren Wert der Abstützkonfiguration und/oder eine Ist-Abstützkonfiguration, des verstellbaren Abstützungssystems zur Entgegenwirkung des Kippmoments, insbesondere des Ist-Kippmoments. Dies, insbesondere das verstellbare Abstützungssystem, ermöglicht eine Anpassung an eine, insbesondere örtliche, Baustellengegebenheit, insbesondere an eine kleine Abstützfläche. Zusätzlich oder alternativ ermöglicht dies, insbesondere das Sperren der Maststellungen und/oder der Kippmomente in Abhängigkeit der ermittelten Größe bestimmend mindestens die veränderbare Abstützkonfiguration, ein Risiko eines Umkippens bzw. Umstürzens der Bau- und/oder Dickstoffpumpenvorrichtung zu minimieren bzw. zu reduzieren bzw. zu erniedrigen und/oder, insbesondere somit, eine Sicherheit beim Arbeiten mit bzw. Betrieb der Bau- und/oder Dickstoffpumpenvorrichtung, insbesondere beim Verstellen des Verteilmasts, zu erhöhen. Weiter zusätzlich oder alternativ ermöglicht dies, insbesondere die Minimierung des Kippmoments, einen maximierten verfügbaren Arbeitsraum, insbesondere des Verteilmasts. In anderen Worten: Dadurch wird dem Bediener bzw. Benutzer ohne eigene Kenntnis zu den Zusammenhängen zwischen Kipp- bzw. Lastmoment und Maststellung ermöglicht, die Bau- und/oder Dickstoffpumpenvorrichtung, insbesondere den Verteilmast, im maximal möglichen Bereich bei minimaler Abstützbreite zu betreiben. Insbesondere kann das Abstützungssystem, insbesondere in einer Abstützweite und/oder flexibel, verstellbare Stützausleger, insbesondere Stützebeine, aufweisen. Zusätzlich oder alternativ kann das Verfahren den Schritt aufweisen: Ermitteln, insbesondere Erfassen, der Abstützkonfiguration, insbesondere der Ist-Abstützkonfiguration.

[0020] In einer Weiterbildung der Erfindung umfasst bzw. weist der Verteilmast mehrere, insbesondere flexibel, verstellbare Mastgelenke auf. Die Maststellung ist durch eine veränderbare Gelenkstellungs-Kombination bzw. -Konfiguration der Mastgelenke veränderbar. Insbesondere mindestens, dieselbe Spitzenposition ist durch verschiedene Gelenkstellungs-Kombinationen, insbesondere der Mastgelenke, erreichbar. Insbesondere haben bzw. weisen die Mastgelenke verschiedene Verstellbereiche, insbesondere verschiedene Werte der Verstellbereiche, auf. Der Schritt weist auf: Ermitteln, insbesondere automatisches Ermitteln, und Einstellen, insbesondere automatisches Einstellen, einer Gelenkstellungs-Kombination, insbesondere mindestens eines Werts der Gelenkstellungs-Kombination, insbesondere der Mastgelenke, in Abhängigkeit der vorgegebenen Größe und anhand, insbesondere mindestens, des Optimierungskriteriums, insbesondere und unter Berücksichtigung der Verstellbereiche. Das Kippmoment hängt von der Gelenkstellungs-Kombination ab. Insbesondere kann mindestens eines der Mastgelenke ein Knick-, Dreh- und/oder Schubgelenk aufweisen, insbesondere 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 Verteilmast, mehrere Gelenkantriebe zur Verstellung der Mastgelenke bzw. zur Veränderung bzw. Einstellung der Gelenkstellungs-Kombination aufweisen. Weiter zusätzlich oder alternativ kann eines der Mastgelenke an einem nicht-freien bzw. festen Ende bzw. dem Mastfuß des Verteilmasts sein.

[0021] In einer Ausgestaltung der Erfindung ist der Verteilmast mittels der Mastgelenke Roll- und/oder Z-faltbar, insbesondere Roll-Z-faltbar.

[0022] In einer Weiterbildung der Erfindung umfasst bzw. weist der Verteilmast mehrere, insbesondere zueinander und/oder flexibel, verstellbare Mastsegmente bzw. -abschnitte auf. Die Maststellung ist durch eine veränderbare Verstellungs-Kombination bzw. -Konfiguration der Mastsegmente, insbesondere zueinander, veränderbar. Insbesondere mindestens, dieselbe Spitzenposition ist durch verschiedene Verstellungs-Kombinationen, insbesondere des Mastseg-

mente zueinander, erreichbar. Insbesondere haben bzw. weisen die Mastsegmente verschiedene Massen, insbesondere verschiedene Werte der Massen, und/oder verschiedene Längen, insbesondere verschiedene Werte der Längen, und/oder verschiedene Schwerpunktspositionen bzw. Schwerpunkte, insbesondere Werte der Schwerpunktspositionen, auf. Der Schritt weist auf: Ermitteln, insbesondere automatisches Ermitteln, und Einstellen, insbesondere automatisches Einstellen, einer Verstellungs-Kombination, insbesondere mindestens eines Werts der Verstellungs-Kombination, in Abhängigkeit der vorgegebenen Größe und anhand, insbesondere mindestens, des Optimierungskriteriums, insbesondere und unter Berücksichtigung der Massen und/oder der Längen und/oder der Schwerpunktspositionen. Das Kippmoment hängt von der Verstellungs-Kombination ab. Insbesondere können die Mastsegmente mittels der Mastgelenke verstellbar sein. Zusätzlich oder alternativ kann die Bau- und/oder Dickstoffpumpenvorrichtung, insbesondere der Verteilermast, mehrere Segmentantriebe zur Verstellung der Mastsegmente bzw. zur Veränderung bzw. Einstellung der Verstellungs-Kombination aufweisen.

[0023] Insbesondere kann der Schritt aufweisen: Ermitteln, insbesondere Suchen, in Abhängigkeit der Größe bestimmend die Spitzenposition, insbesondere alle, Maststellungen, durch welche die Spitzenposition erreichbar ist. Ermitteln basierend auf den ermittelten Maststellungen, insbesondere alle und/oder zugehörigen, Kippmomente. Ermitteln, insbesondere Suchen, basierend auf den ermittelten Kippmomenten das minimierteste bzw. minimale Kippmoment. Ermitteln basierend auf dem ermittelten minimiertesten Kippmoment die zugehörige Maststellung. Einstellen der ermittelten zugehörigen Maststellung. In anderen Worten: Ermitteln und Einstellen einer Maststellung eines global minimierten bzw. minimalen Kippmoments. Insbesondere dies unabhängig von einer Ist-Maststellung, insbesondere des Verteilermasts.

