



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
17.03.2021 Patentblatt 2021/11

(51) Int Cl.:
B24C 3/00 (2006.01) **B24C 7/00 (2006.01)**
B24C 5/06 (2006.01) **B24C 9/00 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **20200330.7**

(22) Anmeldetag: **21.09.2017**

(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: **04.10.2016 DE 102016219215**
23.11.2016 DE 102016223190

(62) Dokumentnummer(n) der früheren Anmeldung(en) nach Art. 76 EPÜ:
17772684.1 / 3 523 091

(71) Anmelder: **Eisenwerk Würth GmbH**
74177 Bad Friedrichshall (DE)

(72) Erfinder: **WINKLER, Timo**
74906 Bad Rappenau (DE)

(74) Vertreter: **Dr. Gassner & Partner mbB**
Wetterkreuz 3
91058 Erlangen (DE)

Bemerkungen:

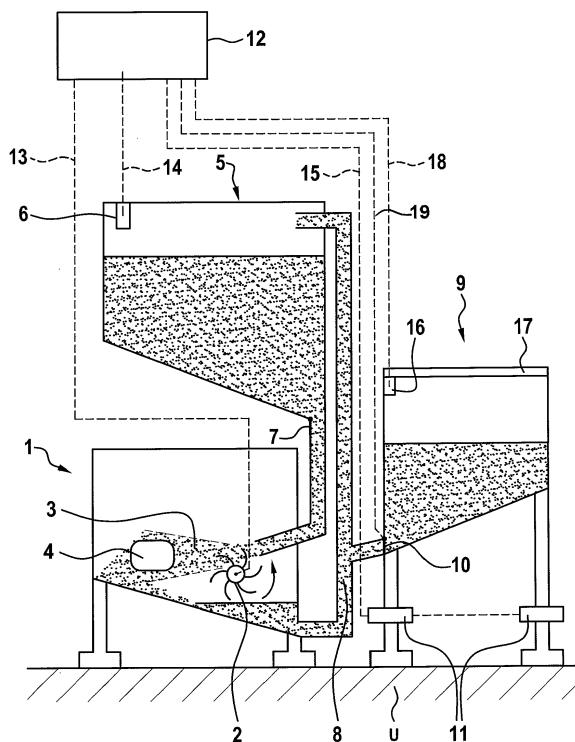
Diese Anmeldung ist am 06-10-2020 als
Teilanmeldung zu der unter INID-Code 62 erwähnten
Anmeldung eingereicht worden.

(54) **VORRICHTUNG ZUR ERMITTLUNG EINES BETRIEBSZUSTANDS EINER STRAHANLAGE**

(57) Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Ermittlung eines Betriebszustands einer Strahlanlage zum Behandeln einer Oberfläche eines Werkstücks (4) mit einem Strahlmittel (3), mit folgenden Schritten:
fortlaufende Messung eines Füllstands an Strahlmittel (3) in einem stromaufwärts einer Strahleinrichtung (1) vorgesehenen Hauptbunker (5),
Nachdosieren von Strahlmittel (3) von einem stromaufwärts des Hauptbunkers (5) vorgesehenen Vorbunker (9) in den Hauptbunker (5), so dass der Füllstand im Hauptbunker (5) innerhalb eines vorgegebenen Füllstandbereichs gehalten wird,
Messen der vom Vorbunker (9) an den Hauptbunker (5) nachdosierten Gewichte und Erfassen der gemessenen Gewichte über der Zeit,
Messen einer Stromaufnahme einer Strahlmittelbeschleunigungseinrichtung (2) und Messen einer tatsächlichen Strahldauer,
Bestimmen eines Strahldauerzeitintervalls,
Ermitteln eines mittleren Strahlmittelverbrauchs für einen bestimmten Zeitpunkt aus dem während des vorgegebenen Strahldauerzeitintervalls bis zum bestimmten Zeitpunkt nachdosierten Gesamtgewicht an Strahlmittel (3),
Wiederholen des Schritts der Ermittlung des mittleren Strahlmittelverbrauchs für nachfolgende weitere bestimmte Zeitpunkte, und
Anzeigen des jeweiligen mittleren Strahlmittelverbrauchs über den jeweiligen bestimmten Zeitpunkten.

Fig. 1



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Ermittlung eines Betriebszustands einer Strahl-
anlage zum Behandeln einer Oberfläche eines Werkstücks mit einem Strahlmittel.

[0002] Die DE 20 2016 100 542 U1 offenbart ein System für eine zeitgerechte Bereitstellung von Behandlungsmittel, insbesondere kornförmigem Strahlmittel. Bei dem bekannten System ist ein Bunker zur Aufnahme von Strahlmittel mit einer Gewichtsmesseinrichtung versehen. Sobald ein von der Gewichtsmesseinrichtung erfasster Messwert einen vorgegebenen Schwellwert unterschreitet, wird Behandlungsmittel manuell in den Bunker nachdosiert. Damit kann eine unerwünschte Zwangsunterbrechung des Strahlbetriebs auf Grund einer nicht ausreichenden Menge an Behandlungsmittel vermieden werden.

[0003] Die DE 31 31 002 A1 beschreibt eine automatische Druckstrahlanlage mit genauer und reproduzierbarer Dosierung des Strahlmittels. Die Druckstrahlanlage umfasst zwei Hauptbunker mit jeweils einem Minimum- und einem Maximum-FüllstandsSchalter, welcher bei Erfassen eines Minimum-Füllstands ein automatisches Nachfüllen aus einem Nachfüllbunker bis zum Erreichen des Maximum-Füllstands veranlasst.

[0004] Die DE 10 2015 000 632 A1 offenbart ein Verfahren zum Betrieb einer Partikelstrahlanlage sowie eine Partikelstrahlanlage. Dabei wird über eine induktive Messvorrichtung der Durchsatz des Strahlmittels während des Betriebs gemessen.

[0005] Aus der WO 2014/040125 A1 ist eine induktive Füllstandsmessung bei Strahlanlagen bekannt.

[0006] Die EP 0 456 502 A1 offenbart eine Vorrichtung zur Erfassung einer Strahldichte oder Intensität bei einem Strahlvorgang. Die Messung erfolgt auf der Grundlage der Erfassung von Schallwellen.

