

(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
29. August 2019 (29.08.2019)

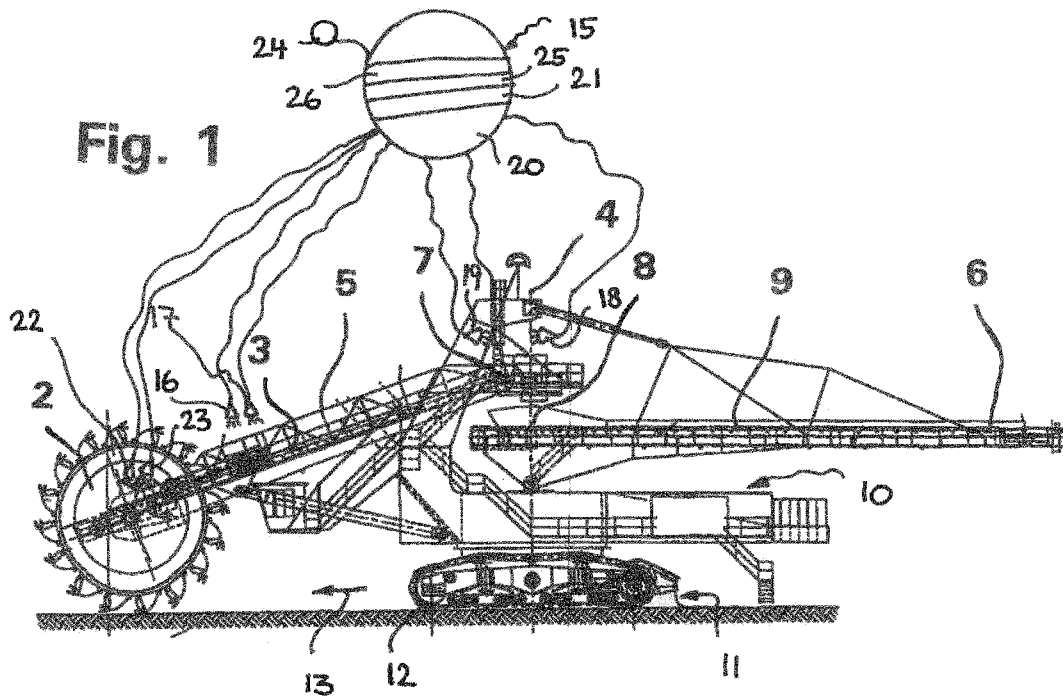


(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2019/162201 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
E02F 3/18 (2006.01) *B65G 65/20* (2006.01)
B65G 43/08 (2006.01) *E02F 3/26* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/053790
- (22) Internationales Anmeldedatum:
15. Februar 2019 (15.02.2019)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2018 104 153.5 23. Februar 2018 (23.02.2018) DE
10 2018 109 498.1 20. April 2018 (20.04.2018) DE
- (71) Anmelder: **LIEBHERR-COMPONENTS BIBERACH GMBH** [DE/DE]; Hans-Liebherr-Strasse 45, 88400 Biberach an der Riß (DE).
- (72) Erfinder: **GRANER, Klaus**; Heinrich-Forschner-Str. 8, 88400 Biberach an der Riß (DE). **SUHM, Philipp**; Bänd 7, 88400 Biberach an der Riß (DE). **SCHULZE, Thomas**; Winterreute 83, 88400 Biberach an der Riß (DE). **HESS, Georg**; Biberacher Straße 95, 88441 Mittelbiberach (DE).
- (74) Anwalt: **THOMA, Michael**; Lorenz Seidler Gossel, Widenmayerstr. 23, 80538 München (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, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN,

(54) Title: BUCKET-WHEEL EXCAVATOR AND METHOD FOR CONTROLLING A BUCKET WHEEL EXCAVATOR

(54) Bezeichnung: SCHAUFELRADBAGGER UND VERFAHREN ZUM STEUERN EINES SCHAUFELRADBAGGERS



(57) Abstract: The present invention relates to a bucket-wheel excavator, the bucket wheel of which can be driven rotatably and is mounted on a pivotable bucket wheel support, and to a method for controlling such a bucket-wheel excavator. According to the invention, at a specified pivot angle speed, a mass flow rate and/or volume flow rate which results on the discharge conveyor during pivoting of the bucket wheel at the predefined pivot angle speed over the pivot angle is determined; a desired mass flow rate and/or volume flow rate on the discharge conveyor is specified and then the formerly specified pivot angle speed is corrected automatically using the determined mass flow rate and/or volume flow rate and the specified desired mass flow rate and/or volume flow rate in order then to carry out the pivoting cycle at the corrected pivot angle speed of the bucket wheel.



WO 2019/162201 A1

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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii)
- Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft einen Schaufelradbagger, dessen Schaufelrad rotierend antreibbar und an einem verschwenkbaren Schaufelradträger gelagert ist, sowie ein Verfahren zum Steuern eines solchen Schaufelradbaggers. Erfindungsgemäß wird bei vorgegebener Schwenkwinkelgeschwindigkeit ein sich beim Verschwenken des Schaufelrads mit der vorbestimmten Schwenkwinkelgeschwindigkeit auf dem Abförderer einstellender Massen- und/oder Volumenstrom über dem Schwenkwinkel bestimmt, ein gewünschter Massen- und/oder Volumenstrom auf dem Abförderer vorgegeben und sodann die vormals vorgegebene Schwenkwinkelgeschwindigkeit anhand des bestimmten Massen- und/oder Volumenstroms und des vorgegebenen gewünschten Massen- und/oder Volumenstroms automatisch korrigiert, um den Schwenkzyklus dann mit der korrigierten Schwenkwinkelgeschwindigkeit des Schaufelrads auszuführen.

Schaufelradbagger und Verfahren zum Steuern eines Schaufelradbaggers

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Schaufelradbagger, dessen Schaufelrad rotierend antreibbar und an einem verschwenkbaren Schaufelradausleger gelagert ist, sowie ein Verfahren zum Steuern eines solchen Schaufelradbaggers.

Bei solchen Schaufelradbaggern, wie sie beispielsweise aus der Schrift DE 197 26 554 C2 bekannt sind, wird das im Arbeitsbetrieb rotierende Schaufelrad zusätzlich verschwenkt, um durch die sukzessive zum Einsatz kommenden Schaufeln eine Materialterrasse bogenförmig abzuräumen. Hierzu kann das genannte Schaufelrad um eine liegende Schaufelradachse rotatorisch angetrieben und an einem Schaufelradausleger gelagert sein, der selbst um eine aufrechte Drehachse verschwenkbar ist. Der genannte Schaufelradausleger ist dabei regelmäßig an einem Oberwagen angebracht, der durch einen Unterwagen beispielsweise mit Raupenfahrwerk verfahrbar ist und gegenüber dem genannten Unterwagen verschwenkt werden kann. Das vom Schaufelrad bzw. dessen Schaufeln aufgenommene, abgetragene Material wird dabei auf einen Abförderer übergeben, der ein auf dem verschwenkbaren Ausleger angeordnetes Auslegerförderband aufweisen kann, um das Material vom Schaufelrad Richtung Oberwagen abzufördern. Dort kann das Material beispielsweise über eine Schurre auf einen

weiteren Abförderer beispielsweise in Form eines Verladeförderbands übergeben werden.