[0024] In einer Weiterbildung der Erfindung weist der Schritt auf: Ermitteln, insbesondere automatisches Ermitteln und/oder Suchen und/oder Berechnen, und Einstellen, insbesondere automatisches Einstellen, einer Veränderung, insbesondere der Maststellung, insbesondere direkt bzw. ohne Umweg, ausgehend von, insbesondere an, einer, insbesondere momentanen bzw. aktuellen, Ist-Maststellung, insbesondere des Verteilermasts, insbesondere mindestens, basierend auf, insbesondere zu, einer, insbesondere größten, Minimierung, insbesondere des Kippmoments, insbesondere direkt bzw. ohne Umweg, ausgehend von, insbesondere an, einem, insbesondere momentanen bzw. aktuellen, Ist-Kippmoment des Verteilermasts in Bezug auf das Abstützungssystem. Das Ist-Kippmoment hängt von der Ist-Maststellung ab. In anderen Worten: Ermitteln und Einstellen einer Maststellung zu einem, insbesondere nächsten, lokal minimierten bzw. minimalen Kippmoment. Dies ermöglicht eine lokale und/oder, insbesondere somit, einfache und/oder schnelle Minimierung des Kippmoments, insbesondere und dabei eine Erreichung und/oder eine Haltung der Spitzenposition, insbesondere der Soll-Spitzenposition. Insbesondere braucht oder kann das, insbesondere derart, minimierte Kippmoment kein global minimiertes bzw. minimales Kippmoment zu sein. Zusätzlich oder alternativ kann die Formulierung "einem, insbesondere steilsten, Abfall bzw. Abstieg" synonym für die Formulierung "einer, insbesondere größten, Minimierung" verwendet werden. Weiter zusätzlich oder alternativ kann das Verfahren als gradientenbasiertes Verfahren bezeichnet werden. Weiter zusätzlich oder alternativ kann das Verfahren den Schritt aufweisen: Ermitteln, insbesondere Erfassen, der Ist-Maststellung.

[0025] In einer Weiterbildung, insbesondere einer Ausgestaltung, der Erfindung weist der Schritt auf: Steuern, insbesondere automatisches Steuern und/oder Regeln, der Maststellung zu einer, insbesondere der, Erreichung und/oder einer Haltung der Spitzenposition, insbesondere der Soll-Spitzenposition, insbesondere ausgehend von einer, insbesondere momentanen bzw. aktuellen, Ist-Spitzenposition des Verteilermasts und/oder während des Ermittels und des Einstellens der Veränderung und/oder solange das Ist-Kippmoment minimiert wird, soweit vorgesehen. Dies ermöglicht die Erreichung und/oder die Haltung der Spitzenposition, insbesondere und dabei die Minimierung des Kippmoments. Insbesondere kann das Verfahren den Schritt aufweisen: Ermitteln, insbesondere Erfassen, der Ist-Spitzenposition.

[0026] In einer Ausgestaltung der Erfindung weist der Schritt auf: Ermitteln und Einstellen der Veränderung und Steuern, insbesondere Regeln, der Maststellung mittels Ermittels, insbesondere automatischen Ermittels und/oder Suchens und/oder Berechnens, einer Lösung, insbesondere eines Werts der Lösung, für einen kinematischen Zusammenhang, insbesondere mindestens, der Minimierung des Ist-Kippmoments und der Erreichung und/oder der Haltung der Spitzenposition miteinander. Dies ermöglicht eine Verknüpfung bzw. eine Kombination, insbesondere von Forderungen bzw. Funktionen, der Minimierung des Kippmoments und der Erreichung und/oder der Haltung der Spitzenposition miteinander. Insbesondere kann der kinematische Zusammenhang die Minimierung des Kippmoments und die Erreichung und/oder die Haltung der Spitzenposition beschreiben, insbesondere modellieren. Zusätzlich oder alternativ kann die Erreichung und/oder die Haltung der Spitzenposition vor der, insbesondere weiteren, Minimierung des Kippmoments vorrangig sein. In anderen Worten: die Mastspitze kann die Spitzenposition erreichen und/oder halten und das Kippmoment braucht oder kann nicht ein, insbesondere nächstes, lokales Minimum, insbesondere vollständig, zu erreichen. Weiter zusätzlich oder alternativ kann der kinematische Zusammenhang die Verstellbereiche berücksichtigen, insbesondere aufweisen.

[0027] In einer Weiterbildung der Erfindung umfasst bzw. weist der Verteilermast eine, insbesondere flexibel verstellbare, Förderleitung zur Förderung von Bau- und/oder Dickstoff auf. Insbesondere kann die Förderleitung eine Rohrleitung

aufweisen, insbesondere sein.

[0028] Das erfindungsgemäße System umfasst bzw. weist eine Einstellungseinrichtung auf. Die Einstellungseinrichtung ist zum, insbesondere zu dem, automatischen Einstellen einer, insbesondere der, veränderbaren Maststellung eines, insbesondere des, verstellbaren Verteilmasts einer, insbesondere der, Bau- und/oder Dickstoffpumpenvorrichtung ausgebildet bzw. konfiguriert. Mindestens eine selbe, insbesondere dieselbe, Spitzenposition einer, insbesondere der, Mastspitze des Verteilmasts ist durch verschiedene, insbesondere die verschiedenen, Maststellungen erreichbar. Des Weiteren ist die Einstellungseinrichtung zum, insbesondere zu dem, Ermitteln und Einstellen einer, insbesondere der, Maststellung in Abhängigkeit einer, insbesondere der, vorgegebenen Größe bestimmend eine, insbesondere die, Spitzenposition und anhand eines, insbesondere des, Optimierungskriteriums ausgebildet bzw. konfiguriert. Das Optimierungskriterium ist ein minimiertes, insbesondere das minimierte, Kippmoment des Verteilmasts in Bezug auf ein, insbesondere das, Abstützungssystem der Bau- und/oder Dickstoffpumpenvorrichtung. Das Kippmoment hängt von der Maststellung ab. Außerdem ist das Abstützungssystem verstellbar. Die Einstellungseinrichtung ist zum, insbesondere zu dem Sperren, von, insbesondere den, Maststellungen und/oder Kippmomenten in Abhängigkeit einer, insbesondere der, ermittelten Größe bestimmend mindestens eine, insbesondere die, veränderbare Abstützkfiguration des verstellbaren Abstützungssystems zur, insbesondere zu der, Entgegenwirkung des Kippmoments ausgebildet bzw. konfiguriert. Das System kann die gleichen Vorteile ermöglichen wie das vorhergehende genannte bzw. beschriebene Verfahren. Insbesondere kann das System, insbesondere die Einstellungseinrichtung, zum, insbesondere automatischen, Ausführen eines, insbesondere des, vorhergehend genannten Verfahrens ausgebildet bzw. konfiguriert sein. Zusätzlich oder alternativ kann das System den Verteilmast, insbesondere die Bau- und/oder Dickstoffpumpenvorrichtung, aufweisen. Weiter zusätzlich oder alternativ kann die Einstellungseinrichtung elektrisch, hydraulisch und/oder pneumatisch sein. Insbesondere kann die Einstellungseinrichtung eine Recheneinheit, insbesondere einen Prozessor, und/oder eine Speichereinheit aufweisen.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0029] 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 automatischen Einstellen einer veränderbaren Maststellung eines verstellbaren Verteilmasts einer Bau- und/oder Dickstoffpumpenvorrichtung, insbesondere einen Zusammenhang zwischen der Maststellung und einem Kippmoment des Verteilmasts,
- Fig. 2 schematisch ein Blockschaltbild des Systems und des Verfahrens der Fig. 1, insbesondere zu einer Minimierung des Kippmoments, und
- Fig. 3 bis 10 schematisch Beispiele für die Funktionsweise des Systems und des Verfahrens der Fig. 1.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER AUSFÜHRUNGSBEISPIELE

