

(19)



(11)

EP 4 566 804 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
11.06.2025 Patentblatt 2025/24

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
B30B 9/30 (2006.01) G05B 19/4065 (2006.01)
G05B 19/418 (2006.01) G06Q 50/04 (2012.01)

(21) Anmeldenummer: **23214728.0**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
B30B 9/3007

(22) Anmeldetag: **06.12.2023**

(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
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(72) Erfinder:
• **Schautzgy, Maximilian Heiner**
88718 Daisendorf (DE)
• **Schautzgy, Achim**
88709 Meersburg (DE)

(71) Anmelder: **AMS Automation & Mechatronic Systems GmbH**
88682 Salem (DE)

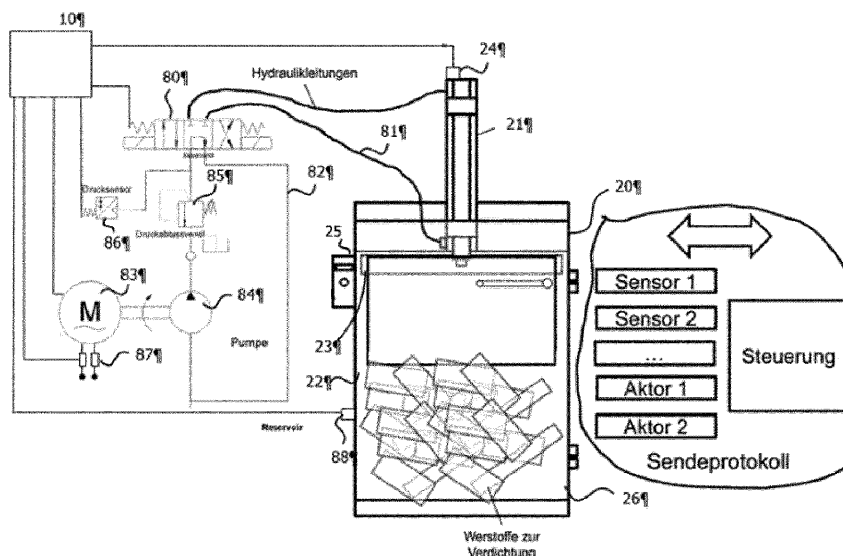
(74) Vertreter: **Meissner Bolte Partnerschaft mbB**
Patentanwälte Rechtsanwälte
Postfach 86 06 24
81633 München (DE)

(54) **VERFAHREN UND STEUERN UND/ODER ÜBERWACHEN EINER WERTSTOFFKOMPAKTIERUNGSVORRICHTUNG**

(57) Es wird ein Verfahren zum Steuern und/oder Überwachen einer Wertstoffkompaktierungsvorrichtung, welche dazu ausgebildet und bestimmt ist, Wertstoffe zu kompaktieren, vorgeschlagen. Dabei ist die Wertstoffkompaktierungsvorrichtung

- ein über ein hydraulisches oder pneumatisches System betriebenes Kompaktierungselement, insbesondere einen Kompaktierungsstempel,
- einen oder mehrere Aktuatoren zur Betätigung des Kompaktierungselements,

- ein oder mehrere Sensoren zur Erfassung eines Betriebsparameters der Wertstoffkompaktierungsvorrichtung sowie eine integrierte Steuerungseinrichtung, die über Schnittstellen mit dem einen oder mehreren Aktuatoren und dem einen oder mehreren Sensoren verbunden. Über einen Analysealgorithmus wird das Betriebsverhalten der Wertstoffkompaktierungsvorrichtung erlernt, wobei der Analysealgorithmus mindestens einen ersten Analyseschritt sowie einen zweiten Analyseschritt umfasst.

**Fig. 6****EP 4 566 804 A1**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Steuern und/oder Überwachen einer Wertstoffkompaktierungsvorrichtung, welche dazu ausgebildet und bestimmt ist, Wertstoffe zu kompaktieren, und wobei die Wertstoffkompaktierungsvorrichtung ein über ein hydraulisches oder pneumatisches System betriebenes Kompaktierungselement, insbesondere einen Kompaktierungsstempel, einen oder mehrere Aktuatoren zur Betätigung des Kompaktierungselements, ein oder mehrere Sensoren zur Erfassung eines Betriebsparameter der Wertstoffkompaktierungsvorrichtung sowie eine integrierte Steuerungseinrichtung, die über Schnittstellen mit dem einen oder mehreren Aktuatoren und dem einen oder mehreren Sensoren verbunden ist, aufweist.

[0002] Wertstoffkompaktierungsvorrichtungen werden heute an unterschiedlichen Orten für unterschiedliche Materialien und mit unterschiedlicher Zielsetzung eingesetzt. Es besteht der Bedarf, die Betriebszustände derartiger Wertstoffkompaktierungsvorrichtungen noch gezielter zu überwachen und auszuwerten. Eine relativ einfache Überwachung erfolgt herkömmlicherweise dadurch, dass Bedienpersonal die Funktionsfähigkeit der Wertstoffkompaktierungsvorrichtung kontrolliert und beispielsweise auf Fehlersignale reagiert.

[0003] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, die Überwachung und/oder die Steuerung einer Wertstoffkompaktierungsvorrichtung gegenüber diesem Stand der Technik noch zu verbessern.

[0004] Diese Aufgabe wird mit einem Verfahren nach den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Konkret wird vorgeschlagen, dass über einen Analysealgorithmus das Betriebsverhalten der Wertstoffkompaktierungsvorrichtung erlernt wird, wobei der Analysealgorithmus mindestens einen ersten Analyseschritt sowie einen zweiten Analyseschritt umfasst, dass in einem ersten Analyseschritt die Signale an den Schnittstellen zwischen der integrierten Steuerungseinrichtung und den Aktuatoren einerseits und zwischen der Steuerungseinrichtung und den Sensoren andererseits in verschiedenen Betriebszuständen der Wertstoffkompaktierungsvorrichtung erfasst werden und dass in einem zweiten Analyseschritt die Schnittstellen der integrierten Steuerungseinrichtung mit Anregungssignalen S beaufschlagt werden und die Reaktionen der integrierten Steuerungseinrichtung und/oder der Wertstoffkompaktierungsvorrichtung auf diese Anregungssignale S erfasst werden, wobei basierend auf den aus dem ersten Analyseschritt und dem zweiten Analyseschritt gewonnenen Informationen ein Modell über das Betriebsverhalten der Wertstoffkompaktierungsvorrichtung generiert wird, und wobei das Modell über das Betriebsverhalten der Wertstoffkompaktierungsvorrichtung zur Steuerung und/oder Überwachung der Wertstoffkompaktierungsvorrichtung herangezogen wird.