Dabei ist es nicht ganz einfach, auf dem Abförderer einen zumindest einigermaßen konstanten Massen- bzw. Volumenstrom zu erzielen. Das Schaufelrad beschreibt beim Verschwenken des Auslegers eine Kreisbahn. Da jedoch im Anschluss an einen Verschwenkzyklus ein Vorschub erfolgt, beispielsweise durch Verfahren des Schaufelradbaggers über das Raupenfahrwerk in Richtung der Baggerlängsachse, ergibt sich beim anschließenden erneuten Verschwenken des Schaufelrads ein Sichelschnitt, bei dem die Spandicke in Richtung der Baggerachse ein Maximum aufweist und zur Seitenböschung hin immer mehr abnimmt, d.h. beim Ausschwenken des Schaufelrads in Richtung der Seitenböschung nehmen die Schaufeln immer weniger Material mit, wie dies beispielsweise Fig. 2 verdeutlicht. Wird das Schaufelrad dabei mit konstanter Winkelgeschwindigkeit des Auslegers verschwenkt, nimmt der Materialstrom immer mehr ab und bricht bei Erreichen der Seitenböschung mehr oder minder gänzlich ein.

Um den Materialstrom zu vergleichmäßigen, wurde bereits angedacht, die Schwenkwinkelgeschwindigkeit nicht gleichmäßig zu steuern, sondern über den Schwenkwinkel zu variieren. Insbesondere wurde bereits eine sog. $\cos \varphi$ -Steuerung angedacht, welche die Schwenkwinkelgeschwindigkeit mit dem Faktor $1/\cos \varphi$ erhöht, d.h. zur Seitenböschung hin immer stärker erhöht. Unter der Annahme einer konstanten Materialhöhe über den Schwenk kann in guter Näherung davon ausgegangen werden, dass die Spandicke, d.h. die Sichelfläche und damit – bei konstanter Materialhöhe – die Abraummenge zur Seitenböschung hin \cos -artig abnimmt, so dass durch eine Erhöhung der Schwenkwinkelgeschwindigkeit mit $1/\cos \varphi$ ein nahezu konstanter Materialstrom erhalten werden kann.

In der Praxis ergeben sich jedoch signifikante Abweichungen von einem solchen Cosinus-Modell, die im Ergebnis zu einem keineswegs gleichmäßigen Massen- bzw. Volumenstrom auf dem Abförderer führen, wenn eine solche $\cos \varphi$ -Steuerung

implementiert ist. Zum einen kann die oberste Terrasse Variationen bezüglich der Materialhöhe aufweisen, infolge derer auch der Materialstrom über den Schwenk entsprechend variiert.

Zudem tritt systembedingt eine Totzeit auf, die einen zeitlichen Versatz zwischen dem Ablösen des Materials durch das Schaufelrad und dem Auftreten des korrespondierenden Materialstroms auf dem Abförderer mit sich bringt. Die genannte Totzeit ist dabei die Zeit vom Lösen des Materials einer Schaufel bis hin zum Auftreffen des Materials an einer Stelle des Abförderers, an dem das Material sensorisch erfasst werden kann, was eine tatsächliche Regelung mit Berücksichtigung des tatsächlichen Materialstroms schwierig macht. Durch die Dimension des Schaufelradbaggers und die regelmäßig langsame Rotationsgeschwindigkeit des Schaufelrads sind Totzeiten im zweistelligen Sekundenbereich möglich, wodurch klassische Regelungsmethoden scheitern.

Ferner sind auch detailliertere Regelungsmodelle in der Praxis kaum erstellbar, da Störgrößeneinflüsse auf sensorisch erfassbare Regelgrößen (Drehmomente und Geschwindigkeiten der Antriebe) und/oder die Regelstrecke nur unzureichend erfasst und demzufolge nicht kompensiert werden können. Solche Störgrößen sind beispielsweise gegen das Schaufelrad und den Ausleger drückender Wind oder eine Neigung am Schwenkwerk. Ferner ist zu beachten, dass die Materialmasse relativ zur Schnittkraft am Schaufelrad einen nur relativ geringen Einfluss besitzt.

Insofern obliegt es in der Praxis bis heute oftmals dem Maschinenführer, durch feinfühliges, händisches Steuern einen einigermaßen gleichmäßigen Materialstrom auf dem Abförderer sicherzustellen. Regelmäßig kann der Bediener selbständig die Geschwindigkeit des Schwenkwerks einstellen und variieren, um die Bandbefüllung konstant zu halten, was bei aufmerksamer Beobachtung der Schaufelfüllung während des Schnitts an sich gut abgeschätzt werden kann, jedoch einen sehr erfahrenen Maschinenführer voraussetzt. Eine solche händische Korrektur kann auch in Verbindung mit der vorgenannten $\cos \varphi$ -Steuerung erfolgen, wobei hier dann die $\cos \varphi$ -Steuerung sozusagen eine Grundsteuerung bildet und die

Schwenkwinkelgeschwindigkeit über den Schwenkwinkel vorgibt, die vom Maschinenführer hiervon abweichend jedoch korrigiert werden kann.

Ferner wurde bereits angedacht, eine Leistungsregelung vorzusehen, bei der die Auslastung des Schaufelradantriebs konstant gehalten wird. Hierdurch arbeitet der Schaufelradbagger an sich permanent an seiner Leistungsgrenze, was je nach Gesteinsfestigkeit jedoch zu einem sehr hohen Materialstrom führen kann und dementsprechend eine Überbeladung des Abförderers zur Folge haben kann. Auch wenn der Abförderer per se den Materialstrom noch bewältigen kann, können sich nachgeordnete Probleme ergeben, wenn die nachfolgenden Anlagen im Hintergrund einen derartigen Materialstrom nicht verarbeiten können oder ein maximaler Materialstrom gar nicht benötigt wird.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, einen verbesserten Schaufelradbagger und ein verbessertes Verfahren zu dessen Steuerung zu schaffen, um Nachteile des Standes der Technik zu vermeiden und Letzteren in vorteilhafter Weise weiterzubilden. Insbesondere soll eine verbesserte Steuerung geschaffen werden, die ein einfaches Einstellen des gewünschten Sollmassen- bzw. -volumenstroms zwischen null und maximal erlaubt und diesen auch bei variabler Materialhöhe über den Schwenk möglichst konstant einhält, ohne hierfür eine komplex ausgebildete Sensorik und ein kompliziertes Regelungsmodell zu benötigen und ohne hierbei eine Überfüllung des Abförderers bei stärker variierenden Materialparametern zu riskieren.

Erfindungsgemäß wird die genannte Aufgabe durch ein Verfahren gemäß Anspruch 1 sowie einen Schaufelradbagger gemäß Anspruch 5 gelöst. Bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

Es wird also vorgeschlagen, die Schwenkwinkelgeschwindigkeit unter Berücksichtigung eines sich bei einem vorherigen Schwenkzyklus mit bekannter Schwenkgeschwindigkeit und Vorschubweg einstellenden Materialstroms zu steuern, um einen gewünschten Materialstrom zu erzielen. Der vorherige

Schwenkzyklus wird hierzu aufgezeichnet und der über den Schwenkwinkel bei bekannter Schwenkwinkelgeschwindigkeit und bekanntem Vorschub anfallende Materialstrom und der bekannte Vorschub dazu genutzt, die Schwenkwinkelgeschwindigkeit für den neuerlichen Schwenkzyklus zu kalibrieren, um den gewünschten Materialstrom zu erzielen. Erfindungsgemäß wird bei vorgegebener Schwenkwinkelgeschwindigkeit ein sich nach einem bestimmten Vorschub beim Verschwenken des Schaufelrads mit der vorbestimmten Schwenkwinkelgeschwindigkeit auf dem Abförderer einstellender Massen- und/oder Volumenstrom über dem Schwenkwinkel bestimmt, ein gewünschter Massen- und/oder Volumenstrom auf dem Abförderer vorgegeben und sodann die vormals vorgegebene Schwenkwinkelgeschwindigkeit anhand des bestimmten Massen- und/oder Volumenstroms, des bestimmten Vorschubwegs und des vorgegebenen gewünschten Massen- und/oder Volumenstroms automatisch korrigiert, um den Schwenkzyklus dann mit der korrigierten Schwenkwinkelgeschwindigkeit des Schaufelrads auszuführen.