[0030] Fig. 1, 2, und 3 bis 10 zeigen ein erfindungsgemäßes System 1, insbesondere aufweisend eine Einstelleinrichtung 2, ausgebildet und ein erfindungsgemäßes Verfahren zum automatischen Einstellen einer veränderbaren Maststellung MS eines verstellbaren Verteilmasts 3 einer Bau- und/oder Dickstoffpumpenvorrichtung 4. Mindestens eine selbe Spitzenposition SPO einer Mastspitze 3S des Verteilmasts 3 ist durch verschiedene Maststellungen MS, MS' erreichbar.

[0031] Des Weiteren ist das System 1, insbesondere die Einstellungseinrichtung 2, zum Ermitteln und Einstellen einer Maststellung MS in Abhängigkeit einer vorgegebenen Größe VG bestimmend eine Spitzenposition SPO und anhand eines Optimierungskriteriums OK ausgebildet, insbesondere ermittelt und stellt ein.

[0032] Außerdem weist das Verfahren den Schritt auf: Ermitteln und Einstellen der Maststellung MS in Abhängigkeit der vorgegebenen Größe VG bestimmend die Spitzenposition SPO und anhand des Optimierungskriteriums OK, insbesondere mittels des Systems 1, insbesondere der Einstellungseinrichtung 2.

[0033] Das Optimierungskriterium OK ist ein minimiertes Kippmoment KM des Verteilmasts 3 in Bezug auf ein Abstützungssystem 7 der Bau- und/oder Dickstoffpumpenvorrichtung 4, insbesondere einen Mastfuß 3F des Verteilmasts 3. Das Kippmoment KM hängt von der Maststellung MS ab.

[0034] In dem gezeigten Ausführungsbeispiel weist das System 1 den Verteilmast 3, insbesondere die Bau- und/oder Dickstoffpumpenvorrichtung 4, auf.

[0035] Im Detail weist der Verteilmast 3 mehrere verstellbare Mastgelenke 5a, 5b, 5c, 5d, 5e auf. Die Maststellung MS ist durch eine veränderbare Gelenkstellungs-Kombination GSK der Mastgelenke 5a-e veränderbar. Dieselbe Spitzenposition SPO ist durch verschiedene Gelenkstellungs-Kombinationen GSK, GSK' erreichbar. Insbesondere weisen die

Mastgelenke 5a, 5b, 5c, 5d, 5e verschiedene Verstellbereiche 5Va, 5Vb, 5Vc, 5Vd, 5Ve auf. Der Schritt weist auf: Ermitteln und Einstellen einer Gelenkstellungs-Kombination GSK in Abhängigkeit der vorgegebenen Größe VG und anhand des Optimierungskriteriums OK, insbesondere und unter Berücksichtigung der Verstellbereiche 5Va-e, insbesondere mittels des Systems 1, insbesondere der Einstellungseinrichtung 2. Das Kippmoment KM hängt von der Gelenkstellungs-Kombination GSK ab.

[0036] Im Detail ist der Verteilmast 3 mittels der Mastgelenke 5a-e Roll- und/oder Z-faltbar, insbesondere Roll-Z-faltbar.

[0037] Weiter weist der Verteilmast 3 mehrere, insbesondere zueinander, verstellbare Mastsegmente 6a, 6b, 6c, 6d, 6e auf. Die Maststellung MS ist durch eine veränderbare Verstellungs-Kombination VSK der Mastsegmente 6a-e, insbesondere zueinander, veränderbar. Dieselbe Spitzenposition SPO ist durch verschiedene Verstellungs-Kombinationen VSK, VSK' erreichbar. Insbesondere weisen die Mastsegmente 6a, 6b, 6c, 6d, 6e verschiedene Massen ma, mb, mc, md, me und/oder verschiedene Längen La, Lb, Lc, Ld, Le und/oder verschiedene Schwerpunktspositionen GPa, GPb, GPc, GPe auf. Der Schritt weist auf: Ermitteln und Einstellen einer Verstellungs-Kombination VSK in Abhängigkeit der vorgegebenen Größe VG und anhand des Optimierungskriteriums OK, insbesondere und unter Berücksichtigung der Massen ma-e und/oder der Längen La-e und/oder der Schwerpunktspositionen GPa-e, insbesondere mittels des Systems 1, insbesondere der Einstellungseinrichtung 2. Das Kippmoment KM hängt von der Verstellungs-Kombination VSK ab.

[0038] In dem gezeigten Ausführungsbeispiel weist der Verteilmast 3 fünf verstellbare Mastgelenke 5a-e auf. In alternativen Ausführungsbeispielen kann der Verteilmast mindestens drei Mastgelenke aufweisen.

[0039] Zudem weist in dem gezeigten Ausführungsbeispiel der Verteilmast 3 fünf Mastsegmente 6a-e auf. In alternativen Ausführungsbeispielen kann der Verteilmast mindestens drei Mastsegmente aufweisen.

[0040] Zum Hintergrund: Ein Mastgelenk und/oder ein Mastsegment ermöglichen/ermöglicht eine Bewegung der Mastspitze. Zwei Mastgelenke und/oder zwei Mastsegmente ermöglichen eine freie Bewegung der Mastspitze, insbesondere wobei Höhe und Radius, insbesondere in gewissen Grenzen, voneinander unabhängig sind. Mindestens drei Mastgelenke und/oder mindestens drei Mastsegmente ermöglichen eine freie Bewegung der Mastspitze und eine Einstellung der Maststellung über mindestens einen Freiheitsgrad. In anderen Worten: N Mastgelenke und/oder N Mastsegmente mit $N \geq 3$ ermöglichen eine freie Bewegung der Mastspitze und eine Einstellung der Maststellung über N-zwei Freiheitsgrade.

[0041] Des Weiteren sind/ist in dem gezeigten Ausführungsbeispiel ein Radius bzw. ein Abstand r und/oder eine Richtung bzw. ein Winkel RI des Verteilmasts 3, insbesondere seiner Mastspitze 3S, insbesondere in Bezug auf seinen Mastfuß 3F und/oder das Abstützungssystem 7, durch die veränderbare Gelenkstellungs-Kombination GSK und/oder die veränderbare Verstellungs-Kombination VSK veränderbar.