[0005] Das basierend auf den aus dem ersten Analyseschritt und dem zweiten Analyseschritt gewonnenen

Informationen generierte Modell der Wertstoffkompaktierungsvorrichtung nach Art eines digitalen Zwillings hilft insofern ein Verständnis über das Betriebsverhalten der Wertstoffkompaktierungsvorrichtung zu entwickeln und darauf basierend weitere Schritte zu ergreifen, nämlich auf die Steuerung der Wertstoffkompaktierungsvorrichtung Einfluss zu nehmen und/oder die Wertstoffkompaktierungsvorrichtung zu überwachen, beispielsweise hinsichtlich auftretender Fehlerzustände, hinsichtlich sich abzeichnender Wartungstermine (predictive maintenance) oder hinsichtlich der Ersatz- bzw. Erweiterungsbeschaffung.

[0006] In einer bevorzugten Ausgestaltung erfolgt die Beaufschlagung der Schnittstellen der integrierten Steuerungseinrichtung mit Anregungssignalen S(t), die einen vorgegebenen oberen und unteren Grenzwert und einen zeitlich vorgegebenen Verlauf aufweisen. Derartige vorgegebene obere und untere Grenzwerte können beispielsweise durch eine Abweichung von $\pm 10\%$ um einen vorgegebenen mittleren Wert definiert sein. Der zeitliche Verlauf kann beispielsweise ein periodischer Verlauf, insbesondere ein Sägezahnverlauf oder ein Sinusverlauf sein.

[0007] In einer konkret bevorzugten Ausgestaltung werden über den Analysealgorithmus Betriebsparameter der Wertstoffkompaktierungsvorrichtung erfasst. Gleichzeitig können aber auch noch andere Parameter erfasst werden, insbesondere strukturelle Parameter, wie Art und Anzahl der angeschlossenen Sensoren, Art und Anschluss der verbauten Motoren, Leistungskapazitäten der verbauten Motoren bzw. der Wertstoffkompaktierungseinrichtung insgesamt.

[0008] In einer bevorzugten Ausgestaltung werden über den Analysealgorithmus mindestens die folgenden Betriebsparameter der Wertstoffkompaktierungsvorrichtung erfasst:

- das zeitliche Verhalten der Stromaufnahme wenigstens eines Aktuators I(t),
- das Vibrationsverhalten der Wertstoffkompaktierungsvorrichtung VIB(t),
- einen im Hydraulik- oder Pneumatiksystem erfassten Druck p(t).

[0009] Gerade die drei vorgenannten Betriebsparameter sind signifikante Betriebsparameter, um das Betriebsverhalten der Wertstoffkompaktierungsvorrichtung möglichst genau im Rahmen des erfindungsgemäßen Modells abzubilden.

[0010] In einer besonderen Ausgestaltung werden die Parameter I(t), VIB(t) und p(t) in Echtzeit ausgelesen, d.h. innerhalb einer genau definierten maximalen Zeitspanne zwischen dem Ereignis selbst und dessen Erfassung.

[0011] In einer bevorzugten Anwendung können die Parameter wenigstens zum Teil auch über MEMS-Sensoren (Micro-Electro-Mechanical Systems) oder über

MOEMS-Sensoren (Micro-Opto-Electro-Mechanical Systems) erfasst werden.

[0012] In einer weiteren möglichen Ausgestaltung werden zeitliche Korrelationen der Betriebsparameter erfasst, insbesondere eine zeitliche Korrelation des Vibrationsverhaltens $VIB(t)$ mit der Stromaufnahme $I(t)$ oder des Vibrationsverhaltens $VIB(t)$ mit dem Druckverlauf $p(t)$. Gerade die Erfassung derartiger Korrelationen ist sehr aussagekräftig, um Struktur und Betriebsverhalten der Wertstoffkompaktierungsvorrichtung grundsätzlich oder auch im Hinblick auf eine bestimmte Fehlerdiagnose zu analysieren.

[0013] In einer möglichen Weiterbildung kann der zeitliche Verlauf der erfassten Parameter, insbesondere das Vibrationsverhalten $VIB(t)$ einer Fourier-Transformation $F(VIB(t))$ unterzogen werden und die Fourier-Analyse bei der Erstellung des Modells über das Betriebsverhalten der Wertstoffkompaktierungsvorrichtung berücksichtigt werden. Bei einer Auflösung des Vibrationsverhaltens auf die bestimmten Frequenzbereiche lassen sich beispielsweise Rückschlüsse auf die betroffenen Komponenten ziehen bzw. auch auf mögliche Fehlerursachen.

[0014] Nach einer möglichen Ausgestaltung ist vorgesehen, dass das Modell über das Betriebsverhalten der Wertstoffkompaktierungsvorrichtung automatisch in ein Steuerungsverfahren eingeht, das den Betrieb der Wertstoffkompaktierungsvorrichtung steuert.

[0015] Gleichermaßen ist es in einer möglichen Ausgestaltung denkbar, dass das Modell über das Betriebsverhalten der Wertstoffkompaktierungsvorrichtung im Hinblick auf eine Wartungsterminplanung und/oder eine Fehleranalyse ausgewertet wird.

[0016] In einer konkret möglichen Ausgestaltung werden die Analyseschritte von einem Analysemodul ausgeführt, das an oder innerhalb der Wertstoffkompaktierungsvorrichtung angeschlossen ist. Das Analysemodul kann insofern den Analysealgorithmus starten und/oder steuern und auch Datenaustausch mit der Steuerungseinrichtung der Wertstoffkompaktierungsvorrichtung oder aber auch einem entfernt liegenden Datenverarbeitungsgerät vornehmen.

[0017] In einer bevorzugten Ausgestaltung ist vorgesehen, dass ein bidirektionaler Datenaustausch zwischen dem an oder in der Wertstoffkompaktierungsvorrichtung angeschlossenen Analysemodul und einem von der Wertstoffkompaktierungsvorrichtung entfernt liegenden Datenverarbeitungsgerät durchgeführt wird und das entfernt liegende Datenverarbeitungsgerät, insbesondere Auswertungen vornimmt oder weitergibt, beispielsweise zur Fehlerdiagnose, zur adaptiven Wartung, anhand von Nutzungs- und Lastprofilen oder zur Wartungsplanung oder Steuerbefehle, insbesondere einen Abschaltbefehl, an die Wertstoffkompaktierungsvorrichtung über das angeschlossene Analysemodul weitergibt. Insofern kann das Analysemodul beispielsweise über das Internet mit dem Datenverarbeitungsgerät verbunden sein. Das entfernt liegende Datenverarbeitungsgerät kann eine cloudbasierte Datenverarbeitung und/oder

einen Computer und/oder ein mobiles Endgerät, wie beispielsweise ein Tablet oder ein Smartphone umfassen.