Die zunächst vorgegebene Schwenkwinkelgeschwindigkeit kann grundsätzlich in verschiedener Weise vorgegeben werden. Beispielsweise kann ein Schwenkzyklus mit konstanter Schwenkwinkelgeschwindigkeit gefahren und dabei der sich einstellende Materialstrom aufgezeichnet werden (der dann in diesem Fall zur Seitenböschung hin immer stärker einbrechen wird). Um die Schwenkwinkelgeschwindigkeit für einen späteren Schwenkzyklus so zu korrigieren, dass ein gewünschter, insbesondere konstanter Materialstrom erzielt wird, kann die konstante, vormals vorgegebene Schwenkwinkelgeschwindigkeit mit dem Verhältnis aus Sollmaterialstrom zu Istmaterialstrom und dem Verhältnis der Vorschubwege korrigiert werden. Unter der vorgenannten Annahme, dass bei konstanter Schwenkwinkelgeschwindigkeit der Materialstrom mit zunehmendem Schwenkwinkel immer stärker abnimmt, führt dies zu einer immer stärkeren Erhöhung der Schwenkwinkelgeschwindigkeit mit zunehmendem Schwenkwinkel.

Alternativ oder zusätzlich zu der zuvor beschriebenen Vorgehensweise kann der Vorgabe der Schwenkwinkelgeschwindigkeit auch eine kontinuierliche Regelung

überlagert werden. Bei einer solchen Regelung können der gemessene Massenstrom und der vorgegebene Massenstrom während eines jeden Schwenks miteinander verglichen werden und die Schwenkwinkelgeschwindigkeit bereits während eines jeden Schwenks angepasst werden.

Die zunächst vorgegebene Schwenkwinkelgeschwindigkeit kann aber selbst bereits eine winkelabhängige Funktion sein, beispielsweise einen cosinus-abhängigen Verlauf haben, beispielsweise im Sinne von $1/\cos \varphi$. Unter optimalen Bedingungen würde dies an sich bei einem Sichelschnitt bereits einen konstanten Materialstrom bewirken. Ergeben sich allerdings durch beispielsweise variierende Materialbeschaffenheiten oder –höhen Schwankungen im Materialstrom, wird der vormals vorgegebene, cosinus-abhängige Schwenkwinkelgeschwindigkeitsverlauf in entsprechender Weise kalibriert, indem der Sollmaterialstrom zum tatsächlich gemessenen Materialstrom unter Berücksichtigung des Vorschubwegs ins Verhältnis gesetzt wird. Hierdurch wird der Cosinus-Verlauf korrigiert.

Insbesondere kann die Korrektur der Schwenkwinkelgeschwindigkeit anhand folgender Beziehung vorgenommen werden:

$$\omega_{\text{soll}} = \omega_{\text{ist}} \cdot \frac{m_{\text{soll}}}{m_{\text{ist}}} \cdot \frac{s_{n-1}}{s_n},$$

wobei ω_{soll} die Soll-Schwenkwinkelgeschwindigkeit, ω_{ist} die vormals vorgegebene Schwenkwinkelgeschwindigkeit, m_{soll} der Sollmaterialstrom, m_{ist} der gemessene Istmaterialstrom, s_n der Vorschub vor dem Schwenk, und s_{n-1} der Vorschub vor dem vormaligen Schwenk ist, wobei durch die schwenkwinkelbezogene Aufzeichnung des Materialstroms ein schwenkwinkelabhängiger Sollverlauf für die besagte Schwenkwinkelgeschwindigkeit erhalten wird.

Wird bereits die vormals vorgegebene Schwenkwinkelgeschwindigkeit $\omega_{\text{ist}}(\varphi)$ als Verlauf bzw. Funktion in Abhängigkeit des Schwenkwinkels φ vorgegeben, kann analog vorgegangen werden:

$$\omega_{\text{soll}}(\varphi) = \omega_{\text{ist}}(\varphi) \cdot \frac{m_{\text{soll}}(\varphi)}{m_{\text{ist}}(\varphi)} \cdot \frac{S_{n-1}}{S_n} .$$

Als Materialstrom kann dabei ein Massestrom vorgegeben und entsprechend gemessen werden, insbesondere durch einen Gewichtssensor, der an dem Abförderer angeordnet sein kann, um das dort abgeladene Material zu wiegen.

Alternativ oder zusätzlich kann aber auch der auf dem Abförderer abgelegte bzw. entstehende Volumenstrom gemessen werden, indem das dort abgeladene Material volumenmäßig erfasst wird. Hierzu können verschiedene Sensoren Verwendung finden, mittels derer die Oberfläche bzw. Oberflächenkontur des Materialstroms auf dem Abladeförderer bestimmt werden kann. Dies können beispielsweise Radarsensoren, Ultraschallsensoren, Lichtschnitt- und/oder Lasersensoren sein, mittels derer sich die Oberflächenkontur abtasten und bestimmen und daraus die Querschnittsfläche des Materialstroms bestimmen lässt.

Werden sowohl der Massenstrom als auch der Volumenstrom sensorisch erfasst, erlaubt dies auch eine Bestimmung der Dichte des abgeräumten Materials, was für die weitere Verarbeitung des Materials von Vorteil sein kann.

Um den Zusammenhang zwischen Schwenkwinkel und erzeugtem Materialstrom nicht durch die Totzeit des Schaufelradbaggers zu verfälschen, wird in vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung der aufgezeichnete Zusammenhang zwischen gemessenem Materialstrom und gemessenem Schwenkwinkel um die besagte Totzeit korrigiert.

Insbesondere kann zum Bestimmen des sich auf dem Abförderer einstellenden Masse- und/oder Volumenstroms über dem Schwenkwinkel der tatsächlich auf dem Abförderer vorliegende Massen- und/oder Volumenstrom durch eine Massen- und/oder Volumensensoreinrichtung relativ zum Schwenkwinkel des Schaufelradauslegers erfasst werden, eine Totzeit zwischen einem Lösen des Materials an einer Schaufel bis zum Messen dieses gelösten Materials auf dem Abförderer bestimmt werden, und schließlich unter Berücksichtigung der Schwenkwinkelgeschwindigkeit die Zuordnung zwischen gemessenem Massen- und/oder Volumenstrom zum Schwenkwinkel um die bestimmte Totzeit korrigiert werden. Eine solche Totzeitkorrektur trägt dem Umstand Rechnung, dass an einer Schaufel gelöstes Material nicht unmittelbar die Sensoreinrichtung zum Erfassen des Massen- und/oder Volumenstroms passieren kann, sondern dorthin eine gewisse Zeitspanne, die mehrere Sekunden betragen kann, benötigt.