[0042] Außerdem weist der Schritt auf: Ermitteln und Einstellen einer Veränderung VMS ausgehend von einer Ist-Maststellung IMS basierend auf einer, insbesondere größten, Minimierung ausgehend von einem Ist-Kippmoment IKM des Verteilmasts 3 in Bezug auf das Abstützungssystem 7, insbesondere mittels des Systems 1, insbesondere der Einstellungseinrichtung 2. Das Ist-Kippmoment IKM hängt von der Ist-Maststellung IMS ab.

[0043] Zum Hintergrund: das Kippmoment KM, insbesondere das Ist-Kippmoment IKM, insbesondere eine Funktion des Kippmoments KM in Abhängigkeit der Maststellung MS, ist z.B.:

$$KM = g \cdot \sum_{i=1, a}^{N, e} l_{G,i} \cdot m_i, \quad N \geq 3$$

$$g.. \text{ Erdbeschleunigung} \quad \frac{9,81m}{s^2}$$

$$l_{G,i}.. \text{ Hebelarm für die Gewichtskraft von Mastsegment } i$$

$$m_i.. \text{ Masse von Mastsegment } i$$

[0044] Hebelarme der Mastsegmente 6a-e sind abhängig von der Maststellung MS, insbesondere der Ist-Maststellung IMS, z.B.:

$$l_{G,i} = r_i + L, x_{SP,i} \cdot \cos(\varphi_{R,i})$$

$$r_i = \sum_{j=1}^{i-1} l_j \cdot \cos(\varphi_{R,j}), \quad r_{1,a} = 0$$

$$l_{G,i} = L, x_{SP,i} \cdot \cos(\varphi_{R,i}) + \sum_{j=1}^{i-1} l_j \cdot \cos(\varphi_{R,j})$$

$$\varphi_{R,i} = \sum_{j=1}^i \varphi_{G,j}$$

$\varphi_{..}$ Verstellkoordinate, insbesondere Winkel, der Mastgelenke 5a-e

[0045] Insbesondere größte, Minimierung des Kippmoments KM, insbesondere ausgehend von dem Ist-Kippmoment IKM, bedeutet z.B. Ableitung der Funktion des Kippmoments KM nach der Veränderung VMS der Maststellung MS, insbesondere der Verstellkoordinate bzw. der Winkel der Mastgelenke 5a-e, insbesondere ausgehend von der Ist-Maststellung IMS:

$$\dot{KM} = \frac{dKM}{dt} = \frac{\partial KM}{\partial \vec{\varphi}_G} \cdot \vec{\omega} = C,$$

mit

$$C < 0, \quad \vec{\varphi}_G = \begin{pmatrix} \varphi_{G,1,a} \\ \vdots \\ \varphi_{G,N,e} \end{pmatrix}, \quad \vec{\omega} = \begin{pmatrix} \omega_{1,a} \\ \vdots \\ \omega_{N,e} \end{pmatrix} = \frac{d\vec{\varphi}_G}{dt}.$$

[0046] Ein Ermitteln, insbesondere ein Bestimmen, von Geschwindigkeiten der Mastgelenke 5a-e, insbesondere nur bzw. rein, zur Minimierung des Kippmoments KM ist z.B. über Pseudoinverse bzw. eine inverse direkte Kinematik möglich:

$$\vec{\omega}_{red} = \left(\frac{\partial KM}{\partial \vec{\varphi}_G} \right)^+ \cdot C$$

[0047] Weiter weist der Schritt auf: Steuern, insbesondere Regeln, der Maststellung MS zu einer Erreichung und/oder einer Haltung der Spitzenposition SPO, insbesondere einer Soll-Spitzenposition SSPO, insbesondere ausgehend von einer Ist-Spitzenposition ISPO des Verteilermasts 3 und/oder während des Ermitteln und des Einstellens der Veränderung VMS und/oder solange das Ist-Kippmoment IKM minimiert wird, insbesondere mittels des Systems 1, insbesondere der Einstellungseinrichtung 2.

[0048] Zum Hintergrund: Erreichen und/oder Halten, insbesondere Festhalten, der Mastspitze 3S z.B. über einen Regler, insbesondere der Einstelleinrichtung 2.

[0049] Eine Abweichung der Spitzenposition SPO, insbesondere der Ist-Spitzenposition ISPO, von der Soll-Spitzenposition bzw. dem Sollwert SSPO führt auf einen Positionsfehler z.B.:

$$\vec{e}_{SPO} = \vec{r}_{SPO,soll} - \vec{r}_{SPO,ist}$$

[0050] Um den Positionsfehler zu minimieren kann oder soll eine Bewegung der Mastspitze 3S auf die Soll-Spitzenposition SSPO zu eingeleitet werden, z.B. über eine einfaches proportionales Regelgesetz:

$$\vec{v}_{SPO} = k_p \cdot \vec{e}_{SPO}$$

[0051] Eine Abbildung auf die Geschwindigkeiten der Mastgelenke 5a-e ist z.B. über den Zusammenhang möglich:

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

[0052] Zudem weist der Schritt auf: Ermitteln und Einstellen der Veränderung VMS und Steuern, insbesondere Regeln, der Maststellung MS mittels Ermitteln einer Lösung LS für einen kinematischen Zusammenhang KIZ der Minimierung des Ist-Kippmoments IKM und der Erreichung und/oder der Haltung der Spitzenposition SPO miteinander, insbesondere mittels des Systems 1, insbesondere der Einstellungseinrichtung 2.

[0053] Zum Hintergrund: die letzte genannte Funktion bzw. Forderung kann mit der Minimierung des Kippmoments KM, insbesondere dieser Funktion bzw. Forderung, z.B. durch die Vektorgleichung

$$\begin{pmatrix} C \\ \vec{v}_{SPO} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{\partial KM}{\partial \vec{\varphi}_G} \\ \frac{\partial \vec{r}_{SPO}}{\partial \vec{\varphi}_G} \end{pmatrix} \cdot \vec{\omega}$$

kombiniert werden, insbesondere zu einer kombinierten Jacobi-Matrix, insbesondere zusammengesetzt aus, insbesondere der Funktion, der Veränderung des Kippmoments und, insbesondere der Funktion, einer Bewegung der Mastspitze, bzw. zu dem kinematischen Zusammenhang KIZ. Für drei Mastsegmente ist dieser kinematische Zusammenhang KIZ bzw. diese Gleichung exakt lösbar. Allgemein kann es sinnvoll sein, mindestens eine zusätzliche Forderung an die Geschwindigkeiten der Mastgelenke 5a-e direkt zu stellen. Diese kann entweder dazu dienen, möglichst effizient zu verfahren, wie z.B.:

$$\|\vec{\omega}\|_2 = \min$$

oder auch um mindestens einen, insbesondere alle, der Verstellbereiche 5Va-e zu berücksichtigen. Um die Effizienz des Verfahrens in die Betrachtung zu integrieren kann z.B. die Forderung dienen:

$$\vec{\omega}_{gef} = \vec{0}$$

[0054] Um mindestens einen, insbesondere alle, der Verstellbereiche 5Va-e zu berücksichtigen, kann z.B. in Abhängigkeit einer Gelenkstellung GS eines der Mastgelenke 5a-e ein Fahr- bzw. Bewegungsbefehl in den, insbesondere zugehörigen, Verstellbereich 5Va-e hinein gefordert werden. Ist z.B. der Winkel des ersten Mastgelenks 5a, insbesondere an dem Mastfuß 3F, in der Nähe eines Grenzwerts, kann zusätzlich z.B.:

$$\omega_{1,gef} = D$$

, insbesondere mit $D < 0$ in der Nähe eines oberen Grenzwerts und/oder $D > 0$ in der Nähe eines unteren Grenzwerts, gefordert werden. Der Zusammenhang des Vektors der geforderten Geschwindigkeiten der Mastgelenke 5a-e lässt sich z.B. über die Einheitsmatrix darstellen:

$$\vec{\omega}_{gef} = \begin{pmatrix} \omega_{1,gef} \\ \vdots \\ \omega_{N,gef} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & \ddots \\ 0 & \ddots & 0 \\ \vdots & 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \vec{\omega} = E_N \cdot \vec{\omega}$$

[0055] Mit dieser zusätzlichen Forderung bzw. Bedingung bzw. Funktion ergibt sich der kinematische Zusammenhang KIZ, insbesondere Gesamtzusammenhang, bzw. die kombinierte Jacobi-Matrix:

$$\begin{pmatrix} C \\ \vec{v}_{SPO} \\ \vec{\omega}_{gef} \end{pmatrix} \approx \begin{pmatrix} \frac{\partial KM}{\partial \vec{\varphi}_G} \\ \frac{\partial \vec{r}_{SPO}}{\partial \vec{\varphi}_G} \\ E_N \end{pmatrix} \cdot \vec{\omega}$$

[0056] Dieser kinematische Zusammenhang KIZ stellt ein überbestimmtes Gleichungssystem dar, das im Allgemeinen

nicht exakt gelöst werden kann. Stattdessen kann z.B. die beste Lösung LS dieses Gleichungssystems im Sinne der kleinsten Fehlerquadrate ermittelt werden. Dafür kann eine Summe der Quadrate der Fehler in der obigen Gleichung minimiert werden. Das Kostenfunktional dieser Optimierung ist dabei:

$$K(\vec{\omega}) = \left(\begin{pmatrix} C \\ \vec{v}_{SPO} \\ \vec{\omega}_{gef} \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} \frac{\partial KM}{\partial \vec{\varphi}_G} \\ \frac{\partial \vec{r}_{SPO}}{\partial \vec{\varphi}_G} \\ \frac{\partial \vec{\varphi}_G}{\partial E_N} \end{pmatrix} \cdot \vec{\omega} \right)^T \cdot W \cdot \left(\begin{pmatrix} C \\ \vec{v}_{SPO} \\ \vec{\omega}_{gef} \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} \frac{\partial KM}{\partial \vec{\varphi}_G} \\ \frac{\partial \vec{r}_{SPO}}{\partial \vec{\varphi}_G} \\ \frac{\partial \vec{\varphi}_G}{\partial E_N} \end{pmatrix} \cdot \vec{\omega} \right)$$

[0057] Um die einzelnen Bestandteile des Verfahrens bzw. Vorgangs (Minimierung des Kippmoments KM, Erreichung und/oder Haltung der Soll-Spitzenposition SSPO und die Umsetzung der geforderten Geschwindigkeiten der Mastgelenke 5a-e), insbesondere verschieden, priorisieren zu können, können diese mit verschiedenen Gewichtungen im Kostenfunktional K berücksichtigt werden. Die Diagonalmatrix W kann diese Gewichte aufweisen, insbesondere enthalten.

[0058] Da es sich um einen linearen Zusammenhang handelt, kann dieser z.B. direkt über eine allgemeine Least-Squares Lösung erfolgen:

$$\vec{\omega}_{opt} = \left(\begin{pmatrix} \frac{\partial KM}{\partial \vec{\varphi}_G} \\ \frac{\partial \vec{r}_{SPO}}{\partial \vec{\varphi}_G} \\ \frac{\partial \vec{\varphi}_G}{\partial E_N} \end{pmatrix}^T \cdot W \cdot \begin{pmatrix} \frac{\partial KM}{\partial \vec{\varphi}_G} \\ \frac{\partial \vec{r}_{SPO}}{\partial \vec{\varphi}_G} \\ \frac{\partial \vec{\varphi}_G}{\partial E_N} \end{pmatrix} \right)^{-1} \cdot \begin{pmatrix} \frac{\partial KM}{\partial \vec{\varphi}_G} \\ \frac{\partial \vec{r}_{SPO}}{\partial \vec{\varphi}_G} \\ \frac{\partial \vec{\varphi}_G}{\partial E_N} \end{pmatrix}^T \cdot W \cdot \begin{pmatrix} C \\ \vec{v}_{SPO} \\ \vec{\omega}_{gef} \end{pmatrix}$$

[0059] Alternativ, insbesondere und in diesem bzw. dem vorliegenden Fall vorteilhaft, kann die Minimierung des Kostenfunktionals auch iterativ anhand seines Gradienten:

$$\frac{\partial K(\vec{\omega})}{\partial \vec{\omega}} = -2 \begin{pmatrix} \frac{\partial KM}{\partial \vec{\varphi}_G} \\ \frac{\partial \vec{r}_{SPO}}{\partial \vec{\varphi}_G} \\ \frac{\partial \vec{\varphi}_G}{\partial E_N} \end{pmatrix}^T \cdot W \cdot \left(\begin{pmatrix} C \\ \vec{v}_{SPO} \\ \vec{\omega}_{gef} \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} \frac{\partial KM}{\partial \vec{\varphi}_G} \\ \frac{\partial \vec{r}_{SPO}}{\partial \vec{\varphi}_G} \\ \frac{\partial \vec{\varphi}_G}{\partial E_N} \end{pmatrix} \cdot \vec{\omega} \right)$$

erfolgen:

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

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

[0060] Des Weiteren ist das Abstützungssystem 7 verstellbar. Das Verfahren weist den Schritt auf: Sperren von Maststellungen MS" und/oder Kippmomenten KM" in Abhängigkeit einer ermittelten Größe EG bestimmend mindestens eine veränderbare Abstützkonfiguration ASK des verstellbaren Abstützungssystems 7 zur Entgegenwirkung des Kippmoments KM, insbesondere mittels des Systems 1, insbesondere der Einstellungseinrichtung 2.

[0061] Außerdem weist der Verteilermast 3 eine Förderleitung 8 zur Förderung von Bau- und/oder Dickstoff BDS auf, insbesondere fördert.

[0062] Im Übrigen weist der Verteilermast 3 einen, insbesondere frei hängenden, Endschlauch auf.

[0063] Insbesondere kann der Endschlauch bei der Masse me und/oder der Schwerpunktsposition GPe des, insbesondere letzten, Mastsegments 6e berücksichtigt werden.

