



(11) **EP 4 194 145 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
09.10.2024 Patentblatt 2024/41

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
B24C 5/06^(2006.01) B24C 3/00^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **22210571.0**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
B24C 5/06; B24C 3/00; B24C 5/062

(22) Anmeldetag: **30.11.2022**

(54) **SYSTEM UND VERFAHREN ZUR ERMITTLUNG EINES VERSCHLEISSZUSTANDES EINES SCHLEUDERRADS**

SYSTEM AND METHOD FOR DETERMINING A WEAR STATE OF A SPINNING WHEEL

SYSTÈME ET PROCÉDÉ DE DÉTERMINATION D'UN ÉTAT D'USURE D'UNE ROUE CENTRIFUGE

(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 ME MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

- **KOLLACKS, Tom**
96120 Bischberg (DE)
- **REICHERT, Roman**
96215 Lichtenfels (DE)

(30) Priorität: **09.12.2021 DE 102021132554**

(74) Vertreter: **Manitz Finsterwald**
Patent- und Rechtsanwaltspartnerschaft mbB
Martin-Greif-Strasse 1
80336 München (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
14.06.2023 Patentblatt 2023/24

(73) Patentinhaber: **Rösler Holding GmbH**
96231 Bad Staffelstein (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A1- 102015 101 485 DE-B3- 102016 223 190
US-A- 5 975 985 US-A1- 2010 211 429
US-A1- 2013 122 781

(72) Erfinder:
• **REINMANN, Jan**
98646 Straufhain (DE)

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

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein System und ein Verfahren zur Ermittlung eines Verschleißzustandes eines Schleuderrads in einer Strahlanlage. Schleuderräder werden in Strahlanlagen zur mechanischen Beschleunigung von Strahlmitteln genutzt. Sie unterliegen einem nutzungsspezifischen Verschleiß, der je nach verwendeten Strahlmitteln gering bis sehr stark ausfallen kann. Der meiste Verschleiß entsteht systembedingt an den Wurfschaufeln der Schleuderräder, da hier die größte Beschleunigungsarbeit geleistet wird. Bekannte Verfahren zur Kontrolle und Überwachung dieser Verschleißteile beschränken sich auf Sichtkontrollen und Prognosen generiert aus einer Standzeithistorie. Dadurch ist gerade bei Maschinen mit mehreren Schleuderrädern ein nicht unerheblicher Wartungsaufwand vorhanden.

[0002] Ein Verfahren nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 ist aus der DE 10 2016 223 190 B3 bekannt.

[0003] Es ist eine Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zur Ermittlung eines Verschleißzustandes eines Schleuderrads und ein entsprechendes System anzugeben, die eine effizientere Verschleißerkennung ermöglichen.

[0004] Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt durch ein Verfahren und ein System mit den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche 1 und 8.

[0005] Das erfindungsgemäße Verfahren zur Ermittlung eines Verschleißzustandes eines Schleuderrads umfasst die folgenden Schritte: Erfassen von zumindest einer Kenngröße eines Antriebs des Schleuderrads in zumindest einem Betriebszustand des Schleuderrads, basierend auf Daten einer Steuereinheit für den Antrieb; Vergleichen der zumindest einen erfassten Kenngröße mit einer vordefinierten Kenngröße für den zumindest einen Betriebszustand, wobei die vordefinierte Kenngröße die Kenngröße des Schleuderrads ohne Verschleiß für den zumindest einen Betriebszustand kennzeichnet, und Ermitteln eines Verschleißzustandes auf Basis des Vergleichs der zumindest einen erfassten Kenngröße mit der vordefinierten Kenngröße für den zumindest einen Betriebszustand. Ebenfalls können verschiedene Kenngrößen, die bei verschiedenen Betriebszuständen erfasst werden, mit den jeweiligen vordefinierten Kenngrößen in den jeweiligen Betriebszuständen verglichen und ausgewertet werden. Die zumindest eine erfasste Kenngröße kann eine gemessene Kenngrößen des Schleuderrads mit Verschleiß für den zumindest einen Betriebszustand sein.

[0006] Unter einem Verschleiß kann eine Abnutzung, beispielsweise ein Masseverlust, durch einen Oberflächenabtrag an einer Oberfläche eines Schleuderrads verstanden werden. Der Verschleiß kann durch schleifende, rollende, schlagende, kratzende, chemische oder thermische Beanspruchung verursacht werden, wobei Material aus der Oberfläche eines festen Körpers abgetragen wird. Das Abtragen des Materials führt zu einem Materialverlust an der Oberfläche und zu einer Oberflächenzerklüftung. Dadurch verändern sich die Massenträgheitsmomente des Schleuderrads und der Reibungskoeffizient zwischen der Umgebungsluft und der/den Oberfläche(n) des Schleuderrads. Diese Änderungen der Massenträgheitsmomente haben direkten Einfluss auf die aufzubringenden Drehmomente des Antriebs des Schleuderrads. Ebenso kann durch die Änderungen der Massenträgheitsmomente eine gewünschte Funktion beeinträchtigt oder nicht mehr gewährleistet werden. Dies kann bis hin zu einer Bauteilschädigung und einem damit verbundenen Ausfall von Maschinen oder Geräten führen. Eine frühzeitige Erkennung von Verschleiß ist daher wünschenswert, um die Lebensdauer von Maschinen und Geräten zu erhöhen und damit Kosten einzusparen.

[0007] Um das Strahlmittel auf Abwurfgeschwindigkeit zu beschleunigen, wird das Schleuderrad mittels eines Antriebs in Rotation versetzt. Der Antrieb kann beispielsweise als Elektromotor ausgebildet sein. Der Motor kann über eine Steuereinheit gesteuert werden, wobei die Steuereinheit die Parameter (Drehmoment, Drehzahl, etc.) des Motors steuert.

[0008] Das Schleuderrad bzw. der Antrieb des Schleuderrads kann während des Betriebs der Strahlanlage verschiedene Betriebszustände annehmen, beispielsweise ein Anfahren des Motors zu Beginn einer Beschleunigungsphase des Schleuderrads, einen Leerlaufbetrieb des Schleuderrads, d.h. dem Schleuderrad wird kein Strahlmittel zugeführt, oder einen Auslauf des Motors, welcher beispielsweise bei Beendigung des Strahlvorgangs erfolgen kann, wenn der Motor des Antriebs die Drehzahl des Schleuderrads bis zum Stillstand des Schleuderrads reduziert.

[0009] Als erfasste oder vordefinierte Kenngröße kann jeder geeignete Parameter des Antriebs des Schleuderrads bezeichnet werden. Beispielsweise umfasst dies bei einem Motor die Drehzahl, das Drehmoment und/oder der Drehmomentkenngröße zugrundeliegenden Strom- oder Leistungskennwerte, welche über die Steuereinheit des Antriebs bzw. entsprechende Messumformer, die dem Motor vorgeschaltet sind, erfasst werden können.

[0010] Als vordefinierte Kenngröße kann eine gemessene Kenngröße oder eine durch Messdaten ermittelte Kennlinie für einen jeweiligen Betriebszustand verstanden werden. Die vordefinierte Kenngröße oder Kennlinie kann einmalig vor Betrieb der Strahlanlage ermittelt werden, wobei die Schleuderräder noch keinen Verschleiß aufweisen. Die vordefinierte Kenngröße kann als Referenz für die Ermittlung des Verschleißzustandes dienen. Dabei wird eine in einem Betriebszustand erfasste bzw. gemessene Kenngröße mit dem Referenzwert der vordefinierten Kenngröße in diesem Betriebszustand verglichen. Aus der Differenz kann auf den Verschleißzustand geschlossen werden.

[0011] Der Betriebszustand ist erfindungsgemäß ein Anfahrbetrieb und/oder ein Auslaufbetrieb des Schleuderrads. Der Anfahrbetrieb des Schleuderrads kann als ein Hochlaufen oder Beschleunigen des Schleuderrads auf eine gewünschte Drehzahl verstanden werden. Dabei wird über die Steuereinheit ein Signal einer gewünschten Solldrehzahl des Motors, der direkt mit dem Schleuderrad verbunden sein kann, übermittelt und eine gewünschte Hochlaufkurve bzw. ein gewünschter Beschleunigungsverlauf des Motors, und damit des Schleuderrads, ausgegeben. Als Auslaufbe-

trieb kann einen Betriebszustand nach der Betriebsphase bezeichnet werden, wobei die Betriebsphase ein Betriebszustand während des eigentlichen Betriebs ist. Bei einer Strahlanlage ist die Betriebsphase beispielsweise ein Betriebszustand, bei dem Strahlmittel dem Schleuderrad zugeführt wird, und das Strahlmittel durch das Schleuderrad beschleunigt und abgeworfen wird. Der Auslaufbetrieb kann durch einen Steuerbefehl der Steuereinheit eingeleitet werden, wobei der Steuerbefehl eine Reduzierung der Drehzahl des Antriebs auf Null beinhalten kann. Die Reduzierung der Drehzahl oder eines anderen geeigneten Parameters, beispielsweise eines Drehmoments, kann stufenweise, linear, oder exponentiell erfolgen.

[0012] Bei einigen Ausführungsformen kann das Verfahren ferner den folgenden Schritt umfassen: Erfassen der zumindest einen erfassten Kenngröße in einem zweiten Betriebszustand des Schleuderrads. Dies kann vorteilhaft sein, um die Verschleißermittlung nicht nur auf Basis von Daten eines Betriebszustand ermitteln zu müssen. Evtl. Fehlertoleranzen oder Messungenauigkeiten können durch die Verwendung von zumindest zwei Betriebszuständen bei der Verschleißüberwachung ausgeglichen werden.

[0013] Bei einigen Ausführungsformen kann der zweite Betriebszustand ein Leerlaufbetrieb des Schleuderrads sein. Der Leerlaufbetrieb erfolgt ohne Last, d.h. dem Schleuderrad wird kein Strahlmittel zugeführt. Dadurch können Einflüsse von externen Quellen, wie beispielsweise einem Strahlmittel vermieden werden. Das Schleuderrad rotiert im Leerlaufbetrieb beispielsweise mit konstanter Drehzahl. Der Leerlaufbetrieb kann aber auch bei sich abwechselnden unterschiedlichen Drehzahlen erfolgen, beispielsweise durch abgestufte Phasen mit jeweils konstanter Drehzahl.