[0007] Die DE 103 32 713 B3 betrifft eine Strahlintensitätsmessvorrichtung für Oberflächenbehandlungseinrichtungen. Die Strahlintensitätsmessvorrichtung umfasst einen Impulssensor zur Messung des durch den Strahl an Strahlmittel erzeugten Impulses.

[0008] Bei Strahlanlagen nach dem Stand der Technik werden - je nach zu behandelte Oberfläche - Strahlmittel mit einer spezifischen vorgegebenen Korngrößenverteilung verwendet. Das Strahlmittel wird mittels einer Strahlmittelbeschleunigungseinrichtung, beispielsweise einem Turbinenrad oder dgl., gegen eine zu behandelnde Oberfläche des Werkstücks geschleudert. Anschließend wird das Strahlmittel in den Hauptbunker zurückgeführt und steht damit für eine weitere Behandlung der Oberfläche bereit. Im Laufe der Zeit erhöht sich der Feinanteil in der Korngrößenverteilung des Strahlmittels. Um die Korngrößenverteilung gleichwohl in einem vorbestimmten Bereich zu halten, wird der Feinanteil mittels Windsichtung aus dem Strahlmittel entfernt. Zur Kompensation der entfernten Menge an Feinanteil wird dem Strahlmittel neues Strahlmittel hinzu dosiert. Das neue Strahlmittel wird üblicherweise bei Unterschreiten eines Mindestfüllstands in einem Hauptbunker von einem Vorbunker dem Hauptbunker zugeführt. Nachfolgend wird der Vorbunker üblicherweise manuell wieder befüllt.

[0009] Bei den Strahlanlagen nach dem Stand der Technik wird der Strahlmittelverbrauch je nach zu behandelnder Oberfläche meist empirisch ermittelt oder geschätzt. Die Effizienz einer Strahlanlage wird nach dem Stand der Technik nicht bestimmt.

[0010] Aufgabe der Erfindung ist es, die Nachteile nach dem Stand der Technik zu beseitigen. Es sollen insbesondere ein Verfahren und eine Vorrichtung angegeben werden, welche die Ermittlung eines Betriebszustands einer Strahlanlage einfach und schnell ermöglichen. Es soll außerdem eine Möglichkeit bereitgestellt werden, mit welcher die Effizienz der Strahlanlage bestimmt werden kann.

[0011] Diese Aufgabe wird durch die Merkmale der Patentansprüche 1 und 10 gelöst. Zweckmäßige Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Merkmalen der Patentansprüche 2 bis 9 und 11 bis 15.

[0012] Nach einem ersten Aspekt der Erfindung wird ein Verfahren zur Ermittlung eines Betriebszustands einer Strahl-
anlage zum Behandeln einer Oberfläche eines Werkstücks mit einem Strahlmittel mit folgenden Schritten vorgeschlagen:

fortlaufende Messung eines Füllstands an Strahlmittel in einem stromaufwärts einer Strahleinrichtung vorgesehenen Hauptbunker,

Nachdosieren von Strahlmittel von einem stromaufwärts des Hauptbunkers vorgesehenen Vorbunker in den Hauptbunker, so dass der Füllstand im Hauptbunker innerhalb eines vorgegebenen Füllstandsbereichs gehalten wird,

Messen der vom Vorbunker an den Hauptbunker nachdosierten Gewichte und Erfassen der gemessenen Gewichte über der Zeit,

Messen einer Stromaufnahme einer Strahlmittelbeschleunigungseinrichtung und Messen einer tatsächlichen Strahldauer,

Bestimmen eines Strahldauerzeitintervalls,

Ermitteln eines mittleren Strahlmittelverbrauchs für einen bestimmten Zeitpunkt aus dem während des vorgegebenen Strahldauerzeitintervalls bis zum bestimmten Zeitpunkt nachdosierten Gesamtgewicht an Strahlmittel,

Wiederholen des Schritts der Ermittlung des mittleren Strahlmittelverbrauchs für nachfolgende weitere bestimmte Zeitpunkte, und

Anzeigen des jeweiligen mittleren Strahlmittelverbrauchs über den jeweiligen bestimmten Zeitpunkten.

[0013] Im Sinne der vorliegenden Erfindung wird unter dem Begriff "Strahlmittel" ein aus Körnern bestehendes Material verstanden, welches im Liefer- bzw. Ausgangszustand eine vorgegebene Korngrößenverteilung aufweist. Die Körner können aus unterschiedlichen Materialien, beispielsweise Metall, Keramik, Glas oder dgl., gebildet sein. - Unter einer "Strahlmittelbeschleunigungseinrichtung" wird eine Einrichtung verstanden, mit welcher das Strahlmittel, insbesondere in Richtung der zu behandelnden Oberfläche, beschleunigt wird. Es kann sich dabei beispielsweise um ein Turbinenrad, einen beschleunigten Gasstrom oder dgl., handeln.

[0014] Durch das "Messen einer Stromaufnahme der Strahlmittelbeschleunigungseinrichtung" ist es möglich, eine "tatsächliche Strahldauer" zu ermitteln. Unter dem Begriff "tatsächliche Strahldauer" wird eine Zeitdauer verstanden, während der das Strahlmittel mit einem vorgegebenen Mindestimpuls auf die zu behandelnde Oberfläche auftrifft. Der Mindestimpuls kann indirekt durch die Stromaufnahme der Strahlmittelbeschleunigungseinrichtung erfasst werden. D. h. die Strahldauer entspricht derjenigen Dauer, während welcher die Strahlmittelbeschleunigungseinrichtung ordnungsgemäß arbeitet und ordnungsgemäß mit Strahlmittel beaufschlagt wird. Abzugrenzen dagegen ist beispielsweise ein Leerlaufbetrieb, während dessen die Strahlmittelbeschleunigungseinrichtung zwar angetrieben, nicht jedoch mit Strahlmittel versorgt wird. - Die Stromaufnahme der Strahlmittelbeschleunigungseinrichtung kann auch indirekt durch Messen einer Gesamtstromaufnahme der Strahlanlage erfasst werden. Auf der Grundlage einer Messung der Gesamtstromaufnahme kann auch eine Ermittlung einer Gesamteffizienz der Strahlanlage durchgeführt werden.

[0015] Unter dem Begriff "Strahldauerzeitintervall" wird ein Zeitintervall aus der gemessenen tatsächlichen Strahldauer verstanden. Das Strahldauerzeitintervall kann frei bestimmt werden. Üblicherweise wird als Strahldauerzeitintervall eine Dauer von 24 Stunden gewählt.