[0064] Wie die gezeigten und oben erläuterten Ausführungsbeispiele deutlich machen, stellt die Erfindung ein vorteilhaftes Verfahren zum automatischen Einstellen einer veränderbaren Maststellung eines verstellbaren Verteilermasts einer Bau- und/oder Dickstoffpumpenvorrichtung und ein vorteilhaftes System bereit, insbesondere das jeweils verbesserte Eigenschaften aufweist.

[0065] In anderen Worten: das Verfahren und/oder das System zur automatischen Minimierung des Kippmoments ermöglichen/ermöglicht dem Bediener bzw. Benutzer die maximale Ausnutzung des Arbeitsraums bei einer Freigabe des Arbeitsraums auf Basis des Ist-Kippmoments. Beim Erreichen der Grenze des freigegebenen Arbeitsraums kann der Verteilmast durch einen einfachen Knopfdruck derart umgestellt werden, dass das Ist-Kippmoment minimiert wird, wodurch weitere Teile des Arbeitsraums freigegeben werden. Dadurch wird dem Bediener bzw. Benutzer ohne eigene Kenntnis zu den Zusammenhängen zwischen Kippmoment und Maststellung ermöglicht, die Bau- und/oder Dickstoffpumpenvorrichtung im maximal möglichen Bereich bei minimaler Abstützbreite zu betreiben.

Patentansprüche

1. Verfahren zum automatischen Einstellen einer veränderbaren Maststellung (MS) eines verstellbaren Verteilmasts (3) einer Bau- und/oder Dickstoffpumpenvorrichtung (4), wobei mindestens eine selbe Spitzenposition (SPO) einer Mastspitze (3S) des Verteilmasts (3) durch verschiedene Maststellungen (MS, MS') erreichbar ist, wobei das Verfahren den Schritt aufweist:

- Ermitteln und Einstellen einer Maststellung (MS) in Abhängigkeit einer vorgegebenen Größe (VG) bestimmend eine Spitzenposition (SPO) und anhand eines Optimierungskriteriums (OK), wobei das Optimierungskriterium (OK) ein minimiertes Kippmoment (KM) des Verteilmasts (3) in Bezug auf ein Abstützungssystem (7) der Bau- und/oder Dickstoffpumpenvorrichtung (4) ist, wobei das Kippmoment (KM) von der Maststellung (MS) abhängt, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- das Abstützungssystem (7) verstellbar ist, wobei das Verfahren den Schritt aufweist: Sperren von Maststellungen (MS") und/oder Kippmomenten (KM") in Abhängigkeit einer ermittelten Größe (EG) bestimmend mindestens eine veränderbare Abstützkonfiguration (ASK) des verstellbaren Abstützungssystems (7) zur Entgegenwirkung des Kippmoments (KM).

2. Verfahren nach Anspruch 1,

- wobei der Verteilmast (3) mehrere verstellbare Mastgelenke (5a, 5b, 5c, 5d, 5e) aufweist, wobei die Maststellung (MS) durch eine veränderbare Gelenkstellungs-Kombination (GSK) der Mastgelenke (5a-e) veränderbar ist, wobei dieselbe Spitzenposition (SPO) durch verschiedene Gelenkstellungs-Kombinationen (GSK, GSK') erreichbar ist, insbesondere wobei die Mastgelenke (5a, 5b, 5c, 5d, 5e) verschiedene Verstellbereiche (5Va, 5Vb, 5Vc, 5Vd, 5Ve) aufweisen,

- wobei der Schritt aufweist: Ermitteln und Einstellen einer Gelenkstellungs-Kombination (GSK) in Abhängigkeit der vorgegebenen Größe (VG) und anhand des Optimierungskriteriums (OK), wobei das Kippmoment (KM) von der Gelenkstellungs-Kombination (GSK) abhängt, insbesondere und unter Berücksichtigung der Verstellbereiche (5Va-e).

3. Verfahren nach Anspruch 2,

- wobei der Verteilmast (3) mittels der Mastgelenke (5a-e) Roll- und/oder Z-faltbar, insbesondere Roll-Z-faltbar, ist.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

- wobei der Verteilmast (3) mehrere, insbesondere zueinander, verstellbare Mastsegmente (6a, 6b, 6c, 6d, 6e) aufweist, wobei die Maststellung (MS) durch eine veränderbare Verstellungs-Kombination (VSK) der Mastsegmente (6a-e), insbesondere zueinander, veränderbar ist, wobei dieselbe Spitzenposition (SPO) durch verschiedene Verstellungs-Kombinationen (VSK, VSK') erreichbar ist, insbesondere wobei die Mastsegmente (6a, 6b, 6c, 6d, 6e) verschiedene Massen (ma, mb, mc, md, me) und/oder verschiedene Längen (La, Lb, Lc, Ld, Le) und/oder verschiedene Schwerpunktspositionen (GPa, GPb, GPc, GPd, GPe) aufweisen,

- wobei der Schritt aufweist: Ermitteln und Einstellen einer Verstellungs-Kombination (VSK) in Abhängigkeit der vorgegebenen Größe (VG) und anhand des Optimierungskriteriums (OK), wobei das Kippmoment (KM) von der Verstellungs-Kombination (VSK) abhängt, insbesondere und unter Berücksichtigung der Massen (mae) und/oder der Längen (La-e) und/oder der Schwerpunktspositionen (GPa-e).

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

- wobei der Schritt aufweist: Ermitteln und Einstellen einer Veränderung (VMS) ausgehend von einer Ist-Maststellung (IMS) basierend auf einer, insbesondere größten, Minimierung ausgehend von einem Ist-Kippmoment (IKM) des Verteilmasts (3) in Bezug auf das Abstützungssystem (7), wobei das Ist-Kippmoment (IKM) von der Ist-Maststellung (IMS) abhängt.

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

- wobei der Schritt aufweist: Steuern, insbesondere Regeln, der Maststellung (MS) zu einer Erreichung und/oder einer Haltung der Spitzenposition (SPO), insbesondere ausgehend von einer Ist-Spitzenposition (ISPO) des Verteilmasts (3) und/oder während des Ermittlens und des Einstellens der Veränderung (VMS) und/oder solange das Ist-Kippmoment (IKM) minimiert wird.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

- wobei der Verteilmast (3) eine Förderleitung (8) zur Förderung von Bau- und/oder Dickstoff (BDS) aufweist.