[0014] Bei einigen Ausführungsformen kann das Verfahren ferner den folgenden Schritt umfassen: Erfassen der zumindest einen erfassten Kenngröße in einem dritten Betriebszustand des Schleuderrads. Um den Einfluss von Messfehlern noch weiter zu minimieren, kann die zumindest eine erfasste Kenngröße für einen dritten Betriebszustand des Schleuderrads berücksichtigt werden. Ferner kann es sein, dass sich der Verschleißzustand unterschiedlich stark in den unterschiedlichen Betriebszuständen zeigt, sodass ein frühzeitigeres Erkennen des Verschleißzustandes durch Berücksichtigung von mehreren Betriebszuständen ermöglicht wird.

[0015] Bei einigen Ausführungsformen kann das Verfahren ferner den folgenden Schritt umfassen: Ausgeben eines Warnhinweises über den Verschleißzustand, wenn der ermittelte Verschleißzustand einen vorbestimmten Wert überschritten hat. Ein Warnhinweis kann einen Benutzer der Maschine darauf aufmerksam machen, dass ein kritischer Verschleißzustand erreicht wurde, der vordefiniert sein kann. Der Warnhinweis kann optisch oder akustisch erfolgen. Durch den Warnhinweis kann signalisiert werden, dass eine volle Funktionsfähigkeit der Maschine nicht mehr gewährleistet ist und ein zeitnahes Austauschen von Bauteilen nötig ist, wie beispielsweise von Wurfschaufeln eines Schleuderrads. Durch den rechtzeitigen Austausch von Teilen mit Verschleiß können Schäden an der Maschine und somit längere Ausfallzeiten vermieden werden.

[0016] Bei einigen Ausführungsformen kann die Steuereinheit einen Antriebsmotor des Schleuderrads elektrisch versorgen. Die Steuereinheit des Antriebsmotors kann ein Frequenzumrichter sein. Mit Hilfe des Frequenzumrichters kann die Drehzahl des Antriebsmotors stufenlos von nahezu null bis zu einer Nenndrehzahl geregelt werden, ohne dass das Drehmoment abnimmt. Der Antriebsmotor kann ein Drehstrom-Asynchronmotor sein.

[0017] Bei einigen Ausführungsformen kann die zumindest eine erfasste Kenngröße ein Anlaufdrehmoment und/oder ein Anlaufstrom und/oder ein Leerlaufstrom und/oder ein Leerlaufdrehmoment und/oder ein Bremsdrehmoment und/oder eine Auslaufzeit und/oder eine Anlaufzeit und/oder ein Beschleunigungsmoment des Antriebsmotors sein. Die zumindest eine erfasste Kenngröße kann durch die Steuereinheit des Antriebsmotors zur Verfügung gestellt werden.

[0018] Bei einigen Ausführungsformen kann das Ermitteln eines Verschleißzustandes in vordefinierten Zyklen erfolgen. Die vordefinierten Zyklen können zeitabhängig sein, beispielsweise nach jeweils 10 Stunden, 50 Stunden, 1000 Stunden oder 2000 Stunden Betriebszeit der Maschine oder jedes einzelnen Antriebs der Schleuderräder, wobei die Einheit "Stunden" als Betriebsstunden oder Laststunden definiert sein können. Die vordefinierten Zyklen können auch einer vordefinierten Anzahl an Betriebszuständen entsprechen, beispielsweise nach 100, 500, 1000 oder 5000 Anlaufphasen, Leerlaufphasen, oder Auslaufphasen der Strahlanlage oder der einzelnen Schleuderradantriebe.

[0019] Bei einigen Ausführungsformen können die vordefinierten Zyklen variabel sein und ein Abstand zwischen zwei Zeitpunkten zum Ermitteln eines Verschleißzustandes kann mit zunehmender Betriebsdauer abnehmen. Beispielsweise kann ein Abstand der Zyklen nach dem Tausch von Komponenten eines Schleuderrads (z.B. Wurfschaufeln) größer sein als nach 10 Stunden oder 50 Stunden Betriebsdauer der Strahlanlage und/oder ein Abstand der Zyklen nach 10 Stunden oder 50 Stunden Betriebsdauer kann größer sein als nach 1000 Stunden oder 5000 Stunden Betriebsdauer der Strahlanlage. Somit kann ein effizientes Ermitteln eines kritischen Verschleißzustandes ermöglicht werden.

[0020] Die Erfindung betrifft ferner ein System zur Ermittlung eines Verschleißzustandes eines Schleuderrads in einer Strahlanlage, aufweisend ein Schleuderrad, einen Antrieb des Schleuderrads, eine Steuereinheit für den Antrieb, und eine Auswerteeinheit, wobei die Auswerteeinheit dazu ausgebildet ist, einen Verschleißzustand des Schleuderrads unter Anwendung des der hierin beanspruchten Verfahrens zu ermitteln. Das System ist ferner dazu geeignet das hierin beschriebene Verfahren auszuführen.

[0021] Bei einigen Ausführungsformen kann das System ferner eine Ausgabeeinheit umfassen, wobei die Ausgabeeinheit zum Ausgeben eines Warnhinweises zu dem Verschleißzustand ausgebildet ist, wenn der ermittelte

Verschleißzustand einen vorbestimmten Wert überschritten hat. Zur Ausgabe des Warnhinweises kann direkt an der Strahlanlage ein geeignetes Ausgabemedium, beispielsweise ein Display, eine Lampe, oder ein Lautsprecher angeordnet sein. Der Warnhinweis kann aber auch per Datenübertragung, beispielsweise per Funk (Bluetooth, WLAN) oder über ein Daten-Netzwerk (WAN, LAN) auf ein Ausgabemedium übertragen werden, welches sich nicht in unmittelbarer Umgebung zur Strahlanlage oder dezentral befindet. Somit ist auch eine Fernüberwachung des Verschleißzustandes möglich, beispielsweise durch Ausgabe des Warnhinweises auf ein Mobiltelefon oder einen Computer, was insbesondere einen voll-/teilautonomen Betrieb der Maschine zulässt.

[0022] Das erfindungsgemäße Verfahren kann der automatischen Verschleißüberwachung von Schleuderrädern zur mechanischen Strahlmittelbeschleunigung an Strahlanlagen dienen. Die Grundlage des Verfahrens beruht auf physikalischen Eigenschaften von Massenabnahme und Oberflächenveränderung (Erosion) der in den Schleuderrädern verwendeten Wurfschaufeln, was nachfolgend lediglich beispielhaft unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben wird.

Fig. 1 perspektivische Darstellung eines Schleuderrads;

Fig. 2A zeigt eine schematische Darstellung zur Berechnung eines Massenträgheitsmoments einer Wurfschaufel eines Schleuderrads;

Fig. 2B zeigt eine schematische Darstellung zur Berechnung eines Massenträgheitsmoments eines Befestigungssystems (Bolzen) eines Schleuderrads;

Fig. 2C zeigt eine schematische Darstellung zur Berechnung eines Massenträgheitsmoments einer Hülse eines Schleuderrads;

Fig. 3A zeigt ein Diagramm eines Vergleichs von Drehmomentverläufen eines Schleuderrads in einem Anfahrtrieb;

Fig. 3B zeigt ein Diagramm eines Vergleichs von Drehmomentverläufen eines Schleuderrads in einem Leerlaufbetrieb;

Fig. 3C zeigt ein Diagramm eines Vergleichs von Drehmomentverläufen eines Schleuderrads in einem Auslaufbetrieb;

Fig. 4 zeigt ein Diagramm zur Verschleißbeurteilung eines Schleuderrads;

Fig. 5 zeigt ein Flussdiagramm eines Verfahrens zur Ermittlung eines Verschleißzustandes eines Schleuderrads; und

Fig. 6 zeigt ein System zur Ermittlung eines Verschleißzustandes eines Schleuderrads;

[0023] Fig. 1 zeigt eine perspektivische Darstellung eines beispielhaften Schleuderrads 100, welches in einer Strahlanlage 602 zum Beschleunigen von Strahlmittel verwendet wird. Schleuderräder 100 können in verschiedenen Varianten, beispielsweise als Zweischeibenrad oder als Einscheibenrad, ausgeführt sein. Das in einer beispielhaften Ausführungsform dargestellte Zweischeibenschleuderrad 100 in Fig. 1 umfasst eine erste Trägerscheibe 114 und eine zu der ersten Trägerscheibe 114 parallel versetzt angeordnete zweite Trägerscheibe 116. Beide Trägerscheiben 114, 116 sind scheibenförmig ausgebildet. Die beiden Trägerscheiben 114, 116 sind bei der dargestellten Ausführungsform mit Hilfe von Hülsen 120 in einem definierten Abstand zueinander verbunden. An Innenseiten 106 der Trägerscheiben 114, 116 sind in radialer Richtung nach außen offene, das heißt am Außenumfang der Trägerscheiben 114, 116 offene, Nuten 122, 123 ausgebildet, die sich jeweils in radialer Richtung nach innen verjüngen. Jede der Nuten 122, 123 verjüngt sich dabei streng monoton. Beide Seitenflächen bzw. Seitenwände 108 der Nuten 122, 123 sind konvex gekrümmt. Am inneren Ende der Nuten 122, 123 ist ein Anschlag (nicht dargestellt) vorgesehen. Jedoch kann der Anschlag auch durch die sich verjüngenden Nuten 122, 123 selbst gebildet sein.