Die Totzeit kann dabei in grundsätzlich verschiedener Weise bestimmt werden, insbesondere indem Betriebsgrößen des Schaufelradbaggers auf Charakteristika hin überwacht werden, die mit den maßgeblichen Zeitpunkten für die Bestimmung der Totzeit einhergehen, d.h. dem Lösen des Materials einer Schaufel und der Messzeitpunkt bei der Messung des Massen- bzw. Volumenstroms. Insbesondere kann zum Bestimmen der Totzeit ein Zeitversatz zwischen einer Laständerung und/oder einer Änderung der Schaufelradrehgeschwindigkeit einerseits und einer Signaländerung der Massen- und/oder Volumenstromsensoreinrichtung andererseits bestimmt werden. Dies geht von der Überlegung aus, dass beim Lösen des Materials durch eine Schaufel durch den dabei auftretenden Widerstand die Lastaufnahme des Schaufelradantriebs – also beispielsweise die Stromaufnahme oder die hydraulische Leistungsaufnahme - ansteigt und/oder die Schaufelradrehgeschwindigkeit zumindest kurzfristig abfällt, so dass der Zeitpunkt des Lösens des Materials dadurch bestimmt werden kann, dass ein entsprechender Anstieg des Energiebedarfs oder Drehzahlabfall bestimmt wird. Andererseits wird sich das Signal der Massenstrom- und/oder Volumenstrom-Sensoreinrichtung signifikant ändern, wenn auf dem Abförderer der Materialstrom einsetzt. Alternativ oder zusätzlich kann die Totzeit auch über die Kenntnis von Geometrie

(Schaufelrad, Anschnittwinkel, Strecke bis zur Bandwaage) und über Kinematik (Drehzahl des Schaufelrades, Bandgeschwindigkeit) bestimmt werden.

Die genannte Skalierung der Soll-Schwenkwinkelgeschwindigkeit durch das Verhältnis des Materialstroms und des Vorschubweges, der in einem vormaligen Schwenkzyklus bei bekannter Schwenkwinkelgeschwindigkeit gemessen wurde, zu einem gewünschten Sollmaterialstrom kann grundsätzlich verschieden oft durchgeführt werden. Dabei kann es ausreichend sein, wenn beispielsweise nur der erste Schwenkzyklus bei bekannter Schwenkwinkelgeschwindigkeit und Vorschubweges hinsichtlich des sich einstellenden Materialstroms, d.h. Massen- und/oder Volumenstrom aufgezeichnet wird. Vorteilhafterweise wird dabei nicht der erste Schnitt in eine Terrasse verwendet. Im ersten Schnitt in einer Terrasse ist der bestimmte Vorschubweg aufgrund durch rückwärts und anschließendem Vorwärtsfahren nicht repräsentativ. Erst ab einem vollständigten Schnitt mit Materialabtrag ist der Vorschubweg sinnvoll verwendbar. In vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung kann die Skalierung jedoch auch kontinuierlich nachgezogen werden, um sich ändernde Materialeigenschaften bei der Terrassenbearbeitung oder sich ergebende Neigungsänderungen zu berücksichtigen. Beispielsweise kann eine Neuskalierung bzw. Neukalibrierung nach jedem fünften oder jedem dritten oder auch bei jedem Schwenkzyklus stattfinden.

Vorteilhafterweise kann die Steuerung bzw. kann der Schaufelradbagger mit einer an sich bei Schaufelradbaggern üblichen Sensorik auskommen, wobei es beispielsweise ausreichend sein kann, eine Bandwaage am Abförderer vorzusehen, um dort das wirkende Materialgewicht messen und damit den Massenstrom bestimmen zu können, insbesondere wenn dabei die Bandgeschwindigkeit erfasst und/oder konstant vorgegeben wird, wobei ein Bandgeschwindigkeitssensor und/oder ein Fördermotordrehzahlsensor zum Bestimmen der Fördergeschwindigkeit des Abförderers vorgesehen sein kann, ferner dem Schwenkwerk zum Verschwenken des Schaufelradauslegers einen Winkelsensor zuzuordnen, um den Winkel messen zu können, dessen Ableitung

gleichzeitig auch als Winkelgeschwindigkeit verwendet werden kann, wobei alternativ auch separat ein Winkelsensor und ein Winkelgeschwindigkeitssensor vorgesehen sein können. Ferner können über eine geeignete Sensorik, beispielsweise einen Strommesser oder einen Drucksensor und einen Drehzahlsensor die Belastung und Drehzahl des Schaufelrads bzw. des Schaufelradmotors gemessen werden, um das Antriebsmoment und die Drehzahl des Schaufelrads bestimmen zu können.

Wird in der genannten Weise alternativ oder zusätzlich zum Massenstrom der Volumenstrom erfasst, kann ein entsprechender Oberflächensensor wie zuvor erläutert vorgesehen sein.

Um eine Überlastung des Schaufelradbaggers und dessen Antriebe zu vermeiden, ist in vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung eine Leistungsregelung der vorgenannten Schwenkwinkelgeschwindigkeits-Steuerung überlagert. Droht der Schaufelradbagger bzw. einer seiner Antriebe in den Überlastbereich zu kommen oder wird eine bestimmte Leistungsgrenze erreicht, kann die genannte Leistungsregelung die Schwenkgeschwindigkeit reduzieren, d.h. der Schaufelradausleger wird nicht mit der an sich bestimmten Soll-Schwenkwinkelgeschwindigkeit verschwenkt, sondern nur noch mit einer entsprechend herabgesetzten, reduzierten Sollgeschwindigkeit. Eine Überlagerung der Steuerung mit der Leistungsregelung führt zu einer Begrenzung des Materialstroms im Leistungsgrenzbereich.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels und zugehöriger Zeichnungen näher erläutert. In den Zeichnungen zeigen:

Fig. 1: eine schematische Seitenansicht eines Schaufelradbaggers,

Fig. 2: eine schematische Darstellung des sich bei dem Schaufelradbagger aus Fig. 1 ergebenden Sichelschnitts.

Wie Fig. 1 zeigt, kann der Schaufelradbagger 1 in an sich bekannter Weise ein Schaufelrad 2 aufweisen, das um eine liegende Schaufelradachse rotatorisch antreibbar ist und umfangsseitig Schaufeln aufweisen kann, um Material einer zu bearbeitenden Fläche bzw. Terrasse, insbesondere Erde und/oder Gestein lösen und aufnehmen zu können.

Das genannte Schaufelrad 2 kann an einem Schaufelradausleger 3 in Form eines Auslegers gelagert sein, der um eine aufrechte Schwenkachse 4 schwenkbar an einem Oberwagen 10 angelenkt und durch ein Schwenkwerk mit einem Schwenkantrieb verschwenkt werden kann. Der genannte Schaufelradausleger 3 kann genauer gesagt zusammen mit dem Oberwagen 10 um die besagte aufrechte Schwenkachse 4 gegenüber dem Unterwagen 11 verschwenkt werden, der insbesondere ein Raupenfahrwerk 12 aufweisen kann.

Um das vom Schaufelrad 2 aufgenommene Material abfordern zu können, kann dem genannten Ausleger bzw. Schaufelradausleger 3 ein Abförderer 5 beispielsweise in Form eines endlos umlaufenden Förderbands zugeordnet sein. Der genannte Abförderer 5 fördert das vom Schaufelrad 2 übernommene Material entlang des Auslegers zum Oberwagen 10, wo das abgeförderte Material über eine Schurre 8 auf einen weiteren Abförderer 9 übergeben werden kann, der beispielsweise ebenfalls ein endlos umlaufendes Förderband umfassen und als Verladeförderer ausgebildet sein kann.

Wie Fig. 1 weiterhin zeigt, kann der Schaufelradausleger 3 um eine liegende Querachse 7 wippbar am Oberwagen 10 angelenkt sein.