[0018] Es ist denkbar, dass erster Analyseschritt und zweiter Analyseschritt parallel zueinander durchgeführt werden, insbesondere der erste Analyseschritt noch nicht abgeschlossen ist, wenn mit dem zweiten Analyseschritt begonnen wird. Es ist aber auch möglich, den zweiten Analyseschritt nachfolgend nach dem ersten Analyseschritt durchzuführen.

[0019] Es wird schließlich noch ein Analysemodul beansprucht, das zur Ausführung der Analyseschritte nach der Erfindung ausgebildet und bestimmt ist.

[0020] Die Erfindung wird nachstehend auch hinsichtlich weiterer Merkmale und Vorteile anhand der Beschreibung von Ausführungsbeispielen und unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen näher erläutert:

Hierbei zeigen

Figur 1 einen schematischen Aufbau einer Anordnung, die ein Analysemodul zur Durchführung des Verfahrens nach der Erfindung zeigt;

Figur 2 eine schematische Veranschaulichung, um das Zusammenwirken zwischen dem Analysemodul und der Steuerungseinrichtung der Wertstoffkompaktierungsvorrichtung zu veranschaulichen;

Figur 3 eine beispielhafte Implementierung des Systems, das unter Einsatz eines Analysemoduls nach der Erfindung zwischen der Wertstoffkompaktierungsvorrichtung und einem entfernt liegenden Datenverarbeitungsgerät in Wechselwirkung steht;

Figur 4 eine beispielhafte Übersicht über mögliche Einsatzfelder des erfindungsgemäß generierten Modells über das Betriebsverhalten der Wertstoffkompaktierungsvorrichtung;

Figur 5 eine beispielhafte Übersicht möglicher Anwendungsfelder unter Einsatz des generierten Modells über das Betriebsverhalten der Wertstoffkompaktierungsvorrichtung;

Figur 6 ein Ausführungsbeispiel einer als Presseeinrichtung ausgebildeten Wertstoffkompaktierungseinrichtung zum Durchführen des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0021] In Figur 1 ist ein schematischer Aufbau einer Anordnung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens dargestellt. Eine Wertstoffkompaktierungsvorrichtung 20 weist ein über ein hydraulisches oder pneumatisches System betriebenes Kompaktierungs-

element (nicht gezeigt) auf sowie einen oder mehrere Aktuatoren zur Betätigung des Kompaktierungselements (ebenfalls nicht gezeigt). Weiterhin sind ein oder mehrere Sensoren (nicht gezeigt) zur Erfassung eines Betriebsparameters der Wertstoffkompaktierungsvorrichtung sowie eine integrierte Steuerungseinrichtung 10 vorgesehen, die über Schnittstellen mit dem einen oder den mehreren Aktuatoren und dem einen oder mehreren Sensoren der Wertstoffkompaktierungsvorrichtung verbunden ist.

[0022] An Schnittstellen 11 der Steuerungseinrichtung 10 ist ein Analysemodul 30 angeschlossen. Das Analysemodul 30 kann über einen Analysealgorithmus das Betriebsverhalten der Wertstoffkompaktierungsvorrichtung erlernen und führt diesbezüglich mindestens einen ersten Analyseschritt sowie einen zweiten Analyseschritt aus. In einem ersten Analyseschritt werden Signale an den Schnittstellen 11 der integrierten Steuerungseinrichtung 10 erfasst und in einem zweiten Analyseschritt werden die Schnittstellen der integrierten Steuerungseinrichtung 10 mit Anregungssignalen S beaufschlagt und es werden die Reaktionen der integrierten Steuerungseinrichtung 10 und/oder der Wertstoffkompaktierungsvorrichtung 20 auf diese Anregungssignale S erfasst. Basierend auf den aus dem ersten Analyseschritt sowie dem zweiten Analyseschritt gewonnenen Informationen wird ein Modell 40 über das Betriebsverhalten der Wertstoffkompaktierungsvorrichtung 20 generiert, wobei das Modell 40 über das Betriebsverhalten der Wertstoffkompaktierungsvorrichtung 20 zur Steuerung und/oder Überwachung der Wertstoffkompaktierungsvorrichtung herangezogen wird.

[0023] Das Modell 40 und/oder das Analysemodul 30 stehen mit einem entfernt liegenden Datenverarbeitungsgerät 50 in Wirkverbindung, wobei es sich um den entfernt liegenden Datenverarbeitungsgerät 50 um einen Computer, insbesondere einem Personal Computer, einem Laptop oder eine andere lokal begrenzte Recheneinheit oder um eine in die Cloud verlagerte Recheneinheit handeln kann. Das entfernt liegende Datenverarbeitungsgerät 50 kann noch mit einer Anzeigeeinrichtung, wie einem mobilen Endgerät, beispielsweise Tablet oder einem Mobiltelefon, zusammenwirken, wobei auf diesem Anzeigegerät 60 ein Dashboard abrufbar sein kann, das die Betriebszustände der Wertstoffkompaktierungsvorrichtung visualisiert.

[0024] In Figur 2 ist eine schematische Veranschaulichung dargestellt, um das Zusammenwirken zwischen dem Analysemodul 30 und der Steuerungseinrichtung 10 der Wertstoffkompaktierungsvorrichtung 20 zu veranschaulichen. Das Analysemodul 30 ist über Schnittstellen 11 mit der Steuerungseinrichtung 30 verbunden, die wiederum mit Aktuatoren und Sensoren der Wertstoffkompaktierungsvorrichtung 20 über Schnittstellen 12 verbunden ist. Dabei erfasst das Analysemodul 30 mindestens die Parameter Stromaufnahme wenigstens eines Aktuators I, vorzugsweise das zeitliche Verhalten der Stromaufnahme wenigstens eines Aktuators I(t), das

Vibrationsverhalten VIB der Wertstoffkompaktierungsvorrichtung 20, vorzugsweise den zeitlichen Verlauf des Vibrationsverhaltens der Wertstoffkompaktierungsvorrichtung VIB(t) sowie einem im Hydraulik- oder Pneumatiksystem erfassten Druck P, vorzugsweise einen Druckverlauf P(t) der im Hydraulik- oder Pneumatiksystem erfasst wird. Über eine Schnittstelle 31 stehen das Analysemodul 30 und/oder das Modell 40 mit einem entfernt liegendem Datenverarbeitungsgerät 50 in Datenaustausch.