[0016] Unter einem "bestimmten Zeitpunkt" wird ein vorgegebener ausgewählter Zeitpunkt verstanden. Es kann sich dabei beispielsweise jeweils um die volle Stunde handeln.

[0017] Zur Ermittlung eines "mittleren Strahlmittelverbrauchs" wird jeweils ausgehend von einem bestimmten Zeitpunkt rückschauend ein Mittelwert aus dem während des vorgegebenen Strahldauerzeitintervalls bis zum bestimmten Zeitpunkt nachdosierten Gesamtgewicht an Strahlmittel gebildet.

[0018] Das vorgegebene Strahldauerzeitintervall liegt vorzugsweise im Bereich zwischen 6 und 48 Stunden, insbesondere 12 bis 36 Stunden, besonders bevorzugt 24 Stunden. D. h. es wird beispielsweise für einen bestimmten Zeitpunkt "8 Uhr" ein Gesamtgewicht an nachgesetztem Strahlmittel während eines bis dahin vergangenen Strahldauerzeitintervalls von 24 Stunden ermittelt.

[0019] Der Schritt "die Ermittlung des mittleren Strahlmittelverbrauchs" wird sodann für nachfolgende weitere bestimmte Zeitpunkte wiederholt. D. h. es wird der mittlere Strahlmittelverbrauch beispielsweise für die bestimmten Zeitpunkte "8 Uhr", "9 Uhr" usw. ermittelt.

[0020] Schließlich wird der so ermittelte jeweilige mittlere Strahlmittelverbrauch über den jeweiligen bestimmten Zeitpunkten angezeigt.

[0021] Der mittlere Strahlmittelverbrauch ist ein objektives Maß für die Effizienz der Strahlanlage. Unter Verwendung des mittleren Strahlmittelverbrauchs lässt sich eine Strahlanlage optimieren. Die Optimierung kann beispielsweise durch Wahl eines Strahlmittels mit einer veränderten Korngrößenverteilung, einer veränderten Geometrie einer Strahlmittelbeschleunigungseinrichtung und/oder einer veränderten vorgegebenen Leistung zum Betrieb der Strahlmittelbeschleunigungseinrichtung erreicht werden. Abgesehen davon kann nunmehr der Verbrauch an Strahlmittel exakt erfasst werden. Das ermöglicht jederzeit eine rechtzeitige und ausreichende Bevorratung an Strahlmittel.

[0022] Als Strahldauerzeitintervall wird vorteilhafterweise eine Dauer von $n \cdot 12$ Stunden gewählt, wobei n eine natürliche Zahl ist. D. h. als Strahldauerzeitintervall werden Dauern von beispielsweise 12, 24, 36, ... Stunden gewählt.

[0023] Zur Berechnung des mittleren Strahlmittelverbrauchs wird vorteilhafterweise der Quotient aus dem im vorgegebenen Strahldauerzeitintervall nachdosierten Gesamtgewicht an Strahlmittel und der Dauer des vorgegebenen Strahldauerzeitintervalls gebildet.

Beispiel:

[0024]

vorgegebenes Strahldauerzeitintervall:	24 Stunden
Gesamtgewicht an nachgesetztem Strahlmittel im Strahldauerzeitintervall:	24 kg
Mittlerer Strahlmittelverbrauch:	24 kg / 24 h = 1 kg/h

5

[0025] Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung erfolgt bei metallischen Strahlmitteln die fortlaufende Messung des Füllstands im Hauptbunker mittels einer induktiven Füllstandsmesseinrichtung. Derartige induktive Messeinrichtungen sind nach dem Stand der Technik allgemein bekannt.

10 **[0026]** Zweckmäßigerweise wird zum Nachdosieren am Vorbunker für eine vorgegebene Zeitdauer automatisch eine Auslassöffnung geöffnet. Zu diesem Zweck kann an der Auslassöffnung ein Schieber vorgesehen sein, welcher beispielsweise elektrisch oder pneumatisch geöffnet und geschlossen werden kann. Das vorgeschlagene intervallweise Nachdosieren ist robust und unanfällig.

15 **[0027]** Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung wird zum Messen der jeweils nachdosierten Gewichte an Strahlmittel eine Differenz zwischen einem ersten Gewicht des Vorbunkers samt dem darin aufgenommenen Strahlmittel vor dem Nachdosieren und einem zweiten Gewicht des Vorbunkers samt dem darin noch verbliebenen Strahlmittel nach dem Nachdosieren gebildet. Die Messung des zweiten Gewichts erfolgt zweckmäßigerweise unmittelbar nach dem Schließen der Auslassöffnung. Das zweite Gewicht wird mit dem zuvor gemessenen ersten Gewicht verglichen, welches vor dem Öffnen der Auslassöffnung ermittelt worden ist. Aus der Differenz zwischen dem ersten und dem zweiten Gewicht ergibt sich ein drittes Gewicht des in einem Intervall nachdosierten Strahlmittels. Die vorgeschlagene Differenzmessung zwischen dem ersten und dem zweiten Gewicht ist robust und unanfällig. Sie kann beispielsweise durch Druckmessdosen erfolgen, auf denen der Vorbunker zumindest zum Teil abgestützt ist.

20 **[0028]** Die dritten Gewichte können über dem Strahldauerzeitintervall aufsummiert werden. Aus der Summe der dritten Gewichte kann das nachdosierte Gesamtgewicht an Strahlmittel während des Strahldauerzeitintervalls ermittelt werden.

25 **[0029]** Nach einer weiteren, besonders vorteilhaften Ausgestaltung werden die dritten Gewichte an nachdosiertem Strahlmittel über der Zeit summiert, die jeweilige Summe mit einer auf Lager befindlichen weiteren Menge oder einem weiteren Gewicht verglichen und bei Erreichen einer vorgegebenen Mindestmenge oder einem Mindestgewicht an auf Lager befindlichem Strahlmittel automatisch über Datenfernübertragung eine Nachlieferung an Strahlmittel veranlasst. Damit wird sichergestellt, dass jederzeit ein ausreichender Vorrat an Strahlmittel zur Verfügung steht. Ein unerwünschter Stillstand der Strahlanlage durch eine nicht ausreichende Bevorratung an Strahlmittel wird vermieden.