8. System (1), insbesondere zum Ausführen eines Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das System (1) aufweist:

- eine Einstellungseinrichtung (2),

- wobei die Einstellungseinrichtung (2) zum automatischen Einstellen einer veränderbaren Maststellung (MS) eines verstellbaren Verteilmasts (3) einer Bau- und/oder Dickstoffpumpenvorrichtung (4) ausgebildet ist, wobei mindestens eine selbe Spitzenposition (SPO) einer Mastspitze (3S) des Verteilmasts (3) durch verschiedene Maststellungen (MS, MS') erreichbar ist, und

- wobei die Einstellungseinrichtung (2) zum Ermitteln und Einstellen einer Maststellung (MS) in Abhängigkeit einer vorgegebenen Größe (VG) bestimmend eine Spitzenposition (SPO) und anhand eines Optimierungskriteriums (OK) ausgebildet ist, wobei das Optimierungskriterium (OK) ein minimiertes Kippmoment (KM) des Verteilmasts (3) in Bezug auf ein Abstützungssystem (7) der Bau- und/oder Dickstoffpumpenvorrichtung (4) ist, wobei das Kippmoment (KM) von der Maststellung (MS) abhängt,

dadurch gekennzeichnet, dass

- das Abstützungssystem (7) verstellbar ist, wobei die Einstellungseinrichtung (2) zum Sperren von Maststellungen (MS") und/oder Kippmomenten (KM") in Abhängigkeit einer ermittelten Größe (EG) bestimmend mindestens eine veränderbare Abstützkonfiguration (ASK) des verstellbaren Abstützungssystems (7) zur Entgegenwirkung des Kippmoments (KM) ausgebildet ist.