[0025] In Figur 3 ist eine beispielhafte Implementierung des Systems, das unter Einsatz eines Analysemoduls 30 nach der Erfindung zwischen der Wertstoffkompaktierungsvorrichtung 20 und einem entfernt liegenden Datenverarbeitungsgerät 50 in Wechselwirkung steht, veranschaulicht. Die Wertstoffkompaktierungsvorrichtung steht in bidirektionaler Datenkommunikation mit dem Analysemodul 30, das entweder unmittelbar Betriebsparameter an der Wertstoffkompaktierungsvorrichtung 20, insbesondere an der Steuerungseinrichtung 10 ausliest oder über ein Datenerfassungssystem 70 alternativ oder ergänzend Daten der Wertstoffkompaktierungsvorrichtung 20 erfasst. Ein Modell 40 über das Betriebsverhalten der Wertstoffkompaktierungsvorrichtung 20 wird unter Einsatz des Analysemoduls 30 erstellt und stets aktuell gehalten bzw. angepasst bzw. verbessert. Das Modell 40 stellt insofern einen digitalen Zwilling der Wertstoffkompaktierungsvorrichtung dar. Das Modell 40 kann in räumlicher Nähe zum Analysemodul 30 oder auch räumlich entfernt abgelegt werden, beispielsweise auch in der Cloud.

[0026] Das Analysemodul 30 kann mit einem entfernt liegenden Datenverarbeitungsgerät 50 in Wirkverbindung stehen. Dabei kann das entfernt liegende Datenverarbeitungsgerät 50 über eine Anzeigeeinrichtung auch das Betriebsverhalten der Wertstoffkompaktierungsvorrichtung visualisieren.

[0027] Figur 4 zeigt eine beispielhafte Übersicht über mögliche Einsatzfelder des erfindungsgemäß generierten Modells 40 über das Betriebsverhalten der Wertstoffkompaktierungsvorrichtung 20. Zunächst kann das Modell 40 als Simulationsmodell angesehen werden und beispielsweise unterschiedliche Betriebszustände der Wertstoffkompaktierungsvorrichtung vor, gleichzeitig zu oder nach einem speziellen Betriebsverhalten über einen festgelegten Zeitraum simulieren. Eine Sensor-Aktor-Lösung kann darin gesehen werden, dass Wirkweisen und Protokolle mehr und mehr integriert ausgestaltet werden bis hin zum Einsatz von Bauteilen, bei denen Sensoren und Aktoren in einem einzigen Bauteil vereinigt sind.

[0028] Weiterhin kann durch den Analysealgorithmus eine Grenzwertbestimmung dergestalt erfolgen, dass zulässige Grenzwerte für bestimmte Parameter der Wertstoffkompaktierungsvorrichtung über das Analysemodul 30 ermittelt werden.

[0029] Ein Fehlernetzwerk kann das Betriebsverhalten in gewissen Fehlerzuständen abbilden, so dass das

reale Betriebsverhalten mit dem auf Basis des Fehlernetzwerks simulierten, fehlerbehafteten Betriebsverhalten verglichen werden kann und so der mutmaßliche Fehler ermittelt werden kann.

[0030] Im Rahmen einer Predictive Maintenance können mögliche Wartungstermine bzw. auch eine Wartungsterminplanung erfolgen.

[0031] Cloudlösungen können eine einfache Überwachung und Abspeicherung der Betriebsdaten von Wertstoffkompaktierungsvorrichtungen, insbesondere auch von einer Vielzahl unterschiedlicher Wertstoffkompaktierungsvorrichtung bereitstellen. Schlussendlich kann ein Aspekt der vorgeschlagenen Lösung auch darin gesehen werden, dass die Integration zu einem für den Nutzer optimierten Gesamtsystem erzielt werden kann.

[0032] In Figur 5 ist eine beispielhafte Übersicht möglicher Anwendungsfelder unter Einsatz des generierten Modells über das Betriebsverhalten der Wertstoffkompaktierungsvorrichtung veranschaulicht. Derartige Anwendungsfelder umfassen zunächst Grundfunktionen für die Steuerung oder Überwachung einer Wertstoffkompaktierungsvorrichtung, wie

- Device Manager,
- Identity Manager,
- Data Manager,
- Secure Message Broker.

[0033] Im Hinblick auf die Erstellung und die Verwendung des Modells 40 der Wertstoffkompaktierungsvorrichtung können mindestens folgende Anwendungsmöglichkeiten realisiert werden:

- Adaptive Wartung anhand von Nutzungs- und Lastprofilen
- Predictive Maintenance
- Prozessoptimierung
- Fehler- und Ursachenanalyse
- Alarmierung, insbesondere bezogen auf den Anwender bzw. auf Servicekräfte
- Data-Hub, QS-gesicherte Datenbereitstellung via App
- Dashboards, KPIs für Servicepersonal
- Dashboards für verschiedene Anwender (Werker, Produktionsleiter, Standortleiter, Finance)

[0034] In einer weiteren möglichen Ausgestaltung können erlernte Modelle einer bestimmten Wertstoffkom-

paktierungsvorrichtung auch mit Modellen anderer Wertstoffkompaktierungsvorrichtungen abgeglichen werden und aus diesem Abgleich weitere Anpassungen im Hinblick auf das Modell der Wertstoffkompaktierungsvorrichtung vorgenommen werden.

[0035] In Figur 6 ist eine Ausführungsform einer Presseinrichtung veranschaulicht, die ein mögliches Beispiel einer Wertstoffkompaktierungsvorrichtung 20 darstellt. Andere Wertstoffkompaktierungsvorrichtungen sind beispielsweise Kompaktierer mit rotatorischen Verdichtungseinheiten oder Schredderanlagen. Die Presseinrichtung ist über Hydraulikleitungen 81 mit einer Hydrauliksteuerung 80 verbunden. Die Steuerungseinrichtung 10 steht mit der Hydrauliksteuerung 80 in Wirkverbindung und kann so einen Fluss von Hydraulikflüssigkeit an die Presseinrichtung, konkret an einen Presskolben 21 der Presseinrichtung veranlassen oder unterbinden. Auch kann der Fluss der Hydraulikflüssigkeit durch die Hydrauliksteuerung 80 graduell eingestellt werden, um eine Vorschubgeschwindigkeit des Presskolbens 23 vorzugeben.