30 **[0030]** Zweckmäßigerweise werden zum Ermitteln der tatsächlichen Strahldauer diejenigen Zeitabschnitte summiert, bei denen die Stromaufnahme größer als ein vorgegebener Grenzwert ist. Der vorgegebene Grenzwert ist dabei vorteilhafterweise so gewählt, dass er zu einem vorgegebenen optimalen Betriebszustand der Strahlmittelbeschleunigungseinrichtung korrespondiert. Ein Unterschreiten des vorgegebenen Grenzwerts zeigt an, dass beispielsweise die Strahlmittelbeschleunigungseinrichtung verschlissen ist, nicht genügend Strahlmittel nachgeliefert oder eine Korngrößenzusammensetzung des Strahlmittels sich in unerwünschter Weise verändert hat. Durch das Auslösen eines Warnsignals kann schnell reagiert und der gewünschte Betriebszustand wieder hergestellt werden. Damit kann eine vorgegebene Qualität der Oberfläche der zu behandelnden Werkstücke sichergestellt werden. Ausschuss wird vermieden.

35 **[0031]** Nach einem zweiten Aspekt der Erfindung wird eine Vorrichtung zur Ermittlung eines Betriebszustands einer Strahlanlage zum Behandeln einer Oberfläche eines Werkstücks mit einem Strahlmittel vorgeschlagen, umfassend eine zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens hergerichtete Datenverarbeitungseinrichtung.

40 **[0032]** Die Vorrichtung kann ferner eine Einrichtung zur Messung einer Stromaufnahme der Strahlmittelbeschleunigungseinrichtung und/oder der Strahlanlage umfassen, welche mit der Datenverarbeitungseinrichtung zur Signalübertragung verbunden oder verbindbar ist. Insbesondere die Messung der Stromaufnahme der Strahlmittelbeschleunigungseinrichtung und/oder der Strahlanlage ermöglichen eine energetische Bewertung der Effizienz der Strahlanlage. Es kann beispielsweise angegeben werden, welche Gesamtstrommenge zum Behandeln einer vorgegebenen Oberfläche, Stückzahl oder eines vorgegebenen Gewichts an Werkstücken erforderlich ist. Ferner kann der Strahlmittelverbrauch in Bezug zum Gewicht oder der Oberfläche der behandelten Werkstücke angegeben werden.

45 **[0033]** Ferner kann die Vorrichtung eine Einrichtung zur Messung des Gewichts des Vorbunkers umfassen, welche mit der Datenverarbeitungseinrichtung zur Signalübertragung verbunden oder verbindbar ist. Die Vorrichtung kann auch einen Vorbunker umfassen, welcher mit der Einrichtung zur Messung des Gewichts versehen ist.

50 **[0034]** Des Weiteren kann die Vorrichtung eine Füllstandsmesseinrichtung zur Messung des Füllstands des Hauptbunkers umfassen. Die Füllstandsmesseinrichtung kann mit der Datenverarbeitungseinrichtung zur Signalübertragung verbunden oder verbindbar sein.

55 **[0035]** Des Weiteren kann die Datenverarbeitungseinrichtung über das Internet mit zumindest einer weiteren Datenverarbeitungseinrichtung zur Datenfernübertragung verbunden oder verbindbar sein. Die weitere Datenverarbeitungseinrichtung kann ein Mobiltelefon, ein Terminal bei einem Strahlmittel-Lieferanten oder dgl. sein.

[0036] Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Strahlanlage,

Fig. 2 das Gewicht an nachdosiertem Strahlmittel über der Zeit,

5 Fig. 3 die Stromaufnahme einer Strahlmittelbeschleunigungseinrichtung über der Zeit und

Fig. 4 die Strahlleistung über der Zeit.

10 **[0037]** Bei der in Fig. 1 gezeigten Strahlanlage ist mit dem Bezugszeichen 1 allgemein eine Strahleinrichtung bezeichnet, in welcher eine Strahlmittelbeschleunigungseinrichtung 2, z. B. eine Turbine, zum Beschleunigen von Strahlmittel 3 auf eine Oberfläche eines hier schematisch angedeuteten Werkstücks 4 aufgenommen ist.

[0038] Mit dem Bezugszeichen 5 ist allgemein ein Hauptbunker bezeichnet, welcher bezüglich einer Förderrichtung des Strahlmittels 3 stromaufwärts der Strahleinrichtung 1 angeordnet ist. Im Hauptbunker 5 ist eine Füllstandsmesseinrichtung 6 vorgesehen. Mit dem Bezugszeichen 7 ist ein erster Schieber bezeichnet, der zum Bereitstellen von Strahlmittel 15 3 wahlweise geöffnet und geschlossen werden kann. - Das Bezugszeichen 8 bezeichnet eine von der Strahleinrichtung 1 zum Hauptbunker 5 verlaufende Rückführeinrichtung, durch welche das Strahlmittel 3 - nach einer (hier nicht näher gezeigten) Windsichtung - zum Hauptbunker 5 zurückgeführt wird. Die Rückführeinrichtung 8 umfasst eine Rückführung, in welcher beispielsweise ein Schneckenförderer (hier nicht gezeigt) und/oder ein Becherförderer (hier nicht gezeigt), aufgenommen sind.

20 **[0039]** Stromaufwärts des Hauptbunkers 5 ist ein allgemein mit dem Bezugszeichen 9 bezeichneter Vorbunker vorgesehen, welcher mit einem zweiten Schieber 10 versehen ist. Der zweite Schieber 10 kann wahlweise geöffnet und geschlossen werden, so dass intervallweise Strahlmittel 3 aus dem Vorbunker 9 dem Hauptbunker 5, insbesondere über die Rückführeinrichtung 8, zugeführt werden kann. Das intervallweise Nachdosieren des Strahlmittels 3 kann automatisch in Abhängigkeit eines Füllstands im Hauptbunker 5 erfolgen.

25 **[0040]** Der Vorbunker 9 ist über Druckmessdosen 11 gegen einen Untergrund U abgestützt. Mit dem Bezugszeichen 12 ist schematisch eine Datenverarbeitungseinrichtung angedeutet. Die Datenverarbeitungseinrichtung 12 ist über eine erste Signalleitung 13 mit der Strahlmittelbeschleunigungseinrichtung 2, über eine zweite Signalleitung 14 mit der Füllstandsmesseinrichtung 6 und über eine dritte Signalleitung 15 mit den Druckmessdosen 11 verbunden.