[0024] Das Schleuderrad 100 umfasst eine Vielzahl von Wurfschaufeln 102, wobei die Wurfschaufeln 102 radial um eine Drehachse A des Schleuderrads 100 verteilt angeordnet sind und durch die Nuten 122, 123 aufgenommen werden. Die Wurfschaufeln 102 weisen eine Y-förmige Querschnittsfläche auf. Zwei sich gegenüberliegende Außenflächen der Wurfschaufel 102 bilden jeweils eine Leitfläche 104 für ein nicht gezeigtes Strahlmittel. Durch die Y-förmige geometrische Gestaltung der Wurfschaufeln 102 kann das Schleuderrad 100 sowohl linksdrehend um die Drehachse A als auch rechtsdrehend um die Drehachse A betrieben werden, d.h. die Wurfschaufeln 102 können beidseitig verwendet werden, wodurch eine Drehrichtungsumkehr ermöglicht wird.

[0025] Durch den Y-förmigen Querschnitt entsteht zwischen den beiden kürzeren Schenkeln eine Aufnahme 112, die eine konkave Außenkontur aufweist. Die Aufnahme 112 der Wurfschaufeln 102 ist dazu ausgebildet einen Bolzen 118 aufzunehmen. Durch den Bolzen 118 wird bei Rotation des Schleuderrads 100 eine Bewegung der Wurfschaufel 102 in radialer Richtung verhindert.

[0026] Dem Schleuderrad 100 kann über eine Einlassöffnung 124 ein Strahlmittel zugeführt werden. Das Strahlmittel wird bei Rotation des Schleuderrads 100 um die Drehachse A durch die Wurfschaufeln 102 radial nach außen beschleunigt. Das Strahlmittel verlässt das Schleuderrad 100 durch Auslassöffnungen 126, die jeweils zwischen zwei Wurfschaufeln 102 angeordnet sind. Die Wurfschaufeln 102 können aus Werkzeugstahl, Hartmetall oder anderen verschleißfesten Legierungen gefertigt sein, wodurch eine hohe Resistenz gegen Verschleiß erreicht werden kann. Der geometrische Aufbau des Schleuderrads 100 aus Fig. 1 ermöglicht zudem einen einfachen Wechsel der Wurfschaufeln 102 sobald

diese beispielsweise bei zu großem Verschleiß getauscht werden müssen. Hierzu ist lediglich der Bolzen 118 zu lösen. Danach kann die Wurfschaufel 102 radial nach außen aus einem durch die erste Trägerscheibe 114 und die zweite Trägerscheibe 116 definierten Aufnahmeraum entfernt werden.

[0027] Durch die Zufuhr von Strahlmittel über die Einlassöffnung 124 in das Schleuderrad 100 und durch Rotation des Schleuderrads 100 um die Drehachse A, trifft das Strahlmittel mit relativ hoher Geschwindigkeit auf die Leitfläche 104 des Schleuderrads 100. Das Auftreffen des Strahlmittels auf die Leitfläche 104 bewirkt einen Materialverlust, d.h. eine Materialabnahme, insbesondere auf den Oberflächen der Wurfschaufeln 102. Dieser Materialverlust kann als abrasiver Verschleiß bezeichnet werden. Der Masseverlust bewirkt eine Änderung des Massenträgheitsmoments der betroffenen Bauteile und beeinflusst somit auch das Massenträgheitsmoment des Schleuderrads 100. Der Effekt der Masseabnahme auf das Massenträgheitsmoment bei einer Rotation des Schleuderrads 100 kann näherungsweise berechnet werden, wie nachfolgend anhand der Fig. 2A bis 2C beschrieben wird.

[0028] Die Figuren 2A bis 2C zeigen eine schematische Darstellung 200 zur Berechnung von Massenträgheitsmomenten von Elementen eines Schleuderrads 100. Allgemein lässt sich die Massenträgheit durch die nachfolgende Formel ermitteln:

$$J_i = m_i * r_i^2; \quad i \in \{Wurfschaufel; Bolzen; Hülse\} \quad (1)$$

wobei J_i ein Massenträgheitsmoment, m_i eine Masse und r_i einen Radius bezeichnen. Das Subskript i gibt das jeweilige Bauteil an, für welches das Massenträgheitsmoment J_i berechnet werden soll.

[0029] Fig. 2A zeigt eine schematische Darstellung 200 zur Berechnung eines Massenträgheitsmoments einer Wurfschaufel 102 eines Schleuderrads 100. Die Wurfschaufel 102 besitzt einen Massenschwerpunkt 202 der sich bei Rotation der Wurfschaufel 102 um die Drehachse A auf einer Kreisbahn mit dem Radius bzw. einem Abstand 204 zwischen der Drehachse A und dem Massenschwerpunkt 202 der Wurfschaufel 102 bewegt. Das Massenträgheitsmoment der Wurfschaufel 102 kann mittels folgender Formel berechnet werden:

$$J_{Wurfschaufel} = m_{Wurfschaufel} * r_{Wurfschaufel}^2, \quad (2)$$

wobei $J_{Wurfschaufel}$ das Massenträgheitsmoment der Wurfschaufel 102 im Massenschwerpunkt 204 der Wurfschaufel 102, $m_{Wurfschaufel}$ die Masse der Wurfschaufel 102 im Massenschwerpunkt 204 und $r_{Wurfschaufel}$ den Radius, d.h. den Abstand zwischen der Drehachse A und dem Massenschwerpunkt 202 bezeichnet.

[0030] In entsprechender Weise kann ein Massenträgheitsmoment für die Bolzen 118 (Fig. 2B) und Hülsen 120 (Fig. 2C) des Schleuderrads 100 ermittelt werden. Die Berechnung der Massenträgheitsmomente eines Bolzens 118 des Schleuderrads 100 erfolgt durch die Formeln:

$$J_{Bolzen} = m_{Bolzen} * r_{Bolzen}^2, \quad (3)$$

wobei J_{Bolzen} das Massenträgheitsmoment des Bolzens 118 im Massenschwerpunkt 206 des Bolzens 118, m_{Bolzen} die Masse des Bolzens 118 im Massenschwerpunkt 206 des Bolzens 118 und r_{Bolzen} den Radius, d.h. den Abstand zwischen der Drehachse A und dem Massenschwerpunkt 206 des Bolzens 118 bezeichnet. Die Berechnung der Massenträgheit einer Hülse 120 des Schleuderrads 100 erfolgt durch die Formeln:

$$J_{Hülse} = m_{Hülse} * r_{Hülse}^2, \quad (4)$$

wobei $J_{Hülse}$ das Massenträgheitsmoment der Hülse 120 im Massenschwerpunkt 210 der Hülse 120, $m_{Hülse}$ die Masse der Hülse 120 im Massenschwerpunkt 210 der Hülse 120, und $r_{Hülse}$ den Abstand zwischen der Drehachse A und dem Massenschwerpunkt 210 der Hülse 120 bezeichnet. Aus der Berechnung der Massenträgheitsmomente der Wurfschaufeln 102, der Bolzen 118 und der Hülsen 120 kann näherungsweise ein Massenträgheitsmoment des Schleuderrads 100 ermittelt werden.

[0031] Die Berechnung der Massenträgheitsmomente steht in direktem Bezug zu gemessenen Daten eines Antriebs 608 des Schleuderrads 100, d.h. Messungen von Kenngrößen des Antriebs 608 bestätigen die näherungsweise berechneten Massenträgheitsmomente. Somit können gemessene oder erfassten Kenngrößen des Antriebs 608 des Schleuderrads 100, beispielsweise die Drehzahl oder das Drehmoment, als Grundlage zur Bestimmung der Ausgangsgrößen bzw. als Referenzgrößen zur Ermittlung des Verschleißzustandes eines Schleuderrads 100 herangezogen werden. Eine veränderte Leistungsaufnahme einer Steuereinheit 604 für den Antrieb 608 des Schleuderrads 100 indiziert

eine Veränderung des Massenträgheitsmoments und somit einen Verschleiß des Schleuderrads 100.

[0032] Mithilfe einer Software zur Auswertung von Daten der Steuereinheit 604 die einen Antrieb 608, beispielsweise einen Antriebsmotor, des Schleuderrads 100 elektrisch versorgt, können die Unterschiede zwischen neuen Wurfschaufeln 102, d.h. Wurfschaufeln 102 ohne Verschleiß, und verschlissenen Wurfschaufeln 102 gemessen und ausgewertet werden. Die Daten der Steuereinheit 604 werden hierzu mithilfe der Software geloggt bzw. aufgezeichnet und anschließend in einem Diagramm dargestellt. Die nachfolgenden Figuren 3A bis 3C zeigen beispielhaft Diagramme von Drehmomentverläufen von Schleuderrädern 100 mit Wurfschaufeln 102 in verschiedenen Betriebszuständen des Schleuderrads 100, wobei die Wurfschaufeln 102 unterschiedliche Verschleißzustände aufweisen.