Fig. 2 verdeutlicht die im Arbeitsbetrieb sich einstellenden Schnittverhältnisse am Schaufelrad 2, wobei der Kreisbogen 2.1 die kreisbogenförmige Schwenkbahn des Schaufelrades 2 in einem ersten Schwenkzyklus $n-1$ und der Kreisbogen 2.2 die wiederum kreisbogenförmige Bahn des Schaufelrads in einem weiteren Schwenkwertzyklus n illustriert, nachdem der Schaufelradbagger 1 durch Verfahren des Raupenfahrwerks 12 in Längsrichtung des Schaufelradbaggers 1 einen

Vorschub erfahren hat. Durch den besagten Vorschub einerseits und die kreisbogenförmige Bahn des Schaufelrads 2 andererseits ergibt sich der in Fig. 2 illustrierte Sichelschnitt, der in Richtung der Baggerlängsachse bzw. des Vorschubs 13 eine maximale Spandicke besitzt, die zur Seitenböschung hin immer kleiner wird.

Dabei kann der Schwenkwinkel des Auslegers bzw. Schaufelradauslegers 3 mit dem Winkel φ bezeichnet werden, der üblicherweise $\varphi = 0$ beträgt, wenn der Schaufelradausleger 3 sozusagen neutral in der Mitte entlang der Baggerlängsachse bzw. entlang des Vorschubs 13 steht, und andererseits (φ) = 90° beträgt, wenn das Schaufelrad 2 die Seitenböschung erreicht hat. In einem Schwenkzyklus kann das Schaufelrad 2 damit also grundsätzlich in einem Bereich von $-90^\circ \leq \varphi \leq +90^\circ$ verschwenkt werden, wobei aber ggf. auch nur kleinere Schwenkwinkelbereiche von beispielsweise $\pm 80^\circ$ oder $\pm 70^\circ$ vorgesehen sein können, wobei aber auch Asymmetrien nach Fig. 2 genauso möglich sind.

Eine Steuervorrichtung 15 des Schaufelradbaggers 1, die eine elektronische Datenverarbeitungseinrichtung beispielsweise umfassend einen Mikroprozessor und in einem Speicher abgelegte Software, kann den Schaufelradbagger 1 insbesondere steuern wie folgt:

Zunächst kann der Schaufelradbagger 1 in einem Kalibrierdurchlauf n-1 mit vorgegebener Schwenkwinkelgeschwindigkeit ω_{ist} verschwenkt werden, indem das Schwenkwerk entsprechend angesteuert und der Schaufelradausleger 3 um die Achse 4 entsprechend verschwenkt wird. Hierbei läuft das Schaufelrad 2 in an sich bekannter Weise rotatorisch angetrieben, um Material zu lösen und auf dem Abförderer 5 abzuladen. Die vorgegebene Schwenkwinkelgeschwindigkeit ω_{ist} kann beispielsweise konstant vorgegeben werden oder einen vorbestimmten Cosinus-Verlauf besitzen.

In diesem Schwenkzyklus n-1 wird der sich auf dem Abförderer 5 einstellende Materialstrom sensorisch gemessen, und zwar insbesondere in Form eines

Massenstroms und/oder in Form eines Volumenstroms. Hierzu kann dem Abförderer 5 eine Massenstrom-Sensoreinrichtung 16 und/oder eine Volumenstrom-Sensoreinrichtung 17 zugeordnet sein, die die auf dem Abförderer 5 im entsprechenden Abförderabschnitt hindurchgeförderte Masse bzw. das durchgeförderte Volumen bestimmen, sodass das Signal der Massenstromsensoreinrichtung 16 den Massenstrom m und das Signal der Volumenstromsensoreinrichtung 17 den Volumenstrom v angibt.

Bei besagtem Schwenkzyklus $n-1$ wird gleichzeitig durch einen Winkelsensor 18 und einen Winkelgeschwindigkeitssensor 19, die dem Schwenkwerk zugeordnet sein können, der Schwenkwinkel φ und die Schwenkwinkelgeschwindigkeit ω des Schaufelradauslegers 3 erfasst.

Die hierdurch erfassten Betriebsgrößen Massenstrom m , Volumenstrom v , Schwenkwinkel φ und Schwenkwinkelgeschwindigkeit ω werden der Steuervorrichtung 15, insbesondere einer darin implementierten Aufzeichnungseinrichtung 20 zugeführt, um den sich einstellenden Massenstrom und/oder Volumenstrom relativ zum Schwenkwinkel und Schwenkwinkelgeschwindigkeit aufzuzeichnen.

Ferner wird von einer Totzeit-Bestimmungseinrichtung 21 die Totzeit bestimmt, d.h. die Zeitspanne zwischen dem Lösen des Materials einer Baggerschaufel bis zur Erfassung des Materials durch die genannten Massenstrom- und/oder Volumenstromsensoreinrichtungen 16 und 17. Die genannte Totzeitbestimmungseinrichtung 21 kann hierbei einen Lastaufnahmesensor beispielsweise in Form eines Stromaufnahmesensor 22 zum Erfassen der Stromaufnahme des Drehantriebs zum Drehen des Schaufelrads 2 und/oder eines Drucksensors bei hydraulischer Ausbildung des Antriebs, und/oder einen Drehzahlsensor 23 zum Erfassen der Drehzahl des Schaufelrads umfassen. Konkret bestimmt werden kann die genannte Totzeit, indem beispielsweise eine charakteristische Zunahme der Energieaufnahme, beispielsweise der Stromaufnahme oder ein Druckanstieg und/oder ein charakteristischer Abfall der

Drehzahl des Schaufelrads 2 bestimmt wird, wobei der Zeitpunkt, zu dem diese Änderung auftritt, als Zeitpunkt des Lösens des Materials gewertet werden kann. Zum anderen wird das Signal der Massenstrom- und/oder Volumenstromsensoreinrichtung 16 bzw. 17 daraufhin überwacht, wann ein bestimmter Anstieg eintritt. Die zeitliche Differenz zwischen dem Auftreten beider Änderungen kann als Totzeit gewertet werden. Die Totzeit T kann aber auch über die Kenntnis von Geometrie (Schaufelrad, Anschnittwinkel, Strecke bis zur Bandwaage) und über Kinematik (Drehzahl des Schaufelrades, Bandgeschwindigkeit) bestimmt werden.

Die Steuervorrichtung 15 kann sodann den im Schwenkzyklus $n-1$ aufgezeichneten Massenstrom m_{ist} und/oder Volumenstrom v_{ist} über dem Schwenkwinkel φ um die besagte Totzeit korrigieren. Vorteilhafterweise kann aus der ebenfalls aufgezeichneten und/oder vorbekannten Schwenkwinkelgeschwindigkeit ω_{ist} beim Schwenkzyklus $n-1$ aus der Totzeit der Winkelversatz bestimmt werden, der durch die Totzeit bedingt ist, woraufhin die Steuervorrichtung 15 den Massenstrom und/oder Volumenstrom über dem Schwenkwinkel entsprechend korrigieren kann.

Für einen nächsten Schwenkzyklus n kann die Steuervorrichtung 15 sodann einen gewünschten Materialstrom in Form eines gewünschten Sollmassenstroms m_{soll} und/oder in Form eines gewünschten Volumenmaterialstroms v_{soll} auf dem Abförderer 5 zugrunde legen, wobei die Steuervorrichtung 15 Eingabemittel 24 beispielsweise in Form eines Schiebereglers, eines Drehknopfs, eines Joysticks oder eines Touchscreens aufweisen kann, mittels dessen ein Maschinenführer oder eine Leitstelle den gewünschten Sollmassen- oder Sollvolumenstrom eingeben kann.