30 **[0041]** Das Bezugszeichen 16 bezeichnet einen Schalter, mit dem ein Öffnungs- oder Schließzustand des Deckels 17 des Vorbunkers 9 erfasst wird. Der Schalter 16 ist über eine vierte Signalleitung 18 mit der Datenverarbeitungseinrichtung 12 verbunden.

[0042] Das Bezugszeichen 19 bezeichnet eine fünfte Signalleitung, über die von der Steuerung 12 Signale oder Daten an den zweiten Schieber 10 zum Schließen und Öffnen desselben übermittelt werden können.

35 **[0043]** Über die erste Signalleitung 13 werden Signale oder Daten geliefert, welche zur Stromaufnahme der Strahlmittelbeschleunigungseinrichtung 2 korrespondieren. Über die zweite Signalleitung 14 werden Signale oder Daten übermittelt, welche zum Füllstand des Strahlmittels 3 im Hauptbunker 5 korrespondieren. Über die dritte Signalleitung 15 werden Signale oder Daten übermittelt, welche zum Gewicht des Vorbunkers 9 korrespondieren. Über die vierte Signalleitung 18 werden Signale oder Daten übermittelt, welche anzeigen, ob der Deckel 17 geöffnet oder geschlossen ist.

40 **[0044]** Ferner kann eine (hier nicht gezeigte) weitere Einrichtung zur Messung der Stromaufnahme der gesamten Strahleinrichtung 1 vorgesehen sein. Die Gesamtstromaufnahme umfasst insbesondere auch den zum Transport des Strahlmittels 3 mittels der Rückführeinrichtung erforderlichen Strom. Zu diesem Zweck umfasst die Rückführeinrichtung 8 beispielsweise ein Becherwerk.

[0045] Die Funktion der Vorrichtung bzw. das damit ausführbare Verfahren ist wie folgt:

45 Mit der Strahlmittelbeschleunigungseinrichtung 2 wird Strahlmittel 3 gegen die Oberfläche eines Werkstücks 4 geschleudert, wodurch die Oberfläche abgetragen wird. Infolgedessen bildet sich im Strahlmittel 3 eine feine Kornfraktion, welche zum Strahlen der Oberfläche des Werkstücks 4 ungeeignet ist. Die feine Kornfraktion wird mittels einer herkömmlichen Windsichtung aus dem Strahlmittel 3 entfernt. Das entsprechend aufbereitete Strahlmittel 3 wird von der Strahleinrichtung 1 durch die Rückführeinrichtung 8 zum Hauptbunker 5 zurückgeführt. Im Hauptbunker 5 wird der Füllstand an Strahlmittel 3 fortlaufend mittels der Füllstandsmesseinrichtung 6 gemessen. Die entsprechenden Messwerte werden über die zweite Signalleitung 14 der Datenverarbeitungseinrichtung 12 zugeführt.

50 **[0046]** Sobald im Hauptbunker 5 der Füllstand unter einen vorgegebenen Mindestwert abfällt, wird der zweite Schieber 10 am Vorbunker 9 für eine vorgegebene Zeitdauer geöffnet. Infolgedessen wird über die Rückführeinrichtung 8 neues Strahlmittel 3 dem Hauptbunker 5 intervallweise zugeführt. Dabei wird vor dem Öffnen des zweiten Schiebers 10 ein erstes Gewicht des Vorbunkers 9 samt darin aufgenommenen Strahlmittel 3 mittels der Druckmessdosen 11 gemessen. Das erste Gewicht wird in der Datenverarbeitungseinrichtung 12 gespeichert. Nach dem Schließen des zweiten Schiebers 10 wird ein zweites Gewicht des Vorbunkers 9 samt dem darin noch verbliebenen Strahlmittel 3 gemessen. Aus der Differenz zwischen dem ersten Gewicht und dem zweiten Gewicht ergibt sich ein drittes Gewicht, welches zur Menge an nachdosiertem Strahlmittel 3 korrespondiert.

[0047] Das Gewicht an nachdosiertem Strahlmittel 3 bzw. die sich daraus ergebende Menge wird mittels der Datenverarbeitungseinrichtung 12 über der Zeit erfasst (siehe Fig. 2). Ferner wird mit der Datenverarbeitungseinrichtung 12 durch die erste Signalleitung 13 die Stromaufnahme der Strahlmittelbeschleunigungseinrichtung 2 über der Zeit erfasst (siehe Fig. 3).

[0048] Bezüglich der Stromaufnahme ist zweckmäßigerweise ein Grenzwert vorgegeben. Sofern die Stromaufnahme oberhalb des Grenzwerts liegt, wird die Strahlmittelbeschleunigungseinrichtung 2 ordnungsgemäß mit Strahlmittel 3 belastet. Oberhalb des Grenzwerts befindet sich die Strahlmittelbeschleunigungseinrichtung 2 im "Strahlbetrieb". Sofern der Grenzwert für die Stromaufnahme unterschritten wird, zeigt das einen nicht ordnungsgemäßen Betrieb der Strahlmittelbeschleunigungseinrichtung 2 oder deren Leerlauf an. Ein nicht ordnungsgemäßer Betrieb kann beispielsweise durch verschlissene Turbinenschaufeln, Lagerschaden oder dgl. hervorgerufen werden. Ein Leerlauf kann beispielsweise durch eine Förderunterbrechung in der Rückführeinrichtung 8 hervorgerufen werden.

[0049] Sofern die Stromaufnahme den Grenzwert unterschreitet, wird vorteilhafterweise mittels der Datenverarbeitungseinrichtung 12 ein Alarmsignal ausgelöst.

[0050] Die Stromaufnahme der Strahlmittelbeschleunigungseinrichtung 2 wird mittels der Datenverarbeitungseinrichtung 12 über der Zeit aufgezeichnet. Es werden zur Ermittlung der tatsächlichen Strahldauer vorteilhafterweise ausschließlich diejenigen Zeitintervalle aufsummiert, bei denen sich die Stromaufnahme oberhalb des Grenzwerts befindet.