[0033] Fig. 3A zeigt einen schematischen Vergleich von Drehmomentverläufen eines Schleuderrads 100 in einem Anfahrbetrieb einer Strahlanlage 602. Als Anlaufbetrieb der Strahlanlage 602 kann das Starten eines Antriebsmotors des Schleuderrads 100 bezeichnet werden. Fig. 3A zeigt ein Diagramm mit linearisierten Drehmomentverläufen von Schleuderrädern 100 mit jeweils unterschiedlich stark verschlissenen Wurfschaufeln 102. Die Drehmomentverläufe können beispielsweise durch Interpolation aus den gemessenen Drehmomentverläufen ermittelt werden. Als Referenzkennlinie oder vordefinierte Kennlinie kann ein erster Drehmomentverlauf 302 bezeichnet werden. Der erste Drehmomentverlauf 302 kann im Anfahrbetrieb eines Schleuderrads 100 mit neuen Wurfschaufeln 102, d.h. Wurfschaufeln 102 ohne Verschleiß, ermittelt werden. Dieser Referenzkennlinie können Drehmomentverläufe von Schleuderrädern 100 gegenübergestellt werden, die jeweils Wurfschaufeln 102 mit unterschiedlichen Verschleißzuständen aufweisen. Beispielsweise sind in Fig. 3A ein zweiter Drehmomentverlauf 304, ein dritter Drehmomentverlauf 306 und ein vierter Drehmomentverlauf 308 dargestellt. Der zweite Drehmomentverlauf 304 zeigt ein geringeres Drehmomentniveau über der Zeit als der erste Drehmomentverlauf 302. Dabei kennzeichnet der zweite Drehmomentverlauf 304 eine Schleuderrad 100 mit Wurfschaufeln 102 die einen größeren Verschleiß aufweisen als die neuen Wurfschaufeln 102 des Schleuderrads 100 des ersten Drehmomentverlaufs 302. Der dritte Drehmomentverlauf 306 weist wiederum ein geringeres Drehmomentniveau über der Zeit auf als der zweite Drehmomentverlauf 304, wobei der dritte Drehmomentverlauf 306 mit einem Schleuderrad 100 ermittelt wurde, welches Wurfschaufeln 102 mit einem größeren Verschleiß aufweist als die Wurfschaufeln 102 des Schleuderrads 100 des zweiten Drehmomentverlaufs 304. Der vierte Drehmomentverlauf 308 weist ein geringeres Drehmomentniveau über der Zeit auf als der dritte Drehmomentverlauf 306, wobei der vierte Drehmomentverlauf 308 mit einem Schleuderrad 100 ermittelt wurde, welches Wurfschaufeln 102 mit einem größeren Verschleiß aufweist als die Wurfschaufeln 102 des Schleuderrads 100 des dritten Drehmomentverlaufs 306. In Fig. 3A ist zu erkennen, dass die Drehmomentwerte der ersten 302, zweiten 304, dritten 306 und vierten 308 Drehmomentverläufe deutlich zu differenzieren sind. Der Abstand der Drehmomentwerte der zweiten 304, dritten 306 und vierten 308 Drehmomentverläufe in einem Zeitpunkt zu dem Drehmomentwert des ersten Drehmomentverlaufs 302 in diesem Zeitpunkt kann ein Kennzeichen für den Verschleißzustand der Wurfschaufeln 102 sein. Ebenso kann der Abstand eines gemittelten Drehmoments über der Zeit des zweiten 304, dritten 306 und vierten 308 Drehmomentverlaufs gegenüber einem gemittelten Drehmoment über der Zeit des ersten Drehmomentverlaufs 302 ein Kennzeichen für den Verschleißzustand der Wurfschaufeln 102 sein.

[0034] Fig. 3B zeigt ein Diagramm eines Vergleichs von Drehmomentverläufen eines Schleuderrads 100 in einem Leerlaufbetrieb einer Strahlanlage 602. Als Leerlaufbetrieb der Strahlanlage 602 kann ein Betriebszustand bezeichnet werden, der zeitlich nach dem Anfahrbetrieb folgt, beispielsweise sobald eine vordefinierte Solldrehzahl des Schleuderrads 100 erreicht wurde. Kennzeichnend für den Leerlaufbetrieb ist ein Betrieb bei konstanter Drehzahl und ohne Last, d.h. dem Schleuderrad 100 wird kein Strahlmittel zugeführt. Entsprechend der Fig. 3A sind ein erster Drehmomentverlauf 312, der wieder als Referenzkennlinie betrachtet werden kann, sowie ein zweiter 314, ein dritter 316 und ein vierter 318 Drehmomentverlauf von Schleuderrädern 100 mit Wurfschaufeln 102 die unterschiedliche Verschleißzustände aufweisen dargestellt. Dabei weisen die Wurfschaufeln 102 des Schleuderrads 100, mit dem der vierte Drehmomentverlauf 318 ermittelt wurde, einen größeren Verschleißzustand auf als die Wurfschaufeln 102 des Schleuderrads 100, mit dem der dritte Drehmomentverlauf 316 ermittelt wurde. Die Wurfschaufeln 102 des Schleuderrads 100, mit dem der dritte Drehmomentverlauf 316 ermittelt wurde, weisen einen größeren Verschleißzustand auf als die Wurfschaufeln 102 des Schleuderrads 100, mit dem der zweite Drehmomentverlauf 314 ermittelt wurde. Auch Fig. 3B zeigt deutliche Unterschiede der Drehmomentverläufe der Schleuderräder 100 bei jeweils unterschiedlich stark verschlissenen Wurfschaufeln 102.

[0035] Fig. 3C zeigt ein Diagramm eines Vergleichs von Drehmomentverläufen eines Schleuderrads 100 in einem Auslaufbetrieb der Strahlanlage 602. Als Auslaufbetrieb der Strahlanlage 602 kann das Auslaufen eines Antriebsmotors des Schleuderrads 100 bezeichnet werden. Dabei wird ein Solldrehzahlverlauf 300 von der Steuereinheit 604 an den Antriebsmotor des Schleuderrads 100 gesendet. Der Solldrehzahlverlauf 300 gibt den gewünschten Drehzahlverlauf des Schleuderrads 100 während der Auslaufphase des Antriebsmotors an. Beginnend bei einer Betriebsdrehzahl, beispielsweise 3000 u/min wie in Fig. 3C dargestellt, wird die Drehzahl des Schleuderrads 100 auf die Drehzahl Null reduziert. In Fig. 3C sind entsprechend den Figuren 3A und 3B wieder verschiedene Drehmomentverläufe von Schleuderrädern 100 mit Wurfschaufeln 102, die jeweils unterschiedliche Verschleißzustände aufweisen, dargestellt. Die Zuordnung der Verschleißzustände entspricht denen, die in Figur 3A und Fig. 3B beschrieben sind, d.h. der erste Dreh-

momentverlauf 322 kann als Referenzkennlinie eines Schleuderrads 100 ohne Verschleiß betrachtet werden. Der zweite 324, dritte 326 und vierte 328 Drehmomentverlauf zeigt entsprechend der vorangehenden Beschreibung der Fig. 3A und 3B die Drehmomentverläufe von Schleuderrädern 100 mit unterschiedlichen Verschleißzuständen, wobei der vierte 328 Drehmomentverlauf das Schleuderrad 100 mit dem größten Verschleiß kennzeichnet. Zusätzlich zu den Drehmomentverläufen 322, 324, 326, 328 sind in Fig. 3C die korrespondierenden Drehzahlverläufe 332, 334, 336, 338 dargestellt. Der erste Drehzahlverlauf 332 ist dabei dem ersten Drehmomentverlauf 322 zugeordnet, der zweite Drehzahlverlauf 334 ist dem zweiten Drehmomentverlauf 324 zugeordnet, der dritte Drehzahlverlauf 336 ist dem dritten Drehmomentverlauf 326 zugeordnet und der vierte Drehzahlverlauf 338 ist dem vierten Drehmomentverlauf 328 zugeordnet. Die gemessenen Werte der Drehzahlen und Drehmomente zeigen eine Abhängigkeit des Auslaufverhaltens des Schleuderrads 100 bei jeweils unterschiedlich stark verschlissenen Wurfschaufeln 100. Sowohl der Abstand der Drehmomentwerte der zweiten 324, dritten 326 und vierten 328 Drehmomentverläufe in einem Zeitpunkt zu dem Drehmomentwert des ersten Drehmomentverlaufs 322 in diesem Zeitpunkt, als auch der Abstand der Drehzahlwerte der zweiten 334, dritten 336 und vierten 338 Drehzahlverläufe in einem Zeitpunkt zu dem Drehzahlwert des ersten Drehzahlverlaufs 332 in diesem Zeitpunkt kann ein Kennzeichen für den Verschleißzustand der Wurfschaufeln 102 sein.

[0036] Der Verschleiß der Wurfschaufeln 102 kann somit über direkt gemessene Daten, wie beispielsweise Drehmoment oder Drehzahl, des Antriebs 608 des Schleuderrads 100 bestimmt werden. Zur Ermittlung eines Verschleißzustandes können auch andere physikalische Kenngrößen verwendet werden, wie beispielsweise ein Anlaufdrehmoment, ein Anlaufstrom, ein Leerlaufstrom, ein Leerlaufdrehmoment, ein Bremsdrehmoment, eine Auslaufzeit, eine Anlaufzeit und/oder ein positives oder negatives Beschleunigungsmoment. Diese Kenngrößen können wie oben beschrieben zeitlich wiederholt immer wieder mit einer Referenzgröße, beispielsweise basierend auf Daten eines nicht verschlissenen Schleuderrad 100, aufgezeichnet und in einer Auswerteeinheit 606 gespeichert und verglichen werden, um so einen vorliegenden Verschleiß zu erkennen. Ist ein Verschleiß erkannt worden, beispielsweise wenn der ermittelte Verschleißzustand einen vorbestimmten Wert überschritten hat, so kann eine Warnung bzw. eine Warnmeldung über eine Maschinensteuerung oder eine andere Mensch-Maschine-Schnittstelle (HMI) ausgegeben werden.

[0037] Der Verschleißzustand des Schleuderrads 100 kann mithilfe einer Auswerteeinheit 606 in vorgegebenen Zyklen automatisch geprüft. Die vorgegebenen Zyklen können zeitabhängig oder von der Anzahl der absolvierten Betriebszustände abhängig sein. Zur Ermittlung und Beurteilung des Verschleißzustandes eines Schleuderrads 100 können vordefinierte Kenngrößen oder vordefinierte Kennlinien verwendet werden, wie beispielsweise in Fig. 4 dargestellt.

[0038] Fig. 4 zeigt ein Diagramm 400 zur Verschleißbeurteilung eines Schleuderrads 100. Dargestellt ist ein Verhältnis zwischen einem Drehmomentabfall einer Wurfschaufel 102 und einem Masseverlust der Wurfschaufel 102. Der Drehmomentabfall ist in prozentualer Angabe gegenüber einem Referenzwert, beispielsweise einem Drehmoment einer neuen, nicht verschlissenen Wurfschaufel 102, auf der Ordinate des Diagramms 400 aufgetragen. Die Abszisse stellt den Masseverlust in Prozentwerten gegenüber einem Referenzwert, beispielsweise einer Masse einer neuen, nicht verschlissenen Wurfschaufel 102, dar. Zudem wird die Abszisse in zwei Bereiche 402, 404 unterteilt. In einem ersten Bereich 402 einer ersten Wurfschaufelseite und in einem zweiten Bereich 404 einer zweiten Wurfschaufelseite, wobei die Wurfschaufelseiten den hierin beschriebenen Leitflächen 104 entsprechen. Ermittelte Messwerte 406 können in das Diagramm 400 eingetragen und beispielsweise durch Interpolation zu einer Kennlinie 408 subsummiert werden. Auf Basis der Kennlinie 408 kann ein Verschleißzustand des Schleuderrads 100 ermittelt werden. Mit Hilfe dieser Kennlinie 408 kann über die verwendete Auswerteeinheit 606 bei entsprechenden Zuständen ein Warnhinweis zum Verschleißzustand der Wurfschaufeln 102 an Nutzer der Strahlanlage 602 gesendet werden.