Die Steuervorrichtung 15 skaliert bzw. kalibriert die Schwenkwinkelgeschwindigkeit ω anhand des erfassten Materialstroms und des gewünschten Sollmaterialstroms und des jeweiligen Vorschubwegs. Insbesondere kann eine Skalier- bzw. Kalibriereinrichtung 25, die in der Steuervorrichtung 15 implementiert sein kann, die

Sollschwenkwinkel-Geschwindigkeit $\omega_{\text{soll}}(\varphi)$ anhand folgender Beziehung bestimmen:

$$\omega_{\text{soll}}(\varphi) = \omega_{\text{ist}}(\varphi) \frac{m_{\text{soll}}(\varphi)}{m_{\text{ist}}(\varphi)} \frac{s_{n-1}}{s_n},$$

wobei $\omega_{\text{soll}}(\varphi)$ die Sollschwenkwinkelgeschwindigkeit für den Schwenkzyklus n , $\omega_{\text{ist}}(\varphi)$ die vorgegebene Schwenkwinkelgeschwindigkeit beim Schwenkzyklus $n-1$ ist, $m_{\text{soll}}(\varphi)$ die durch die Eingabemittel 24 vorgegebene Sollmassenstrom für den Schwenkzyklus n , m_{ist} der sensorisch gemessene Massenstrom beim Schwenkzyklus $n-1$, s_{n-1} der vormalige Vorschubweg vor dem Schwenkzyklus $n-1$ und s_n der Vorschubweg vor dem Schwenkzyklus n ist.

Wird eine Volumenstromsteuerung vorgesehen bzw. soll ein gewünschter Volumenstrom erzielt werden, kann der besagte Skalier- bzw. Kalibrierbaustein 25 anhand folgender Beziehung vorgehen:

$$\omega_{\text{soll}}(\varphi) = \omega_{\text{ist}}(\varphi) \frac{v_{\text{soll}}(\varphi)}{v_{\text{ist}}(\varphi)} \frac{s_{n-1}}{s_n},$$

wobei $\omega_{\text{soll}}(\varphi)$ die Söldrehwinkelgeschwindigkeit für den Schwenkzyklus n , $\omega_{\text{ist}}(\varphi)$ die Drehwinkelgeschwindigkeit beim vorangegangenen Schwenkzyklus $n-1$, v_{soll} die eingestellte Soll-Volumenstrom ist, $v_{\text{ist}}(\varphi)$ der im vorherigen Zyklus $n-1$ gemessene Volumenstrom, s_{n-1} der vormalige Vorschubweg vor dem Schwenkzyklus $n-1$ und s_n der Vorschubweg vor dem Schwenkzyklus n ist.

Der Soll-Massenstrom m_{soll} bzw. der Soll-Volumenstrom v_{soll} werden vorteilhafterweise konstant gewünscht und daher nicht als Funktion vom Schwenkwinkel φ vorgegeben, obwohl dies gleichwohl möglich wäre.

Vorteilhafterweise umfasst die Steuervorrichtung 15 weiterhin einen Leistungsbegrenzer 26, der der Steuerung der Schwenkwinkelgeschwindigkeit überlagert ist und die wie zuvor erläuterte, bestimmte Soll-Schwenkwinkelgeschwindigkeit begrenzt bzw. herabsetzt, wenn die Antriebe des Schaufelradbaggers 1 in den Überlastbereich zu geraten drohen und/oder auf dem Abförderer 5 eine zu große Materialmenge abgeladen zu werden droht. Der genannte Leistungsbegrenzer 26 kann über entsprechende Sensoreinrichtungen die Leistungsaufnahme der Antriebe überwachen und/oder die Signale der Massenstrom- und/oder Volumenstromsensoren 16 und 17 als Eingangsgrößen überwachen und auf Basis dieser Eingangsgrößen die Schwenkwinkelgeschwindigkeit begrenzen bzw. reduzieren.

Schaufelradbagger und Verfahren zum Steuern eines Schaufelradbaggers

Patentansprüche

1. Verfahren zum Steuern eines Schaufelradbaggers (1), dessen mit vorzugsweise konstanter Drehzahl rotierendes Schaufelrad (2) mittels eines Schaufelradausleger-Schwenkantriebs mit einer Winkelgeschwindigkeit (ω) über einen Schwenkwinkel (φ) verschwenkt wird und dabei abgetragenes Material auf einem Abförderer (5) ablegt, mit folgenden Schritten:
 - nach Abschluss eines Schwenks über den Schwenkwinkel (φ) mit Materialabtrag Vorschubbewegung des Schaufelradbaggers mittels dessen Fahrwerks zum abzutragenden Gebirge hin mit Erfassung des realisierten Vorschubweges (s_n)
 - Verschwenken des Schaufelradauslegers (3) in einem weiteren Schwenkzyklus mit Bestimmung der Schwenkwinkelgeschwindigkeit (ω_{ist}) über dem Schwenkwinkel (φ) und des sich auf dem Abförderer

- (5) einstellenden Massen- und/oder Volumenstroms (m_{ist} , v_{ist}) über dem Schwenkwinkel (φ),
- nach Abschluss dieses Schwenks Vorschubbewegung des Schaufelradbaggers mittels dessen Fahrwerks zum abzutragenden Gebirge hin mit Erfassung des realisierten Vorschubweges (s_{n+1})
 - Vorgeben eines vorzugsweise konstanten gewünschten Soll-Massen- und/oder –Volumenstroms (m_{soll} , v_{soll}) auf dem Abförderer (5),
 - automatisches Korrigieren der im letzten Schwenkzyklus bestimmten Schwenkwinkelgeschwindigkeit (ω_{ist}) in Abhängigkeit des Schwenkwinkels (φ) anhand des zuvor über dem Schwenkwinkel (φ) bestimmten Massen- und/oder Volumenstroms (m_{ist} , v_{ist}), des gewünschten Massen- und/oder Volumenstroms (m_{soll} , v_{soll}), des gerade zuvor realisierten Vorschubweges (s_{n+1}) und des vor dem letzten Schwenk realisierten Vorschubweges (s_n), so dass der sich einstellende Massen- und/oder Volumenstroms (m_{ist} , v_{ist}) nahe beim gewünschten Soll-Massen- und/oder Volumenstroms (m_{soll} , v_{soll}) liegen wird, und
 - Verschwenken des Schaufelradauslegers (3) in einem weiteren Schwenkzyklus mit der korrigierten Schwenkwinkelgeschwindigkeit (ω_{soll}) in Abhängigkeit des Schwenkwinkels (φ).
2. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei beim Bestimmen des sich auf dem Abförderer (5) einstellenden Massen- und/oder Volumenstroms (m_{ist} , v_{ist}) über dem Schwenkwinkel (φ):
- der Massen- und/oder Volumenstrom (m_{ist} , v_{ist}) am Abförderer (5) durch einen Massenstrom- und/oder Volumenströmsensor (16, 17) relativ zum Schwenkwinkel (φ) des Schaufelrads (2) erfasst wird,
 - eine Totzeit (T) zwischen einem Lösen des Materials einer Schaufel bis zum Erfassen dieses Materials am Abförderer (5) bestimmt wird, und
 - unter Berücksichtigung der bestimmten Schwenkwinkelgeschwindigkeit (ω_{ist}) über dem Schwenkwinkel (φ) die Zuordnung des gemesse-

nen Massen- und/oder Volumenstrom (m_{ist} , v_{ist}) zum Schwenkwinkel (φ) um die bestimmte Totzeit (T) korrigiert wird.

3. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei zum Bestimmen der Totzeit (T) Geometrie, insbesondere eines Transportwegs, des Schaufelradbaggers vom Lösen des Materials einer Schaufel bis hin zu einem Massen- und/oder Volumenstromsensors (16,17) und der Kinematik des Schaufelrades (2) sowie des Abförderers (5), insbesondere einer Schaufelraddrehzahl und einer Abförderergeschwindigkeit, ein Zeitversatz zwischen einer Laständerung des Schaufelrads (2) und/oder einer Änderung der Schaufelraddrehgeschwindigkeit einerseits und einer Signaländerung der Massenstrom- und/oder Volumenstromsensors (16, 17) andererseits bestimmt wird, wobei die genannte Laständerung und/oder Schaufelraddrehgeschwindigkeit durch eine Lastaufnahmesensorik (22) und/oder Schaufelraddrehzahlsensorik (23) gemessen wird.
4. Verfahren nach einem der beiden vorhergehenden Ansprüche, wobei die Totzeit (T) unter Berücksichtigung der Geometrie, insbesondere des Transportwegs, des Schaufelradbaggers vom Lösen des Materials einer Schaufel bis hin zu einem Massen- und/oder Volumenstromsensors (16,17) und der Kinematik des Schaufelrades (2) sowie des Abförderers, insbesondere einer Schaufelraddrehzahl und einer Abförderergeschwindigkeit bestimmt wird.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei durch einen Leistungsbegrenzer (26) eine Beladung des Abförderers (5) und/oder eine Belastung zumindest eines Antriebs des Schaufelradbaggers, insbesondere Schaufelradantriebs und/oder Abfördererantriebs, überwacht und die korrigierte Schwenkwinkelgeschwindigkeit (ω_{soll}) begrenzt und/oder reduziert wird, wenn die Beladung des Abförderers (5) und/oder die Belastung des zumindest einen Antriebs eine Belastungsgrenze erreicht und/oder überschreitet.

6. Schaufelradbagger mit einem Schaufelrad (2), das rotierend antreibbar an einem Schaufelradausleger (3) gelagert ist, der um eine Schwenkachse (4) von einem Schwenkwerk verschwenkbar ist, sowie einer Steuervorrichtung (15) zum Steuern der Schwenkwinkelgeschwindigkeit (ω) in Abhängigkeit eines Schwenkwinkels (φ), dadurch gekennzeichnet, dass die genannte Steuervorrichtung (15)
- eine Bestimmungseinrichtung zum Bestimmen eines sich beim Verschwenken des Schaufelrads (2) mit einer vorgegebenen Schwenkwinkelgeschwindigkeit (ω_{ist}) auf dem Abförderer (5) bei einem vorherigen Schwenkzyklus (n) einstellenden Massen- und/oder Volumenstroms (m_{ist} , v_{ist}) über dem Schwenkwinkel (φ),
 - Eingabemittel (24) zum Eingeben eines gewünschten Soll-Massen- und/oder –Volumenstroms (m_{soll} , v_{soll}) auf dem Abförderer (5)
 - Bestimmungsmittel zum Bestimmen des Vorschubweges (s) des Schaufelradbaggers zwischen zwei Schwenkvorgängen,
 - Bestimmungsmittel zum Bestimmen der Schwenkwinkelgeschwindigkeit (ω_{soll}) in Abhängigkeit des gewünschten Soll-Massen- und/oder –Volumenstroms (m_{soll} , v_{soll}), wobei die genannten Bestimmungsmittel eine Kalibriereinrichtung (25) zum automatischen Korrigieren der zuvor vorgegebenen Schwenkwinkelgeschwindigkeit (ω_{ist}) anhand des bestimmten Massen- und/oder Volumenstroms (m_{ist} , v_{ist}) und des gewünschten Massen- und/oder Volumenstroms (m_{soll} , v_{soll}) umfaßt, und
 - eine Schwenksteuereinrichtung zum Verschwenken des Schaufelrads (2) in einem weiteren Schwenkzyklus (n+1) mit der korrigierten Schwenkwinkelgeschwindigkeit (ω_{soll}).
- aufweist.
7. Schaufelradbagger nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei die Eingabemittel (24) einen Auswahlbaustein zum variablen Auswählen des gewünschten Massen- und/oder Volumenstroms (m_{soll} , v_{soll}) aus einem Bereich zwischen einem minimal wählbaren Massen- und/oder Volu-

menstrom und einem maximal wählbaren Massen- und/oder Volumenstrom aufweisen.

8. Schaufelradbagger nach einem der beiden vorhergehenden Ansprüche, wobei die Bestimmungseinrichtung zum Bestimmen des sich beim Verschwenken des Schaufelrads (2) auf dem Abförderer (5) einstellenden Massen- und/oder Volumstroms (m_{ist} , v_{ist}) über dem Schwenkwinkel (φ)
 - einen Massenstrom- und/oder Volumenstromsensor (16, 17) zum Erfassen des Massen- und/oder Volumenstrom (m_{ist} , v_{ist}) am Abförderer (5),
 - einen Schwenkwinkelsensor (18) zum Erfassen des Schwenkwinkels des Schaufelradauslegers (3), relativ zum Schwenkwinkel (φ) des Schaufelrads (2),
 - eine Vorschubsensorik zum Erfassen des Vorschubweges des Schaufelradbaggers zwischen zwei Schwenks mittels des Fahrwerks, und
 - eine Aufzeichnungseinrichtung (20) zum Aufzeichnen des erfassten Massen- und/oder Volumenstrom (m_{ist} , v_{ist}) am Abförderer (5) und des erfaßten Schwenkwinkels (φ) des Schaufelrads (2) aufweist.

9. Schaufelradbagger nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei die Bestimmungseinrichtung zum Bestimmen des sich beim Verschwenken des Schaufelrads (2) auf dem Abförderer (5) einstellenden Massen- und/oder Volumstroms (m_{ist} , v_{ist}) über dem Schwenkwinkel (φ)
 - eine Totzeitbestimmungseinrichtung (21) zum Bestimmen einer Totzeit (T) zwischen einem Lösen des Materials einer Schaufel bis zum Erfassen dieses Materials am Abförderer (5), und
 - eine Korrekturereinrichtung zum Korrigieren der aufgezeichneten Zuordnung des gemessenen Massen- und/oder Volumenstrom (m_{ist} , v_{ist}) zum Schwenkwinkel (φ) um die bestimmte Totzeit (T) unter Berücksichtigung der vorgegebenen Schwenkwinkelgeschwindigkeit (ω_{ist}) aufweist.

10. Schaufelradbagger nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei die Totzeitbestimmungseinrichtung (21) dazu ausgebildet ist, einen Zeitversatz zwischen einer Laständerung des Schaufelrads (2) und/oder einer Änderung der Schaufelradrehgeschwindigkeit einerseits und einer Signaländerung des Massenstrom- und/oder Volumenstromsensors (16, 17) andererseits anhand der Signale einer Lastaufnahmesensorik (22) zum Erfassen der Lastaufnahme des Antriebs des Schaufelrads (2) und/oder einer Schaufelradrehzahlsensorik (23) zum Erfassen der Schaufelradrehzahl einerseits und der Signale des Massenstrom- und/oder Volumenstromsensors (16, 17) andererseits zu bestimmen.
11. Schaufelradbagger nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Totzeitbestimmungseinrichtung (21) dazu ausgebildet ist, die Totzeit (T) unter Berücksichtigung der Geometrie, insbesondere eines Transportwegs, des Schaufelradbaggers vom Lösen des Materials einer Schaufel bis hin zu einem Massen- und/oder Volumenstromsensor (16,17) und der Kinematik des Schaufelrades (2) sowie des Abförderers (5), insbesondere einer Schaufelradrehzahl und einer Abförderergeschwindigkeit, zu bestimmen.
12. Schaufelradbagger nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Steuervorrichtung (15) ein Leistungsbegrenzer (26) übergeordnet ist, der dazu ausgebildet ist, eine Beladung des Abförderers (5) und/oder eine Belastung zumindest eines Antriebs des Schaufelradbaggers, insbesondere Schaufelradantriebs und/oder Abfördererantriebs, zu überwachen und die korrigierte Schwenkwinkelgeschwindigkeit (ω_{soil}) zu begrenzen und/oder zu reduzieren, wenn die Beladung des Abförderers (5) und/oder die Belastung des zumindest einen Antriebs eine Belastungsgrenze erreicht und/oder überschreitet.