[0051] Fig. 4 zeigt den mittleren Strahlmittelverbrauch über der Zeit. Zur Ermittlung des mittleren Strahlmittelverbrauchs wird auf der y-Achse vorteilhafterweise für die jeweiligen bestimmten Zeitpunkte ein Wert aufgetragen, welcher sich z. B. für den Zeitpunkt 08:30 Uhr wie folgt ergibt:

$$y_{08:30 \text{ Uhr}} = \sum (\text{nachgesetzte dritte Gewichte im gewählten Strahldauerzeitintervall}) / (\text{Anzahl der Stunden des Strahldauerzeitintervalls})$$

[0052] In Fig. 4 beträgt der mittlere Strahlmittelverbrauch für den bestimmten Zeitpunkt 08:30 Uhr 20 kg/h. Im Strahldauerzeitintervall zwischen 08:30 Uhr (Vortag) und 08:30 Uhr sind also $24 \times 20 \text{ kg} = 480 \text{ kg}$ an Strahlmittel verbraucht worden. - Für den bestimmten Zeitpunkt 09:30 Uhr beträgt der mittlere Strahlmittelverbrauch 30 kg/h, d. h. im gewählten Strahldauerzeitintervall von 09:30 Uhr (Vortag) bis zum bestimmten Zeitpunkt 09:30 Uhr sind insgesamt $24 \times 30 \text{ kg} = 720 \text{ kg}$ an Strahlmittel verbraucht worden.

[0053] Aus der Erhöhung des mittleren Strahlmittelverbrauchs kann darauf geschlossen werden, dass, sofern kein Wechsel der zu bestrahlenden Werkstücke stattgefunden hat, die Effektivität der Strahlanlage sich vermindert hat.

[0054] Zur Optimierung des Verfahrens können beispielsweise die Korngrößenverteilung des Strahlmittels 3, ein von der Strahlmittelbeschleunigungseinrichtung 2 auf das Strahlmittel 3 übertragener Impuls usw. variiert werden. Ferner können je nach dem zu bearbeitenden Werkstück 4 von vornherein zuvor ermittelte optimale Strahlleistungen eingestellt werden.

[0055] Wegen der fortlaufenden Erfassung des aus dem Vorbunker 9 entnommenen Gewichts an Strahlmittel 3 (siehe Fig. 2) ist es möglich, mittels der Datenverarbeitungseinrichtung 12 über das Internet automatisch über einen Lieferanten eine Nachlieferung an Strahlmittel 3 auszulösen. Damit können unerwünschte Lieferunterbrechungen vorteilhafterweise vermieden werden.

[0056] Mittels des Schalters 16 wird überwacht, ob der Deckel 17 geöffnet oder geschlossen ist. Bei geöffnetem Deckel 17 wird der zweite Schieber 10 automatisch gesperrt, d. h. solange der Deckel 17 geöffnet ist, erfolgt kein Nachdosieren von Strahlmittel 3 aus dem Vorbunker 9 in die Rückführeinrichtung 8. Damit wird vermieden, dass beim Nachfüllen des Vorbunkers 9 die Messung des Gewichts an nachdosiertem Strahlmittel 3 verfälscht wird. Bei geschlossenem Schalter 16 bzw. geschlossenem Deckel 17 ist dagegen ein automatisches Nachdosieren von Strahlmittel 3 - wie oben beschrieben - möglich.

Bezugszeichenliste

[0057]

- 1 Strahleinrichtung
- 2 Strahlmittelbeschleunigungseinrichtung
- 3 Strahlmittel
- 4 Werkstück
- 5 Hauptbunker
- 6 Füllstandsmesseinrichtung
- 7 erster Schieber
- 8 Rückführeinrichtung
- 9 Vorbunker
- 10 zweiter Schieber
- 11 Druckmessdose

- 12 Datenverarbeitungseinrichtung
- 13 erste Signalleitung
- 14 zweite Signalleitung
- 15 dritte Signalleitung
- 5 16 Schalter
- 17 Deckel
- 18 vierte Signalleitung
- 19 fünfte Signalleitung
- F Förderrichtung
- 10 U Untergrund

Patentansprüche

- 15 1. Vorrichtung zur Ermittlung eines Betriebszustands einer Strahlanlage zum Behandeln einer Oberfläche eines Werkstücks (4) mit einem Strahlmittel (3), umfassend eine Einrichtung zur Messung einer Stromaufnahme einer Strahlmittelbeschleunigungseinrichtung (2) und/oder der Strahlanlage, welche mit einer Datenverarbeitungseinrichtung (12) zur Signalübertragung verbunden oder verbindbar ist.
- 20 2. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei eine Einrichtung (11) zum Messen eines Gewichts eines Vorbunkers (9) vorgesehen ist, welche mit der Datenverarbeitungseinrichtung (12) zur Signalübertragung verbunden oder verbindbar ist.
- 25 3. Vorrichtung nach Anspruch 2, umfassend einen mit der Einrichtung (11) zum Messen des Gewichts versehenen Vorbunker (9).
- 30 4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine Füllstandsmesseinrichtung (6) zur Messung des Füllstands eines Hauptbunkers (5) vorgesehen ist, welche mit der Datenverarbeitungseinrichtung (12) zur Signalübertragung verbunden oder verbindbar ist.
5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Datenverarbeitungseinrichtung (12) über das Internet mit zumindest einer weiteren Datenverarbeitungseinrichtung zum Datenfernübertragung verbunden oder verbindbar ist.
- 35 6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Datenverarbeitungseinrichtung (12) hergerichtet ist zur Durchführung eines Verfahrens mit folgenden Schritten:
 - fortlaufende Messung eines Füllstands an Strahlmittel (3) im stromaufwärts einer Strahleinrichtung (1) vorgesehenen Hauptbunker (5),
 - 40 Nachdosieren von Strahlmittel (3) von einem stromaufwärts des Hauptbunkers (5) vorgesehenen Vorbunker (9) in den Hauptbunker (5), so dass der Füllstand im Hauptbunker (5) innerhalb eines vorgegebenen Füllstandsbereichs gehalten wird,
 - Messen der vom Vorbunker (9) an den Hauptbunker (5) nachdosierten Gewichte und Erfassen der gemessenen Gewichte über der Zeit,
 - 45 Messen einer Stromaufnahme einer Strahlmittelbeschleunigungseinrichtung (2) und Messen einer tatsächlichen Strahldauer,
 - Bestimmen eines Strahldauerzeitintervalls,
 - Ermitteln eines mittleren Strahlmittelverbrauchs für einen bestimmten Zeitpunkt aus dem während des vorgegebenen Strahldauerzeitintervalls bis zum bestimmten Zeitpunkt nachdosierten Gesamtgewicht an Strahlmittel
 - 50 (3),
 - Wiederholen des Schritts der Ermittlung des mittleren Strahlmittelverbrauchs für nachfolgende weitere bestimmte Zeitpunkte, und
 - Anzeigen des jeweiligen mittleren Strahlmittelverbrauchs über den jeweiligen bestimmten Zeitpunkten.
- 55 7. Vorrichtung nach Anspruch 6, wobei als Strahldauerzeitintervall eine Dauer von $n \cdot 12$ Stunden gewählt wird, wobei n eine natürliche Zahl ist.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 oder 7, wobei zur Berechnung des mittleren Strahlmittelverbrauchs der

Quotient aus dem im vorgegebenen Strahldauerzeitintervall nachdosierten Gesamtgewicht an Strahlmittel (3) und der Dauer des Strahldauerzeitintervalls gebildet wird.