[0039] Fig. 5 zeigt ein Flussdiagramm 500 eines Verfahrens zur Ermittlung eines Verschleißzustandes eines Schleuderrads 100. In einem ersten Schritt 502 wird zumindest eine Kenngröße eines Antriebs des Schleuderrads 100 in zumindest einem Betriebszustand des Schleuderrads 100 erfasst, wobei die erfasste Kenngröße eine Kenngröße des Schleuderrads 100 mit Verschleiß für den zumindest einen Betriebszustand kennzeichnet. In einem zweiten Schritt 504 wird die zumindest eine erfasste Kenngröße mit einer vordefinierten Kenngröße für den zumindest einen Betriebszustand verglichen, wobei die vordefinierte Kenngröße die Kenngröße des Schleuderrads 100 ohne Verschleiß für den zumindest einen Betriebszustand kennzeichnet. In einem dritten Schritt 506 wird ein Verschleißzustand des Schleuderrads 100 auf Basis des Vergleichs der zumindest einen erfassten Kenngröße mit der vordefinierten Kenngröße für den zumindest einen Betriebszustand ermittelt.

[0040] Fig. 6 zeigt ein System 600 zur Ermittlung eines Verschleißzustandes eines Schleuderrads 100 in einer Strahlanlage 602. Erfindungsgemäß umfasst das System 600 ein Schleuderrad 100, einen Antrieb 608 des Schleuderrads 100, eine Steuereinheit 604 für den Antrieb 608 und eine Auswerteeinheit 606. Die Auswerteeinheit 606 kann eine Datenverarbeitungseinrichtung, beispielsweise eine speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) mit entsprechender Software sein. Die Daten der Steuereinheit 604 können mittels der Software und den darin hinterlegten vordefinierten Kenngrößen oder Kennlinien abgeglichen werden, um einen Verschleißzustand des Schleuderrads 100, insbesondere der Wurfschaufeln 102, zu bestimmen oder zu bewerten.

[0041] Das erfindungsgemäße Verfahren sowie das erfindungsgemäße System ermöglichen eine automatisierte Verschleißermittlung und -Überwachung von Schleuderrädern 100 oder anderen mechanischen Strahlmittelbeschleunigern.

gungssystemen in einer Strahlanlage 602 auf Basis von direkt gemessenen Daten einer Steuereinheit 604, die einen Antrieb 608 der Schleuderräder 100 regelt.

Bezugszeichenliste

5

[0042]

10

100 Schleuderrad

102 Wurfschaufel

104 Leitfläche

106 Innenseite

108 Seitenfläche

112 Aufnahme

114 erste Trägerscheibe

15 116 zweite Trägerscheibe

118 Bolzen

120 Hülse

122 Nut

123 Nut

20 124 Einlassöffnung

126 Auslassöffnung

200 schematische Darstellung zur Berechnung von Massenträgheitsmomenten von Elementen eines Schleuderrads

202 Massenschwerpunkt einer Wurfschaufel

25 204 Abstand zwischen Drehachse und dem Massenschwerpunkt der Wurfschaufel

206 Massenschwerpunkt eines Bolzens

208 Abstand zwischen Drehachse und dem Massenschwerpunkt des Bolzens

210 Massenschwerpunkt einer Hülse

212 Abstand zwischen Drehachse und dem Massenschwerpunkt der Hülse

30 302 erster Drehmomentverlauf in einem Anfahrtrieb

304 zweiter Drehmomentverlauf im Anfahrtrieb

306 dritter Drehmomentverlauf im Anfahrtrieb

308 vierter Drehmomentverlauf im Anfahrtrieb

35 312 erster Drehmomentverlauf in einem Leerlauftrieb

314 zweiter Drehmomentverlauf in einem Leerlauftrieb

316 dritter Drehmomentverlauf in einem Leerlauftrieb

318 vierter Drehmomentverlauf in einem Leerlauftrieb

40 322 erster Drehmomentverlauf in einem Auslauftrieb

324 zweiter Drehmomentverlauf in einem Auslauftrieb

326 dritter Drehmomentverlauf in einem Auslauftrieb

328 vierter Drehmomentverlauf in einem Auslauftrieb

45 330 Solldrehzahlverlauf in einem Auslauftrieb

332 erster Drehzahlverlauf in einem Auslauftrieb

334 zweiter Drehzahlverlauf in einem Auslauftrieb

336 dritter Drehzahlverlauf in einem Auslauftrieb

338 vierter Drehzahlverlauf in einem Auslauftrieb

50

400 Diagramm zur Verschleißbeurteilung eines Schleuderrads

402 Bereich für eine erste Wurfschaufelseite

404 Bereich für eine zweite Wurfschaufelseite

406 Messwerte

55 408 Kennlinie

500 Flussdiagramm eines Verfahrens zur Ermittlung eines Verschleißzustandes eines Schleuderrads

502 Schritt zum Erfassen von zumindest einer Kenngröße eines Antriebs eines Schleuderrads

504 Schritt zum Vergleichen der zumindest einen erfassten Kenngröße mit einer vordefinierten Kenngröße

506 Schritt zum Ermitteln eines Verschleißzustandes auf Basis des Vergleichs der zumindest einen erfassten Kenngröße mit der vordefinierten Kenngröße

600 System zur Ermittlung eines Verschleißzustandes eines Schleuderrads

602 Strahlanlage

604 Steuereinheit

606 Auswerteeinheit

608 Antrieb

A Drehachse

Patentansprüche

1. Verfahren zur Ermittlung eines Verschleißzustandes eines Schleuderrads (100) in einer Strahlanlage (602), wobei das Verfahren die folgenden Schritte umfasst:

- Erfassen (502) von zumindest einer Kenngröße eines Antriebs (608) des Schleuderrads (100) in zumindest einem Betriebszustand des Schleuderrads (100), basierend auf Daten einer Steuereinheit (604) für den Antrieb (608);

- Vergleichen (504) der zumindest einen erfassten Kenngröße mit einer vordefinierten Kenngröße für den zumindest einen Betriebszustand, wobei die vordefinierte Kenngröße die Kenngröße des Schleuderrads (100) ohne Verschleiß für den zumindest einen Betriebszustand kennzeichnet; und

- Ermitteln (506) eines Verschleißzustandes auf Basis des Vergleichs der zumindest einen erfassten Kenngröße mit der vordefinierten Kenngröße für den zumindest einen Betriebszustand,

dadurch gekennzeichnet, dass,

die zumindest eine Kenngröße in einem Anfahrbetrieb und/oder einem Auslaufbetrieb des Schleuderrads (100) erfasst wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, ferner umfassend

- Erfassen der zumindest einen erfassten Kenngröße in einem weiteren Betriebszustand des Schleuderrads (100) nämlich in einem Leerlaufbetrieb des Schleuderrads (100).

3. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 oder 2, ferner umfassend

- Ausgeben eines Warnhinweises zu dem Verschleißzustand, wenn der ermittelte Verschleißzustand einen vorbestimmten Wert überschritten hat.

4. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Steuereinheit (604) einen Antriebsmotor des Schleuderrads (100) elektrisch versorgt.

5. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die zumindest eine erfasste Kenngröße ein Anlaufdrehmoment und/oder ein Anlaufstrom und/oder ein Leerlaufstrom und/oder ein Leerlaufdrehmoment und/oder ein Bremsdrehmoment und/oder eine Auslaufzeit und/oder eine Anlaufzeit und/oder ein Beschleunigungsmoment des Antriebsmotors ist.

6. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei das Ermitteln eines Verschleißzustandes in vordefinierten Zyklen erfolgt.

7. Verfahren nach Anspruch 6, wobei die vordefinierten Zyklen variabel sind und ein Abstand zwischen zwei Zeitpunkten zum Ermitteln eines Verschleißzustandes mit zunehmender Betriebsdauer abnimmt.

8. System zur Ermittlung eines Verschleißzustandes eines Schleuderrads (100) in einer Strahlanlage (602), umfassend

- ein Schleuderrad (100);

- einen Antrieb (608) des Schleuderrads (100);
- eine Steuereinheit (604) für den Antrieb (608); und
- eine Auswerteeinheit (606), wobei die Auswerteeinheit (606) dazu ausgebildet ist, einen Verschleißzustand des Schleuderrads (100) unter Anwendung eines Verfahrens nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 7 zu ermitteln.

9. System (600) nach Anspruch 8, ferner umfassend

- eine Ausgabeeinheit, wobei die Ausgabeeinheit zum Ausgeben eines Warnhinweises zu dem Verschleißzustand ausgebildet ist, wenn der ermittelte Verschleißzustand einen vorbestimmten Wert überschritten hat.

Claims

1. A method for determining a wear state of a blast wheel (100) in a blasting plant (602), wherein the method comprises the following steps:

- detecting (502) at least one characteristic of a drive (608) of the blast wheel (100) in at least one operating state of the blast wheel (100), based on data of a control unit (604) for the drive (608);
- comparing (504) the at least one detected characteristic with a predefined characteristic for the at least one operating state, wherein the predefined characteristic indicates the characteristic of the blast wheel (100) without wear for the at least one operating state; and
- determining (506) a wear state on the basis of the comparison of the at least one detected characteristic with the predefined characteristic for the at least one operating state,

characterized in that

the at least one characteristic is detected in a start-up mode and/or in a run-down mode of the blast wheel (100).