[0036] Die Hydrauliksteuerung 80 bzw. die Hydraulikleitungen 81 werden über einen Hydraulikkreislauf 82 mit Hydraulikfluid beaufschlagt. Im Hydraulikkreislauf 82 ist eine durch einen Elektromotor 83 angetriebene Pumpe 84 vorgesehen. Die Förderleistung der Pumpe 84 ist vorzugsweise über den Elektromotor, der beispielsweise mit einem Frequenzumrichter zusammenwirken kann, stufenlos einstellbar. Weiterhin ist im Hydraulikkreislauf 82 noch ein Druckablassventil 85 sowie ein Drucksensor 86 vorgesehen. Über den Drucksensor 86 lässt sich der Druckverlauf $P(t)$ des Hydraulikkreislaufs 82 erfassen. Die erfassten Druckwerte werden zur Protokollierung des Druckverlaufs $P(t)$ an die Steuerungseinrichtung 10 übermittelt.

[0037] Die als Presseinrichtung ausgebildete Wertstoffkompaktierungsvorrichtung 20 weist einen mit Wertstoffen befüllten Pressraum 22 sowie einen Pressstempel 23, der innerhalb des Pressraums 22 verfahrbar ist, auf. Über den mittels des Presskolbens 21 angetriebenen Pressstempel 23 werden die Wertstoffe durch das Verfahren des Pressstempels 23 innerhalb des Pressraums 22 kompaktiert. Konkret startet die Steuerungseinrichtung 10 den Bewegungsablauf der als Presseinrichtung ausgebildeten Wertstoffkompaktierungsvorrichtung 20. Die Steuerungseinrichtung 10 steuert die Hydrauliksteuerung 80 sowie den Elektromotor 83 an, um so den Presskolben 21 mit Hydraulikfluid zu beaufschlagen und liest parallel Sensoren, insbesondere den Drucksensor 86, einem Stromaufnahmesensor 87, der den vom Elektromotor 83 aufgenommenen Strom erfasst, sowie einen Vibrationssensor 88, der die von der Wertstoffkompaktierungsvorrichtung 20 übertragenen Vibrationen während des Betriebs in Echtzeit aus. Eine zeitliche Auflösung der vom Drucksensor 86, vom Stromabnahmesensor 87 und vom Vibrationssensor 88 erfassten Signale ist dabei vorzugsweise ≤ 10 ms gehalten, um insbesondere Korrelationen zwischen den Signalen mit

hoher Auflösung erfassen und auswerten zu können.

[0038] Weisen die erfassten Werte eine Anomalie, wie z.B. ein nicht erreichtes Drucksignal des Drucksensors 86 nach einer vorbestimmten Zeitspanne oder in Korrelation zum Verfahrensweg des Pressstempels 23 auf, wird eine Anomalie und somit auf einen Druck-/Volumenstromverlust des Systems geschlossen. Dies erfolgt mit allen Sensoren, insbesondere dem Drucksensor 86, dem Stromaufnahmesensor 87 und dem Vibrationssensor 88 - wie bereits erwähnt - in Echtzeit, so dass jegliche Abweichungen des Betriebsverhaltens auch auf Komponentenebene nachvollzogen werden können. Insofern steht die Steuerung mit allen Sensoren über ein vorgegebenes Sendeprotokoll in Datenaustausch. Gleiches gilt für die Aktoren, wie im vorliegenden Fall den Presskolben 21, der ebenfalls mit der Steuerung beispielsweise über einen Positionsgeber 24 in Datenaustausch steht.

[0039] Die in Figur 6 veranschaulichte Steuerungseinrichtung kann in einem Steuerungsgehäuse 25 der als Presseinrichtung ausgebildeten Wertstoffkompaktierungsvorrichtung 20 untergebracht sein. In dem Steuerungsgehäuse 25 können auch weitere zum Betrieb der Presseinrichtung erforderliche Steuerkomponenten, wie Leistungsteile, Motorschürze, etc., sowie auch ein Modul zur Datenübertragung und Auslesung, das ggf. auch KI-unterstützt arbeitet, vorgesehen sein.

[0040] Mit der vorbeschriebenen Erfindung wird es möglich, ein Simulationsmodell der Wertstoffkompaktierungsvorrichtung in Gestalt eines digitalen Zwillings zu erstellen. Dies eröffnet unterschiedliche Vorteile und Optionen. Zunächst werden die physikalischen Zusammenhänge der Komponenten und Prozesse im technischen Status der Wertstoffkompaktierungsvorrichtung sowie der ablaufenden Prozesse besser erfasst und überwacht. Dadurch lässt sich eine zuverlässige Fehlererkennung und eine Überwachung der Alterung sowie eine Veränderung von Komponenten und ablaufenden Prozessen erfassen und dies auch als Predictive Maintenance umsetzen. Durch künstliche Intelligenz und Deep Learning lassen sich die Steuer- und Überwachungsroutinen noch verbessern.

[0041] Das Simulationsmodell ist modular aufgebaut. Eine automatische, dynamische Anpassung und somit eine Abbildung der Alterung und Veränderung einzelner Komponenten oder der gesamten Wertstoffkompaktierungsvorrichtung lässt sich erfassen und implementieren.

[0042] Das erstellte Simulationsmodell stellt auch eine Datenbasis dar, um über den Einsatz von künstlicher Intelligenz die angesprochenen Zielsetzungen in noch effektiverer Weise umzusetzen.

Bezuaszeichenliste

[0043]

10 Steuerungseinrichtung

11	Schnittstellen
12	Schnittstellen
20	Wertstoffkompaktierungsvorrichtung
21	Presskolben
5 22	Pressraum
23	Pressstempel
24	Positionsgeber
25	Steuerungsgehäuse
26	Pressraumtür
10 30	Analysemodul
31	Schnittstelle
40	Modell
50	Datenverarbeitungsgerät
60	Anzeigegerät
15 70	Datenerfassungssystem
80	Hydrauliksteuerung
81	Hydraulikleitungen
82	Hydraulikkreislauf
83	Elektromotor
20 84	Pumpe
85	Druckablassventil
86	Drucksensor
87	Stromaufnahmesensor
88	Vibrationssensor
25 I	Aktuator
P	Druck
P(t)	Druckverlauf
S	Anregungssignal
S(t)	Anregungssignal
30 I(t)	zeitliches Verhalten der Stromaufnahme eines Aktuators
VIB	Vibrationsverhalten
VIB(t)	Vibrationsverhalten der Wertstoffkompaktierungsvorrichtung
35 F(VIB(t))	Fourier-Transformation