5 9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 8, wobei die fortlaufende Messung des Füllstands im Hauptbunker (5) mittels einer induktiven Füllstandsmesseinrichtung (6) erfolgt.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 9, wobei zum Nachdosieren am Vorbunker (9) für eine vorgegebene Zeitdauer automatisch eine Auslassöffnung (10) geöffnet wird.

10 11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 10, wobei zum Messen eines jeweils nachdosieren dritten Gewichts an Strahlmittel (3) eine Differenz zwischen einem ersten Gewicht des Vorbunkers (9) vor dem Nachdosieren und einem zweiten Gewicht des Vorbunkers (9) nach dem Nachdosieren gebildet wird.

15 12. Vorrichtung nach Anspruch 11, wobei die dritten Gewichte an nachdosiertem Strahlmittel (3) über der Zeit summiert, die jeweilige Summe mit einer auf Lager befindlichen weiteren Menge oder einem weiteren Gewicht verglichen und bei Erreichen einer vorgegebenen Mindestmenge oder einem vorgegebenen Mindestgewicht an auf Lager befindlichem Strahlmittel (3) automatisch über Datenfernübertragung eine Nachlieferung an Strahlmittel (3) veranlasst wird.

20 13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 12, wobei zum Ermitteln der tatsächlichen Strahldauer diejenigen Zeitabschnitte summiert werden, bei denen die Stromaufnahme größer als ein vorgegebener Grenzwert ist.