2. A method according to claim 1, further comprising

- detecting the at least one detected characteristic in a further operating state of the blast wheel (100), namely in a no-load mode of the blast wheel (100).

3. A method according to at least one of the claims 1 or 2, further comprising

- outputting a warning message with respect to the wear state when the determined wear state has exceeded a predetermined value.

4. A method according to at least one of the claims 1 to 3, wherein the control unit (604) electrically supplies a drive motor of the blast wheel (100).

5. A method according to at least one of the claims 1 to 4, wherein the at least one detected characteristic is a start-up torque and/or a start-up current and/or a no-load current and/or a no-load torque and/or a braking torque and/or a run-down time and/or a start-up time and/or an acceleration torque of the drive motor.

6. A method according to at least one of the claims 1 to 5, wherein the determination of a wear state takes place in predefined cycles.

7. A method according to claim 6, wherein the predefined cycles are variable and an interval between two points in time for determining a wear state decreases as the operating duration increases.

8. A system for determining a wear state of a blast wheel (100) in a blasting plant (602), said system comprising

- a blast wheel (100);
- a drive (608) of the blast wheel (100);
- a control unit (604) for the drive (608); and

- an evaluation unit (606), wherein the evaluation unit (606) is configured to determine a wear state of the blast wheel (100) using a method according to at least one of the claims 1 to 7.

9. A system (600) according to claim 8, further comprising:

- an output unit, wherein the output unit is configured to output a warning message with respect to the wear state when the determined wear state has exceeded a predetermined value.

Revendications

1. Procédé de détermination d'un état d'usure d'une roue centrifuge (100) dans une installation de traitement au jet abrasif (602), le procédé comprenant les étapes suivantes consistant à :

- détecter (502) au moins une grandeur caractéristique d'un entraînement (608) de la roue centrifuge (100) dans au moins un état de fonctionnement de la roue centrifuge (100), sur la base de données d'une unité de commande (604) pour l'entraînement (608) ;

- comparer (504) ladite au moins une grandeur caractéristique détectée avec une grandeur caractéristique prédéfinie pour ledit au moins un état de fonctionnement, la grandeur caractéristique prédéfinie caractérisant la grandeur caractéristique de la roue centrifuge (100) sans usure pour ledit au moins un état de fonctionnement ; et

- déterminer (506) un état d'usure sur la base de la comparaison de ladite au moins une grandeur caractéristique détectée avec la grandeur caractéristique prédéfinie pour ledit au moins un état de fonctionnement,

caractérisé en ce que

ladite au moins une grandeur caractéristique est détectée lors d'un fonctionnement de démarrage et/ou d'un fonctionnement de mise à l'arrêt de la roue centrifuge (100).

2. Procédé selon la revendication 1, consistant en outre à

- détecter ladite au moins une grandeur caractéristique détectée dans un autre état de fonctionnement de la roue centrifuge (100), à savoir dans un fonctionnement à vide de la roue centrifuge (100).

3. Procédé selon l'une au moins des revendications 1 ou 2, consistant en outre à

- émettre d'un avertissement relatif à l'état d'usure lorsque l'état d'usure déterminé a dépassé une valeur prédéterminée.

4. Procédé selon l'une au moins des revendications 1 à 3, dans lequel l'unité de commande (604) alimente électriquement un moteur d'entraînement de la roue centrifuge (100).

5. Procédé selon l'une au moins des revendications 1 à 4, dans lequel ladite au moins une grandeur caractéristique détectée est un couple de démarrage et/ou un courant de démarrage et/ou un courant de fonctionnement à vide et/ou un couple de fonctionnement à vide et/ou un couple de freinage et/ou un temps de mise à l'arrêt et/ou un temps de démarrage et/ou un couple d'accélération du moteur d'entraînement.

6. Procédé selon l'une au moins des revendications 1 à 5, dans lequel la détermination d'un état d'usure s'effectue selon des cycles prédéfinis.

7. Procédé selon la revendication 6, dans lequel les cycles prédéfinis sont variables, et un intervalle entre deux instants de détermination d'un état d'usure diminue au fur et à mesure de l'augmentation de la durée de fonctionnement.

8. Système de détermination d'un état d'usure d'une roue centrifuge (100) dans une installation de traitement au jet abrasif (602), comprenant

EP 4 194 145 B1

- une roue centrifuge (100) ;
- un entraînement (608) de la roue centrifuge (100) ;
- une unité de commande (604) pour l'entraînement (608) ; et
- une unité d'évaluation (606), l'unité d'évaluation (606) étant conçue pour déterminer un état d'usure de la roue centrifuge (100) par mise en oeuvre d'un procédé selon l'une au moins des revendications 1 à 7.

9. Système (600) selon la revendication 8,
comprenant en outre

- une unité de sortie, l'unité de sortie étant conçue pour émettre un avertissement relatif à l'état d'usure lorsque l'état d'usure déterminé a dépassé une valeur prédéterminée.