Patentansprüche

1. Verfahren zum Steuern und/oder Überwachen einer Wertstoffkompaktierungsvorrichtung, welche dazu ausgebildet und bestimmt ist, Wertstoffe zu kompaktieren, und wobei die Wertstoffkompaktierungsvorrichtung
 - ein über ein hydraulisches oder pneumatisches System betriebenes Kompaktierungselement, insbesondere einen Kompaktierungstempel,
 - einen oder mehrere Aktuatoren zur Betätigung des Kompaktierungselements,
 - ein oder mehrere Sensoren zur Erfassung eines Betriebsparameters der Wertstoffkompaktierungsvorrichtung sowie eine integrierte Steuerungseinrichtung, die über Schnittstellen mit dem einen oder mehreren Aktuatoren und dem einen oder mehreren Sensoren verbunden ist,

aufweist,

dadurch gekennzeichnet, dass

über einen Analysealgorithmus das Betriebsverhalten der Wertstoffkompaktierungsvorrichtung (20) erlernt wird, wobei der Analysealgorithmus mindestens einen ersten Analyseschritt sowie einen zweiten Analyseschritt umfasst, dass in einem ersten Analyseschritt die Signale an den Schnittstellen zwischen der integrierten Steuerungseinrichtung und den Aktuatoren einerseits und zwischen der Steuerungseinrichtung und den Sensoren andererseits oder an anderen Schnittstellen (11) der integrierten Steuerungseinrichtung (10) in verschiedenen Betriebszuständen der Wertstoffkompaktierungsvorrichtung (20) erfasst werden und dass in einem zweiten Analyseschritt die Schnittstellen der integrierten Steuerungseinrichtung (10) mit Anregungssignalen S beaufschlagt werden und die Reaktionen der integrierten Steuerungseinrichtung (10) und/oder der Wertstoffkompaktierungsvorrichtung (20) auf diese Anregungssignale S erfasst werden, wobei basierend auf den aus dem ersten Analyseschritt und dem zweiten Analyseschritt gewonnenen Informationen ein Modell (40) über das Betriebsverhalten der Wertstoffkompaktierungsvorrichtung generiert wird, und wobei das Modell (40) über das Betriebsverhalten der Wertstoffkompaktierungsvorrichtung zur Steuerung und/oder Überwachung der Wertstoffkompaktierungsvorrichtung herangezogen wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Beaufschlagung mit Anregungssignalen S(t) erfolgt, die einen vorgegebenen oberen und unteren Grenzwert und einen zeitlich vorgegebenen Verlauf aufweisen.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** über den Analysealgorithmus Betriebsparameter der Wertstoffkompaktierungsvorrichtung (20) erfasst werden.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** über den Analysealgorithmus mindestens die folgenden Betriebsparameter der Wertstoffkompaktierungsvorrichtung (20) erfasst werden:
 - das zeitliche Verhalten der Stromaufnahme wenigstens eines Aktuators I(t),
 - das Vibrationsverhalten der Wertstoffkompaktierungsvorrichtung VIB(t),
 - einen im Hydraulik- oder Pneumatiksystem

erfassten Druck P(t).

5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Parameter I(t), VIB(t) und P(t) in Echtzeit ausgelesen werden.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine zeitliche Korrelation der Betriebsparameter erfasst wird, insbesondere eine zeitliche Korrelation des Vibrationsverhaltens VIB(t) mit der Stromaufnahme I(t) oder des Vibrationsverhaltens VIB(t) mit dem Druckverlauf P(t).
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zeitliche Verlauf der erfassten Parameter, insbesondere das Vibrationsverhalten VIB(t) einer Fourier-Transformation $F(VIB(t))$ unterzogen wird und die Fourier-Analyse bei der Erstellung des Modells über das Betriebsverhalten der Wertstoffkompaktierungsvorrichtung berücksichtigt wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Modell (40) über das Betriebsverhalten der Wertstoffkompaktierungsvorrichtung (20) automatisch in ein Steuerungsverfahren eingeht, das den Betrieb der Wertstoffkompaktierungsvorrichtung (20) steuert.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Modell (40) über das Betriebsverhalten der Wertstoffkompaktierungsvorrichtung (20) im Hinblick auf eine Wartungsterminplanung und/oder eine Fehleranalyse ausgewertet wird.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Modell (40) über das Betriebsverhalten der Wertstoffkompaktierungsvorrichtung im Hinblick auf eine Erweiterung und/oder Anpassung der Wertstoffkompaktierungsvorrichtung (20) herangezogen wird.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Analyseschritte von einem Analysemodul (30) ausgeführt werden, das an oder innerhalb der Wertstoffkompaktierungsvorrichtung angeschlossen ist.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein bidirektionaler Datenaustausch zwischen dem an oder in der Wertstoffkompaktierungsvorrichtung (20) angeschlossenen Analysemodul (30) und ei-

nem von der Werkstoffkompaktierungsvorrichtung entfernt liegendem Datenverarbeitungsgerät (50) durchgeführt wird und das entfernt liegende Datenverarbeitungsgerät (50) insbesondere Auswertungen vornimmt oder weitergibt, beispielsweise zur Fehlerdiagnose, zur adaptiven Wartung anhand von Nutzungs- und Lastprofilen oder zur Wartungsplanung, oder Steuerbefehle, insbesondere einen Abschaltbefehl, an die Werkstoffkompaktierungsvorrichtung über das angeschlossene Analysemodul weitergibt. 5 10

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zweite Analyseschritt nachfolgend nach dem ersten Analyseschritt durchgeführt wird. 15
14. Analysemodul, das zur Ausführung der Analyseschritte nach dem Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 13 ausgebildet und bestimmt ist. 20