14. Vorrichtung nach Anspruch 13, wobei bei Unterschreiten des vorgegebenen Grenzwerts ein Warnsignal erzeugt wird.

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

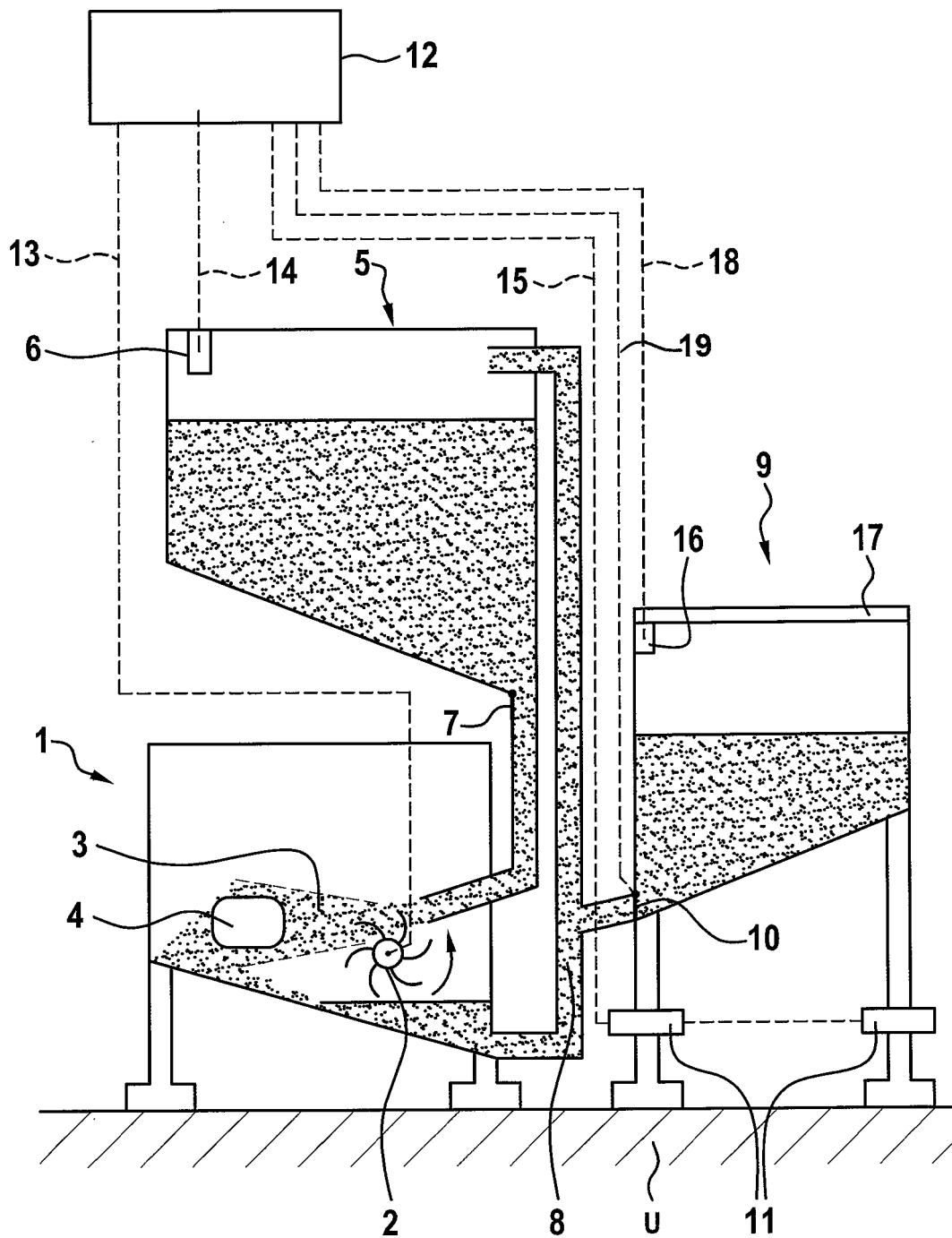


Fig. 2

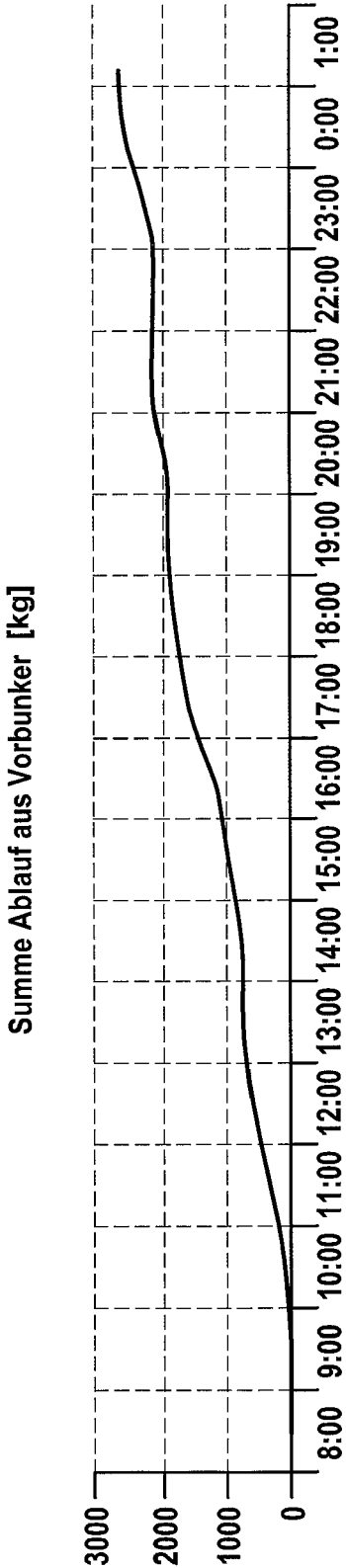


Fig. 3

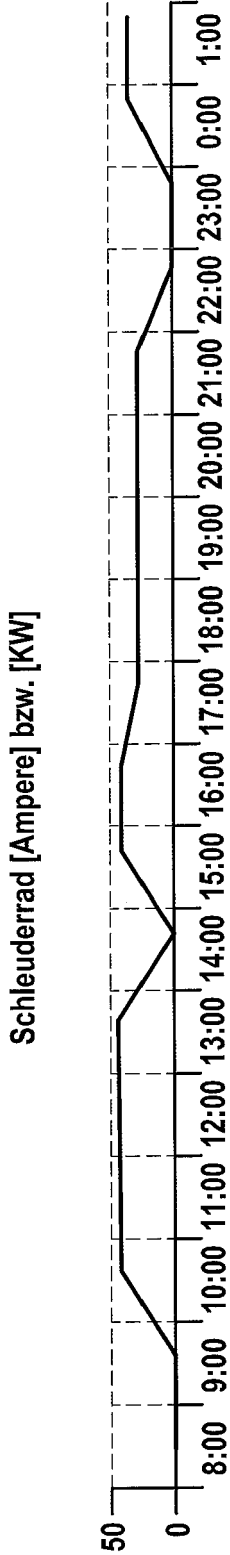
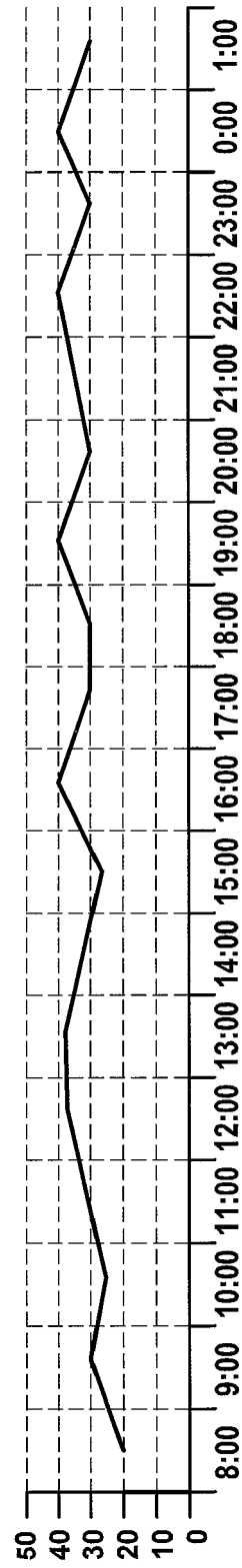


Fig. 4

Strahlmittelverbrauch (24 h) in [kg]





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 20 20 0330

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	JP H06 143147 A (INAX CORP) 24. Mai 1994 (1994-05-24) * Absatz [0010]; Anspruch 1 *	1,5	INV. B24C3/00 B24C7/00 B24C5/06 B24C9/00
X	US 5 975 985 A (SUTHERLAND JAMES BRETT [US] ET AL) 2. November 1999 (1999-11-02) * Spalte 7, Zeile 21 - Zeile 28; Ansprüche 1-4 * * Spalte 8, Zeile 14 - Zeile 18 *	1	
A,D	DE 31 31 002 A1 (CAFTANAT SERGIU DIPL ING) 24. März 1983 (1983-03-24) * Abbildung 1 *	1,2,6	
A	WO 03/055644 A1 (MILANO POLITECNICO [IT]; ANNONI MASSIMILIANO [IT] ET AL.) 10. Juli 2003 (2003-07-10) * Seite 7, Zeile 12 - Zeile 21; Abbildung 1 *	2,3	
A	US 4 862 649 A (DAVIS DAREN C [US] ET AL) 5. September 1989 (1989-09-05) * Spalte 6, Zeile 61 - Spalte 7, Zeile 26; Abbildungen 7-9 *	2	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) B24C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 15. Januar 2021	Prüfer Carmichael, Guy
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	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 20 20 0330

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente 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.

15-01-2021

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP H06143147 A	24-05-1994	KEINE	
US 5975985 A	02-11-1999	KEINE	
DE 3131002 A1	24-03-1983	KEINE	
WO 03055644 A1	10-07-2003	AU 2002364402 A1 IT MI20012804 A1 WO 03055644 A1	15-07-2003 27-06-2003 10-07-2003
US 4862649 A	05-09-1989	KEINE	

EPO FORM P0461

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

- DE 202016100542 U1 **[0002]**
- DE 3131002 A1 **[0003]**
- DE 102015000632 A1 **[0004]**
- WO 2014040125 A1 **[0005]**
- EP 0456502 A1 **[0006]**
- DE 10332713 B3 **[0007]**