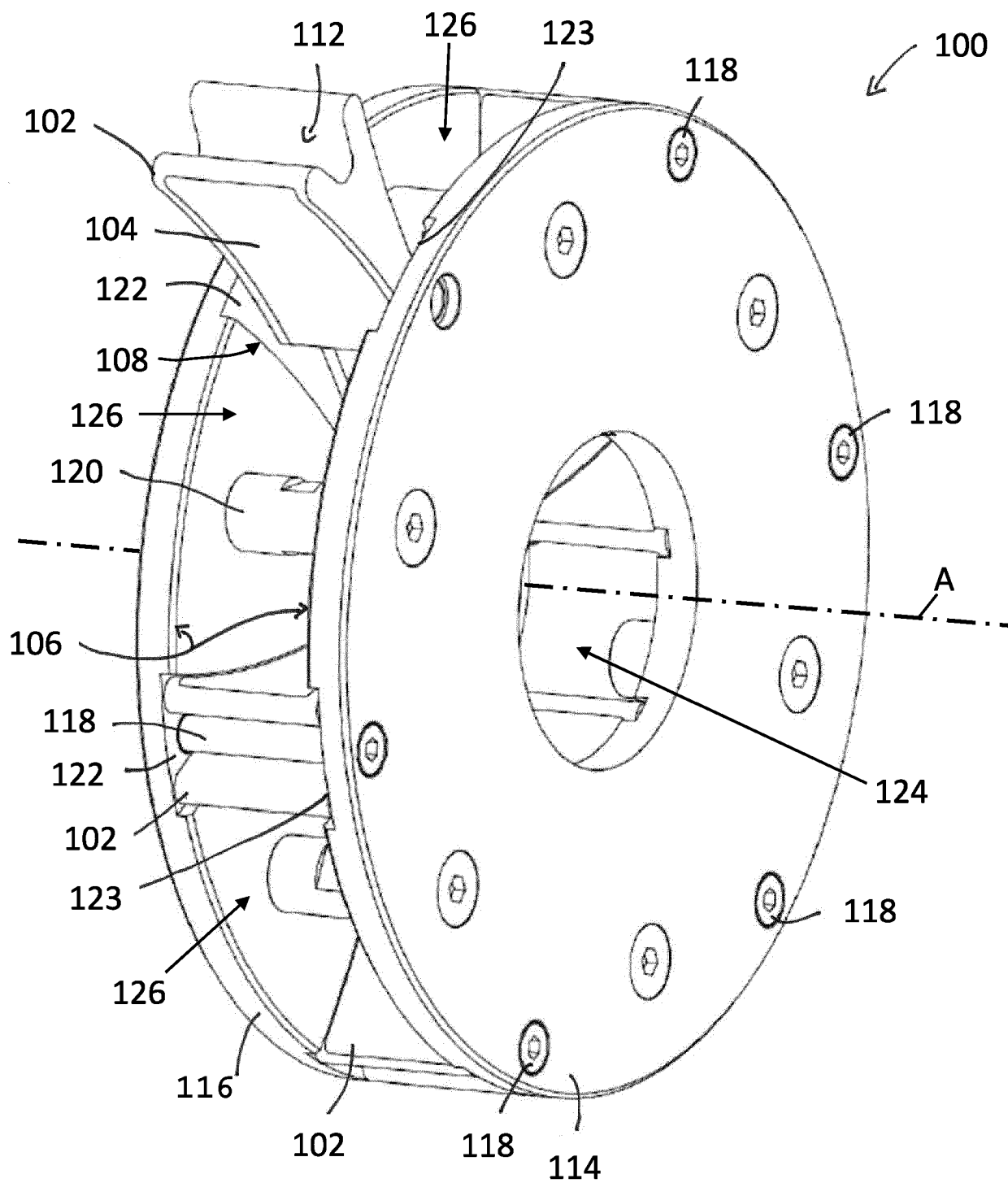


Fig. 1

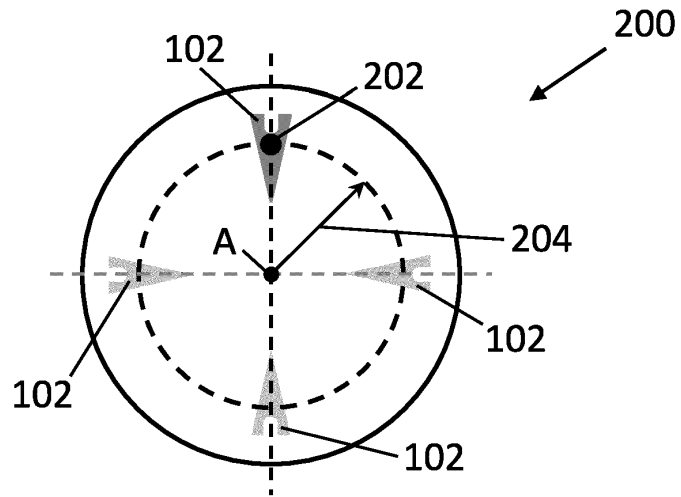


Fig. 2A

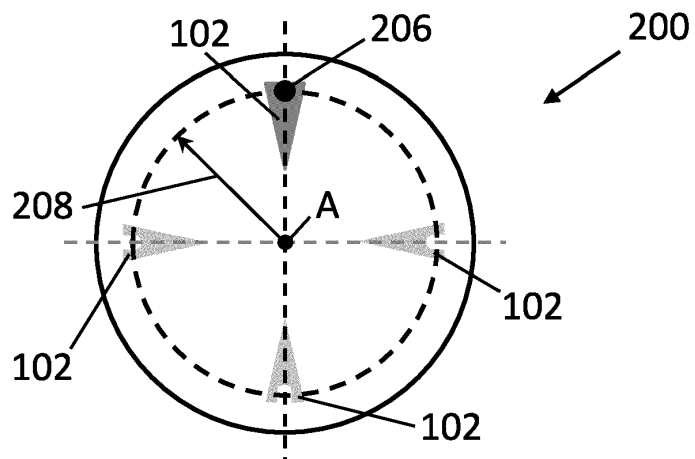


Fig. 2B

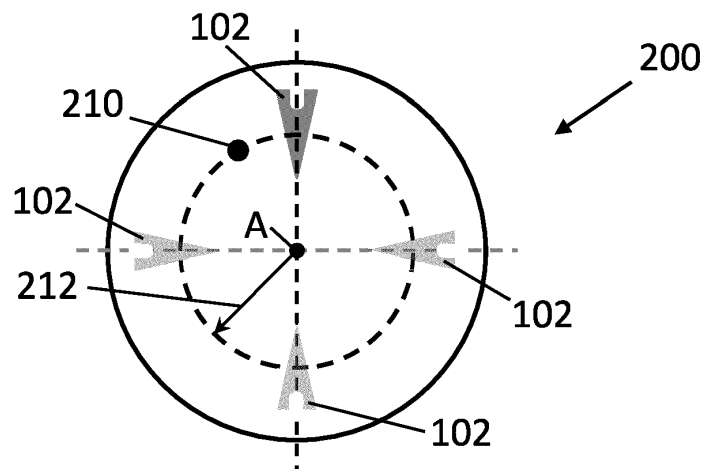


Fig. 2C

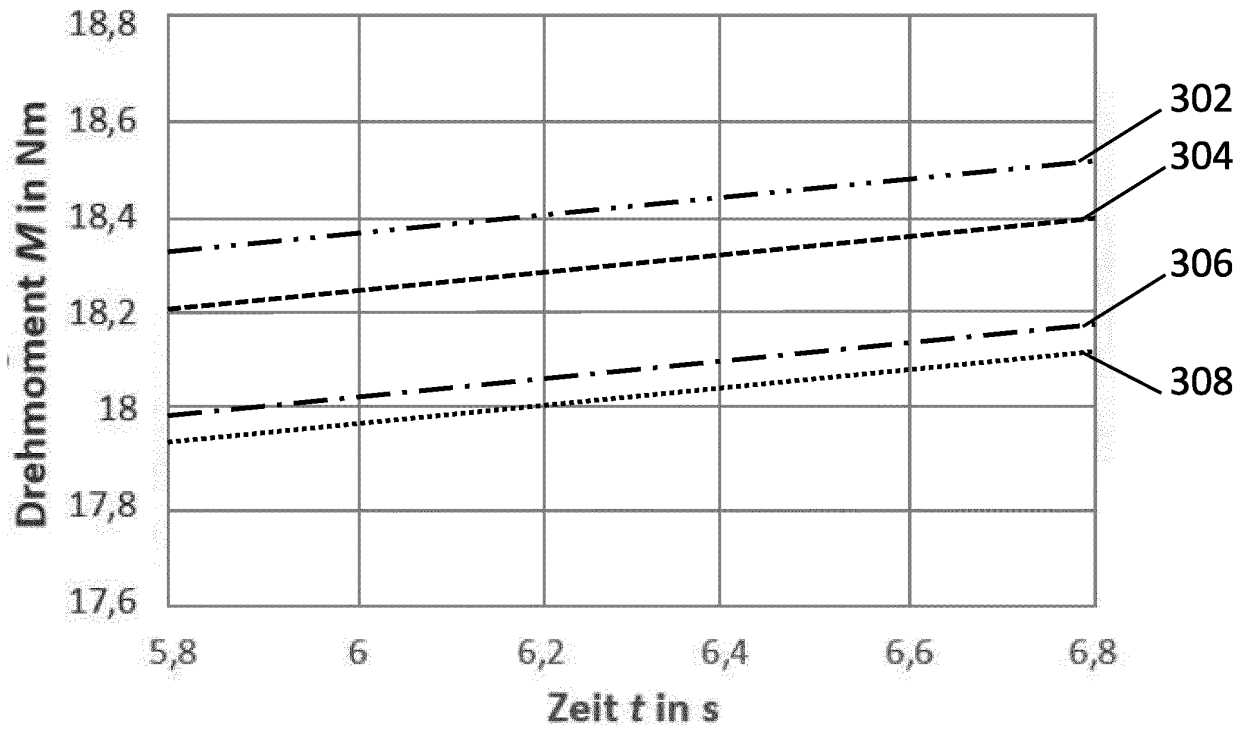


Fig. 3A

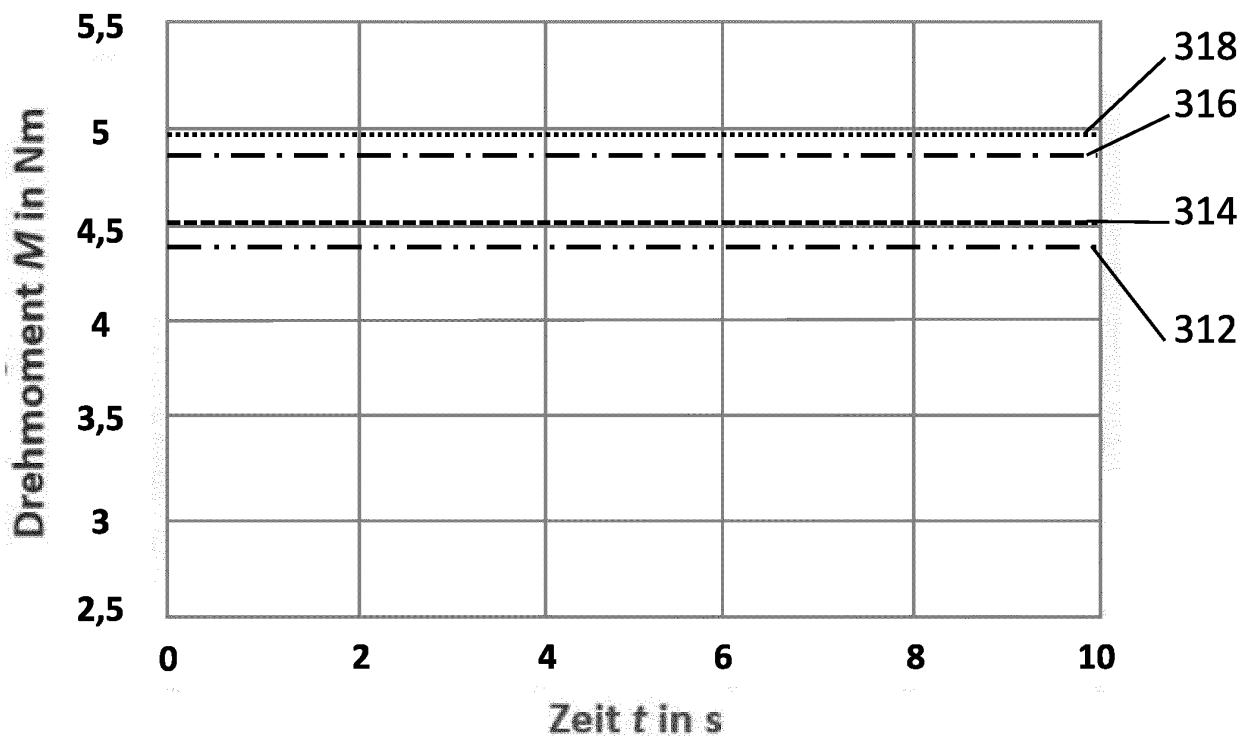