25

30

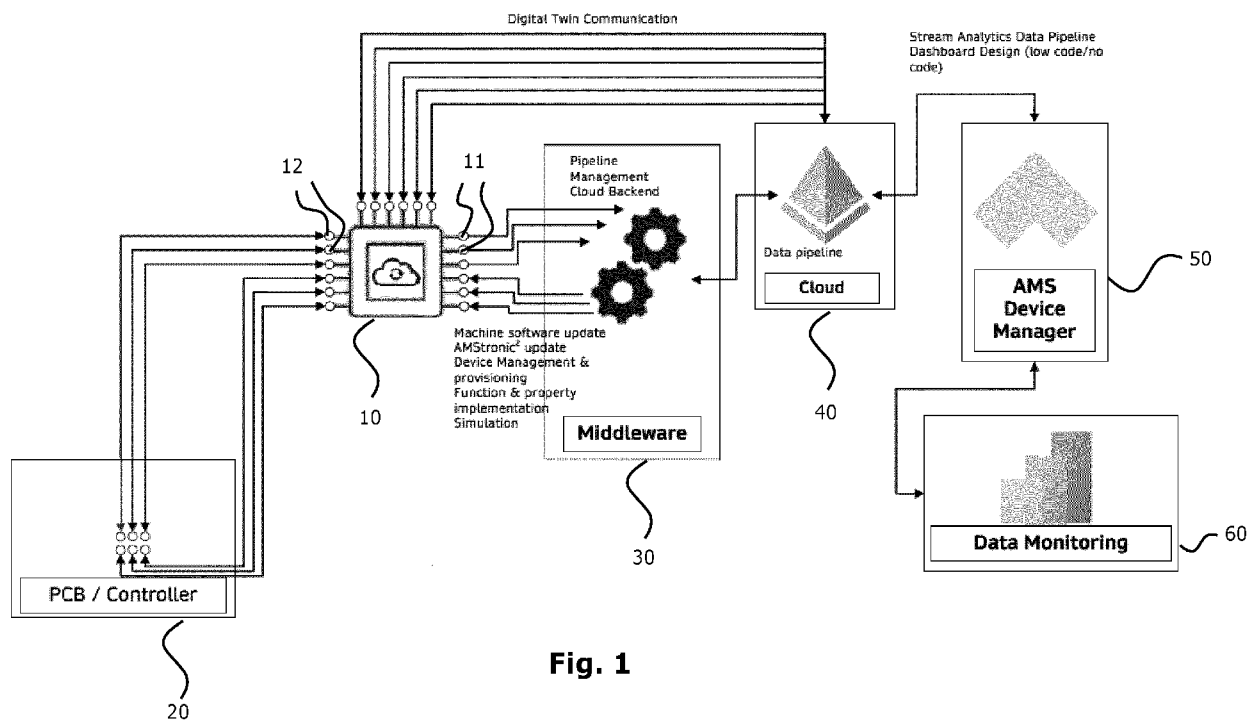
35

40

45

50

55



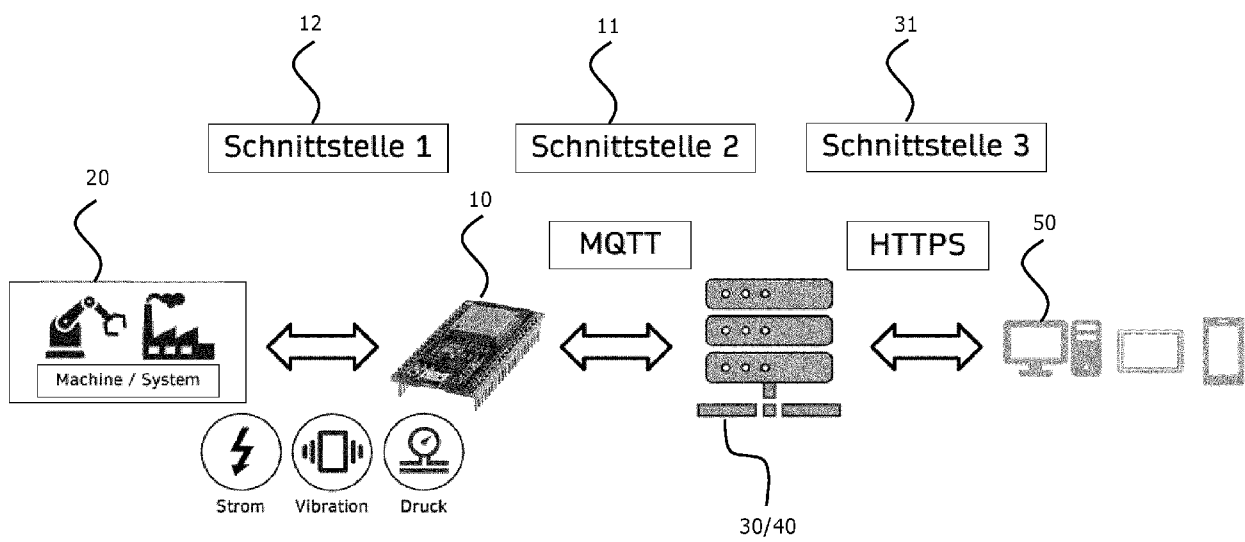
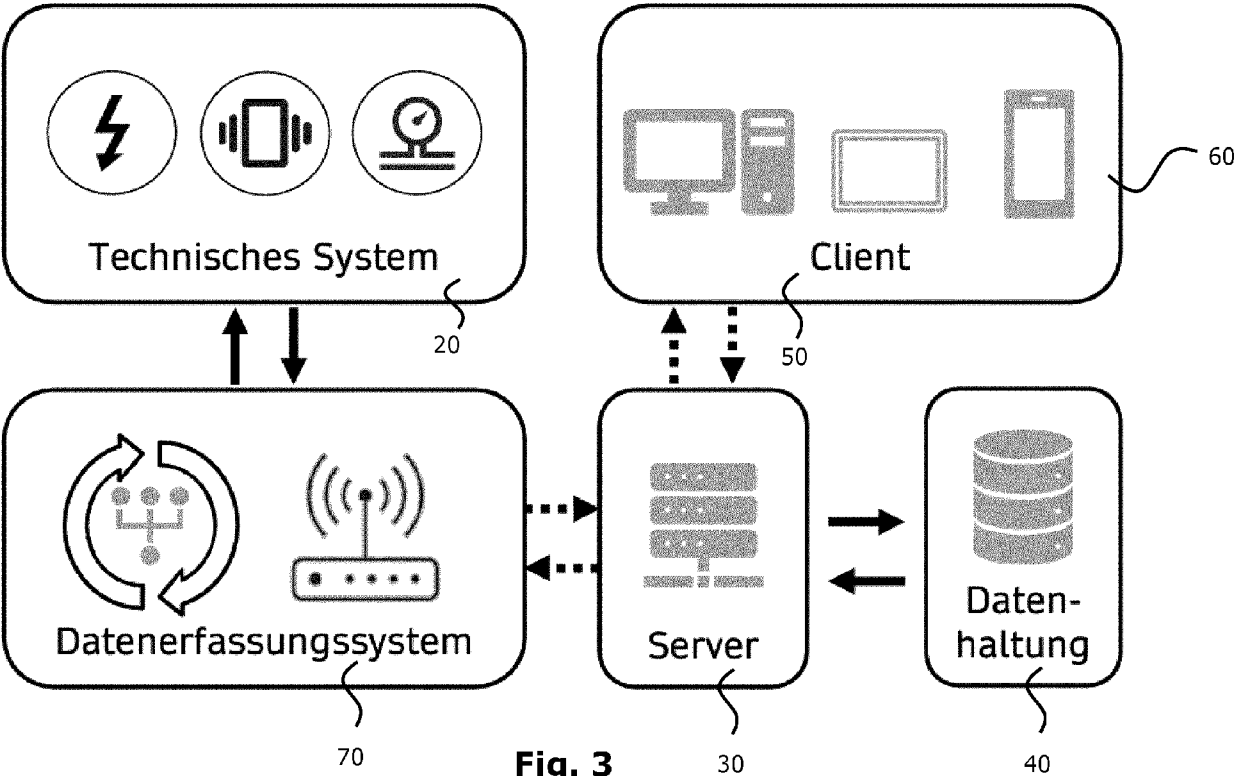