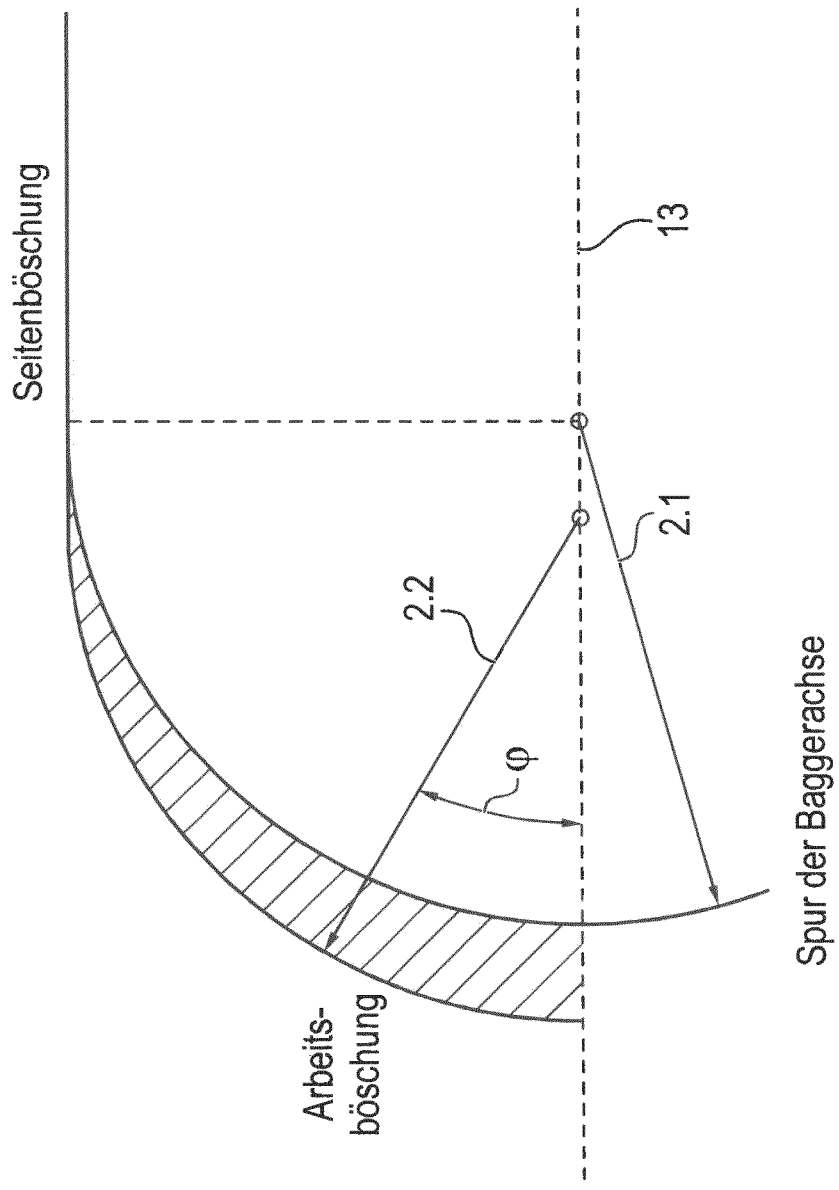


FIG. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/053790

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>E02F 3/18</i> (2006.01)i; <i>B65G 43/08</i> (2006.01)i; <i>B65G 65/20</i> (2006.01)i; <i>E02F 3/26</i> (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) E02F; B65G		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 19726554 C2 (MAN TAKRAF FOERDERTECHNIK GMBH [DE]) 29 June 2000 (2000-06-29) cited in the application the whole document	1-12
A	EP 0412399 A1 (SIEMENS AG [DE]; RHEINISCHE BRAUNKOHLLENW AG [DE] ET AL.) 13 February 1991 (1991-02-13) abstract; figures 1-3	1-12
A	JP S5598029 A (SUMITOMO HEAVY INDUSTRIES) 25 July 1980 (1980-07-25) abstract; figures 1-3	1,6
A	WO 2014040137 A1 (WIGHTON PAUL JOHN [AU]) 20 March 2014 (2014-03-20) abstract; figures 1-2	1,6
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 06 May 2019		Date of mailing of the international search report 14 June 2019
Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer Ferrien, Yann Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2019/053790

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
DE	19726554	C2	29 June 2000	CZ	296259	B6	15 February 2006
				DE	19726554	A1	24 December 1998
				HU	9801424	A2	28 January 1999
EP	0412399	A1	13 February 1991	AU	634802	B2	04 March 1993
				EP	0412399	A1	13 February 1991
				ES	2048372	T3	16 March 1994
JP	S5598029	A	25 July 1980	NONE			
WO	2014040137	A1	20 March 2014	AU	2013101229	A4	10 October 2013
				AU	2013315356	A1	30 October 2014
				BR	112015005665	A2	04 July 2017
				CA	2892544	A1	20 March 2014
				CN	104838072	A	12 August 2015
				RU	2015113605	A	10 November 2016
				US	2015247301	A1	03 September 2015
				WO	2014040137	A1	20 March 2014

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2019/053790

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. E02F3/18 B65G43/08 B65G65/20 E02F3/26
 ADD.
 Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE
 Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 E02F B65G

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

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
 EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 197 26 554 C2 (MAN TAKRAF FOERDERTECHNIK GMBH [DE]) 29. Juni 2000 (2000-06-29) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument -----	1-12
A	EP 0 412 399 A1 (SIEMENS AG [DE]; RHEINISCHE BRAUNKOULEN AG [DE] ET AL.) 13. Februar 1991 (1991-02-13) Zusammenfassung; Abbildungen 1-3 -----	1-12
A	JP S55 98029 A (SUMITOMO HEAVY INDUSTRIES) 25. Juli 1980 (1980-07-25) Zusammenfassung; Abbildungen 1-3 -----	1,6
A	WO 2014/040137 A1 (WIGHTON PAUL JOHN [AU]) 20. März 2014 (2014-03-20) Zusammenfassung; Abbildungen 1-2 -----	1,6

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

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

- "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
- "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
6. Mai 2019	14/06/2019

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

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/053790

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19726554	C2	29-06-2000	CZ 296259 B6 15-02-2006
			DE 19726554 A1 24-12-1998
			HU 9801424 A2 28-01-1999

EP 0412399	A1	13-02-1991	AU 634802 B2 04-03-1993
			EP 0412399 A1 13-02-1991
			ES 2048372 T3 16-03-1994

JP S5598029	A	25-07-1980	KEINE

WO 2014040137	A1	20-03-2014	AU 2013101229 A4 10-10-2013
			AU 2013315356 A1 30-10-2014
			BR 112015005665 A2 04-07-2017
			CA 2892544 A1 20-03-2014
			CN 104838072 A 12-08-2015
			RU 2015113605 A 10-11-2016
			US 2015247301 A1 03-09-2015
			WO 2014040137 A1 20-03-2014