Fig. 3B

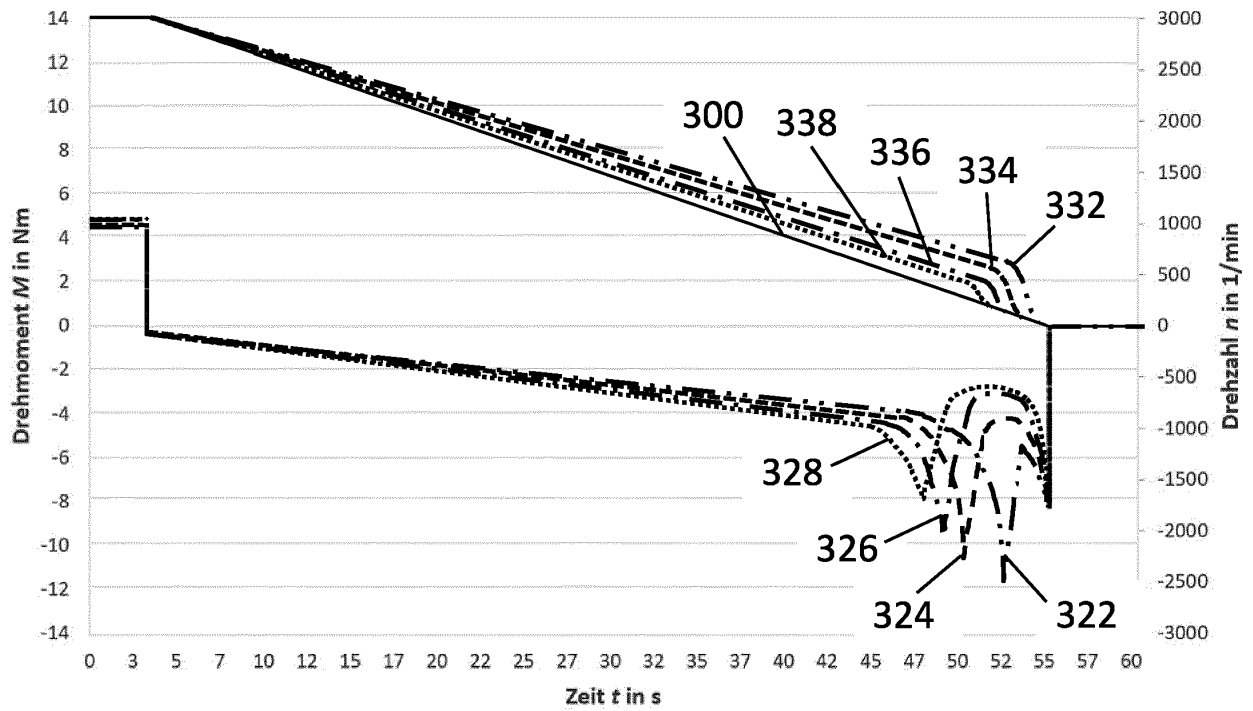


Fig. 3C

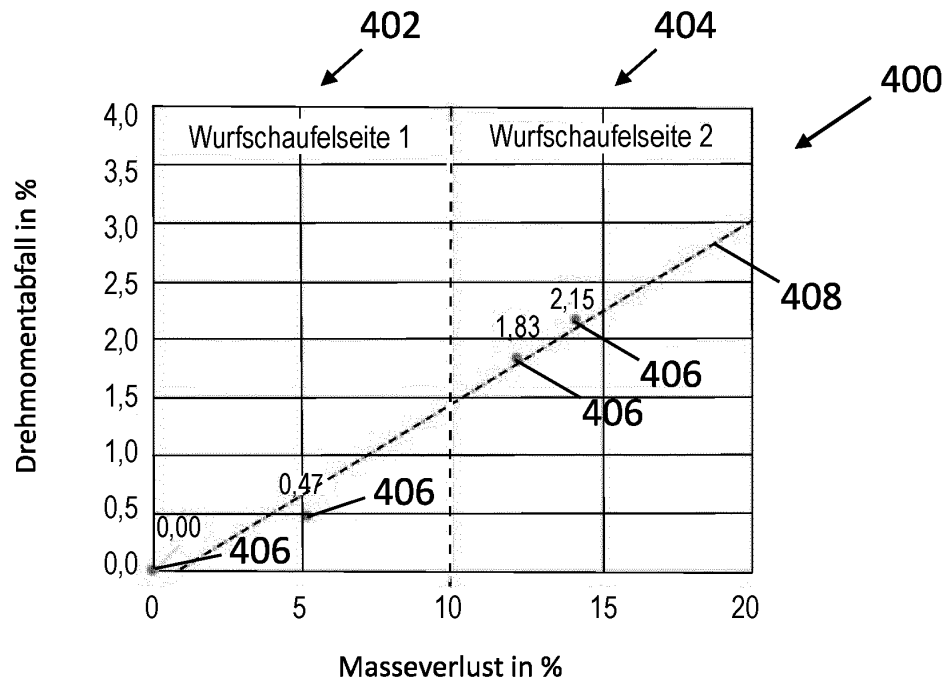


Fig. 4

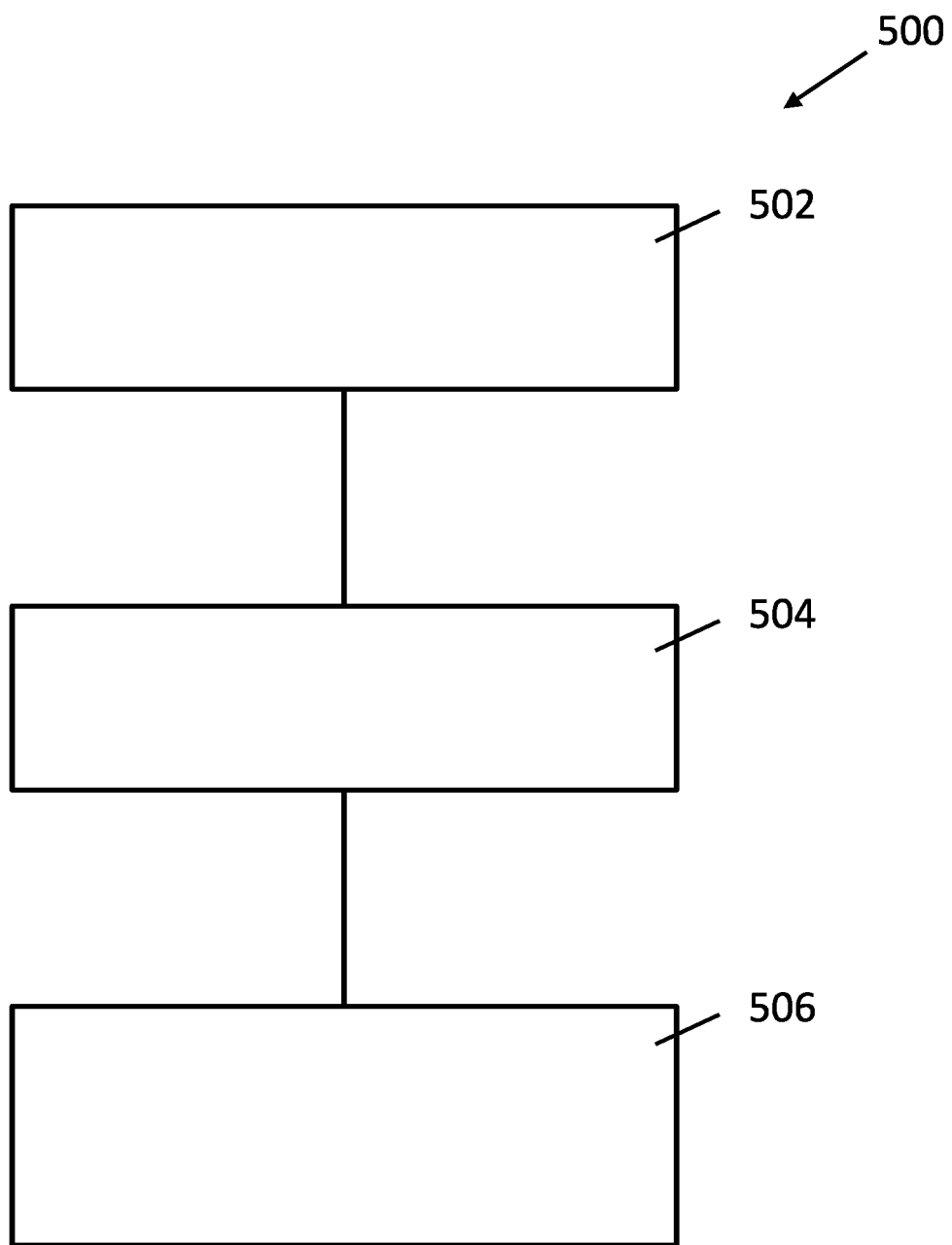


Fig. 5

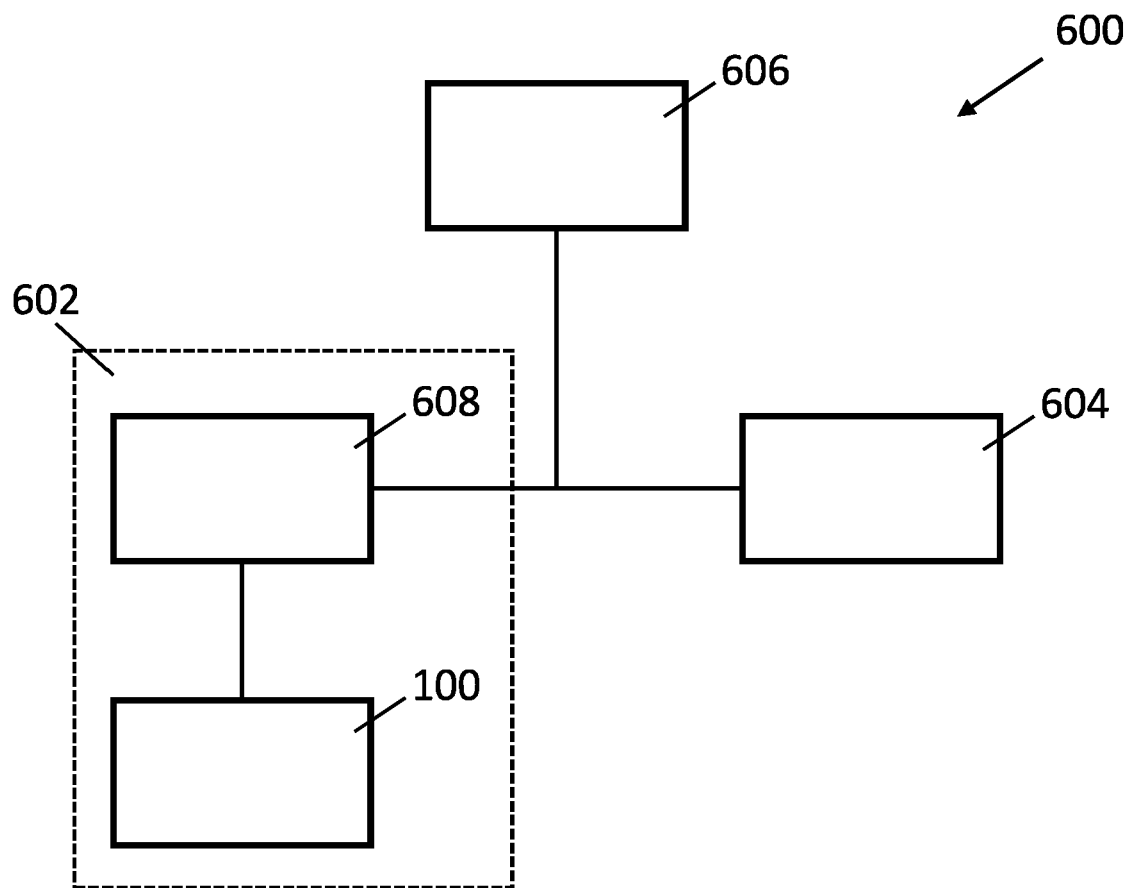


Fig. 6

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 102016223190 B3 [0002]