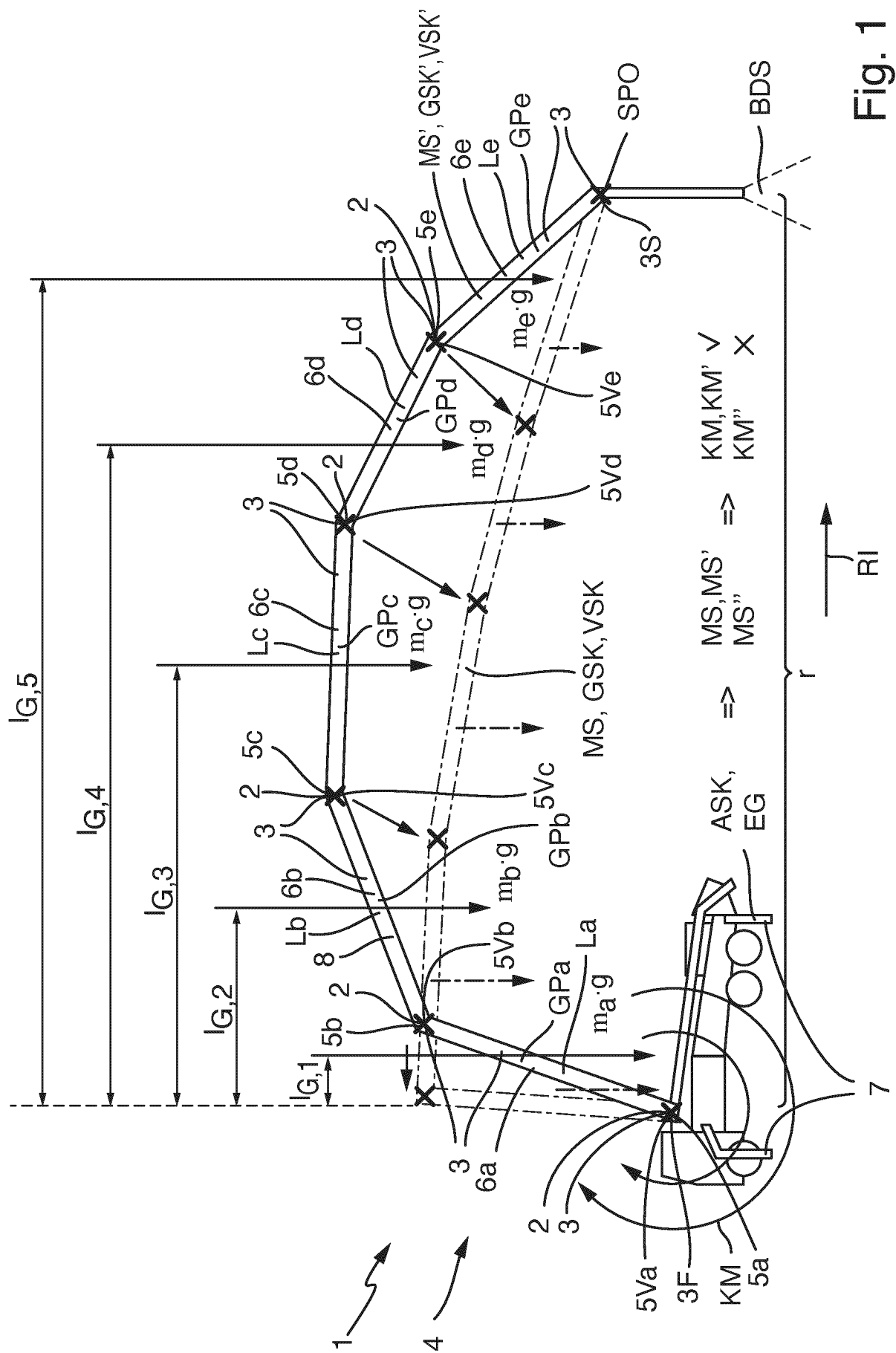


Fig. 1

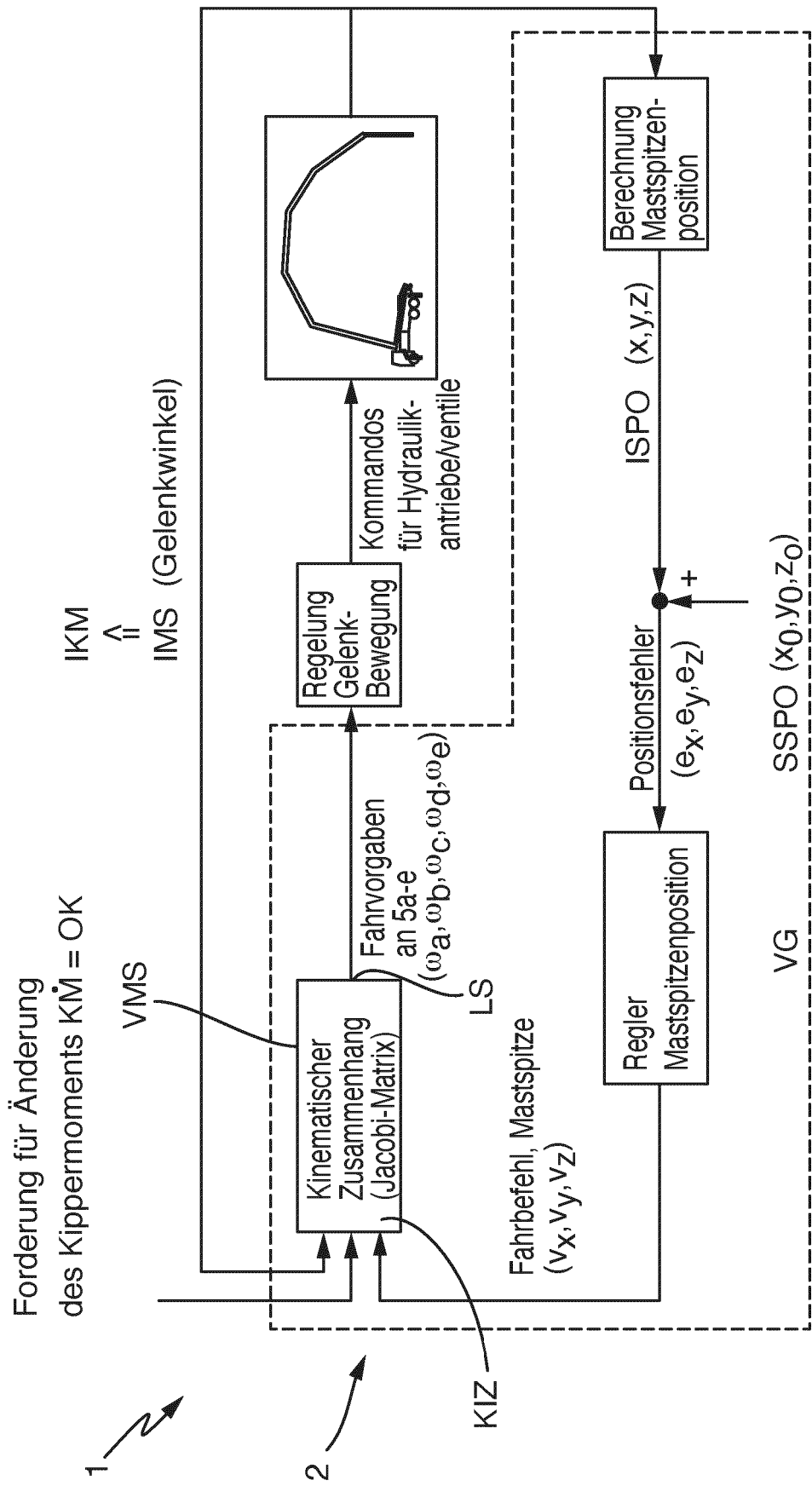
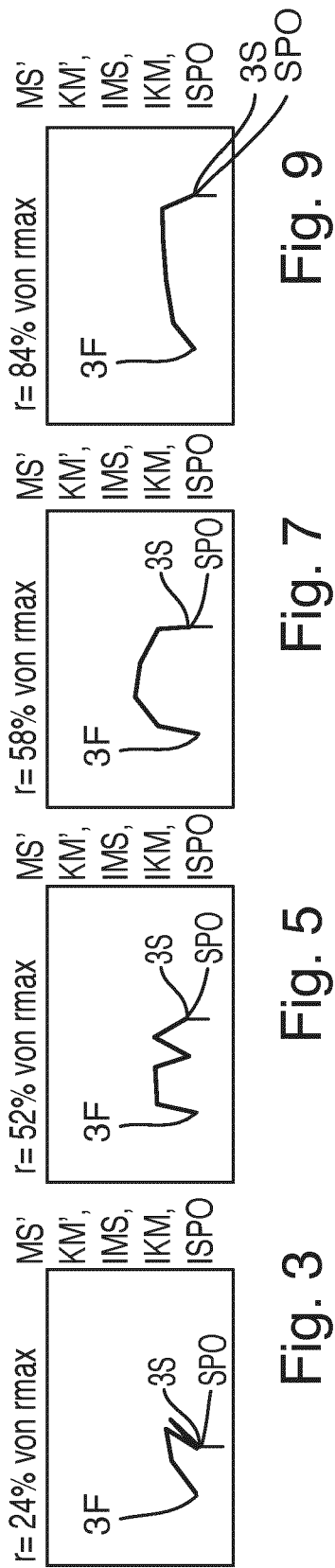


Fig. 2

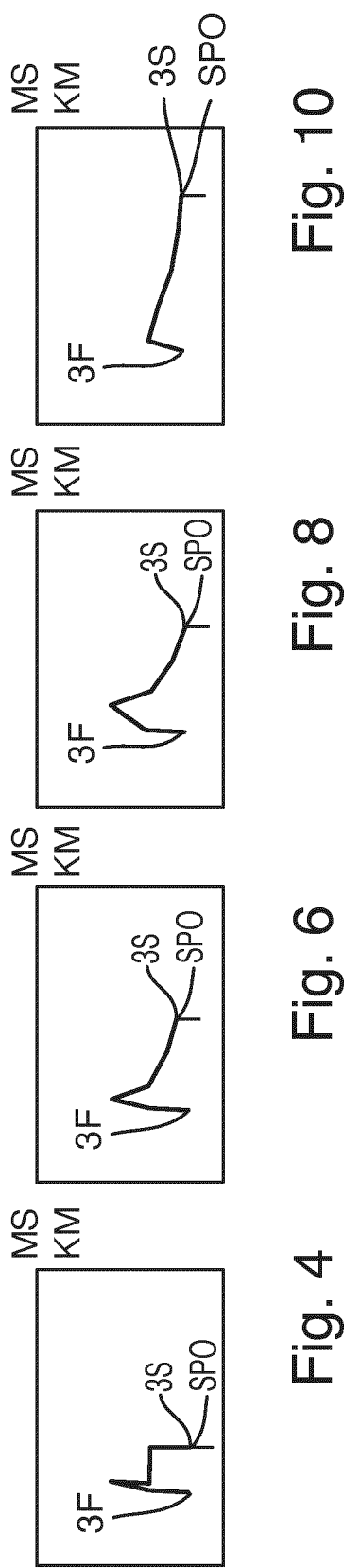


VMS ↓
74,7% Minimierung

VMS ↓
48,1% Minimierung

VMS ↓
41,7% Minimierung

VMS ↓
24,5% Minimierung





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 25 15 7640

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	EP 2 813 643 A1 (HUNAN SANY INTELLIGENT CONTROL [CN]; SANY HEAVY IND CO LTD [CN]) 17. Dezember 2014 (2014-12-17) * Abbildungen 7-10 * * Absatz [0002] * * Absatz [0065] *	1 - 8	INV. E04G21/04 B66C23/68 B66C23/88
A	WO 2018/115270 A1 (SCHWING GMBH F [DE]) 28. Juni 2018 (2018-06-28) * Abbildungen 1, 2, 6 *	1 - 8	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			E04G B66C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 18. Februar 2025	Prüfer Tryfonas, N
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 25 15 7640

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten
 Patentedokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

18-02-2025

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 2813643 A1	17-12-2014	CN 102588505 A	18-07-2012
		EP 2813643 A1	17-12-2014
		US 2015112555 A1	23-04-2015
		WO 2013117046 A1	15-08-2013

WO 2018115270 A1	28-06-2018	DE 102016125450 A1	28-06-2018
		EP 3559373 A1	30-10-2019
		US 2019308592 A1	10-10-2019
		WO 2018115270 A1	28-06-2018

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

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

- EP 2813643 A1 [0002]
- WO 2018115270 A1 [0003]