Fig. 2



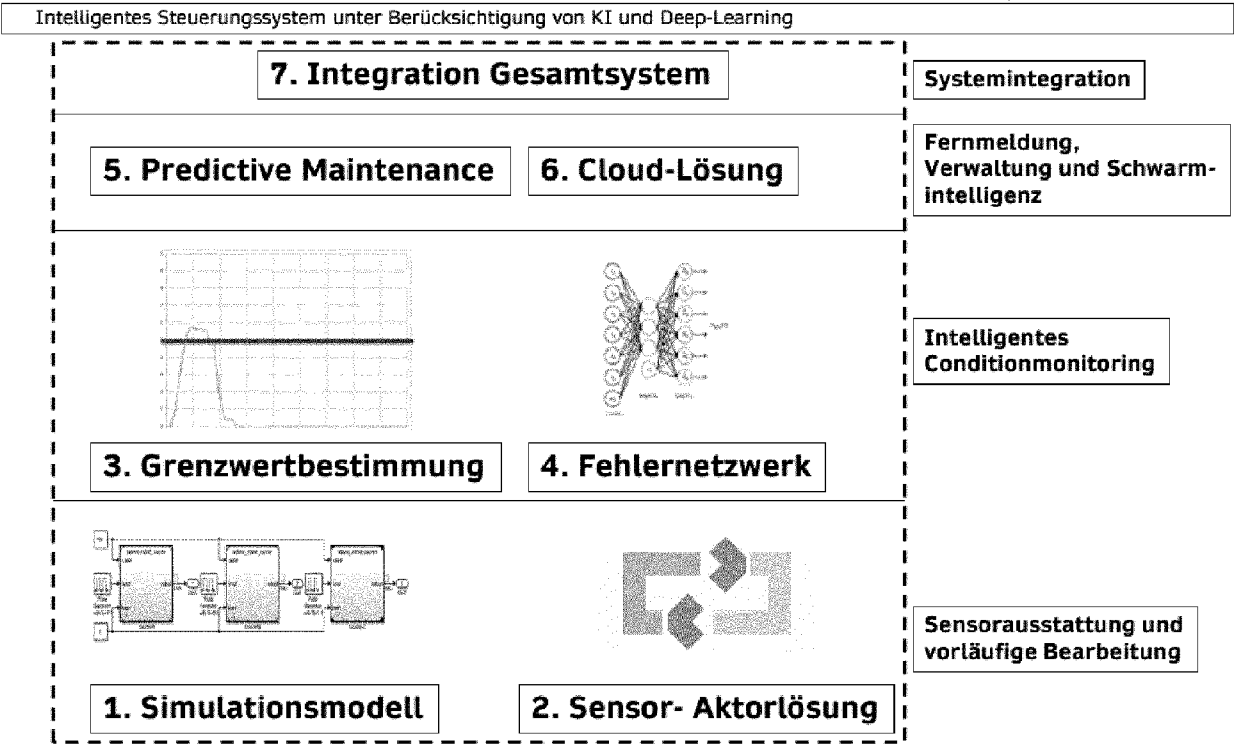


Fig. 4

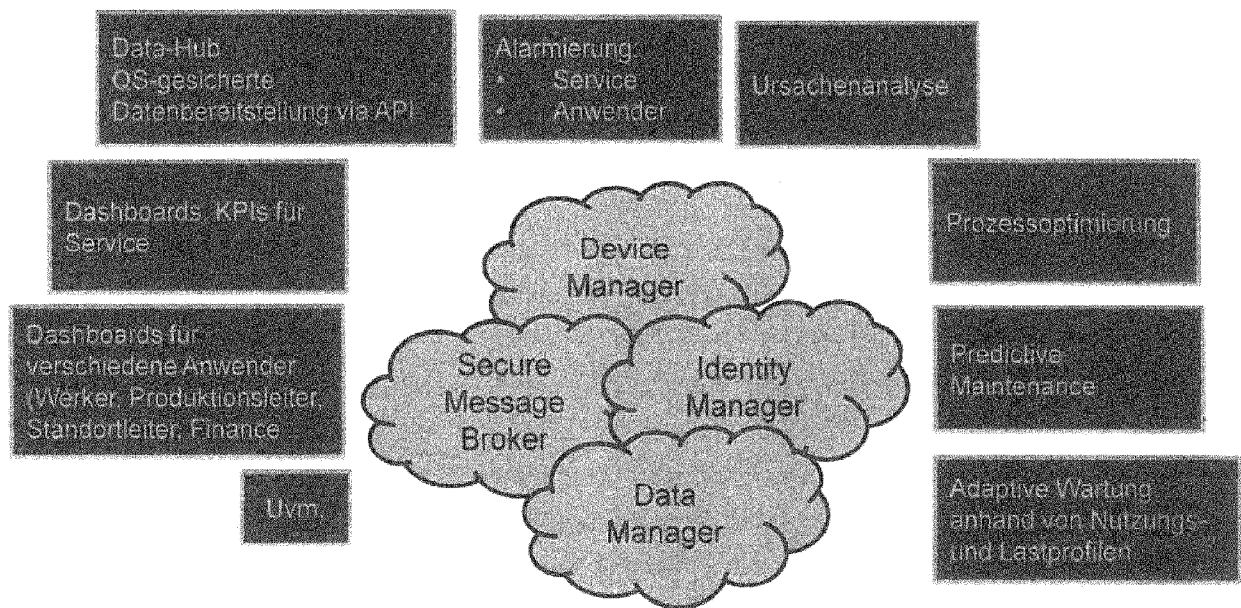


Fig. 5

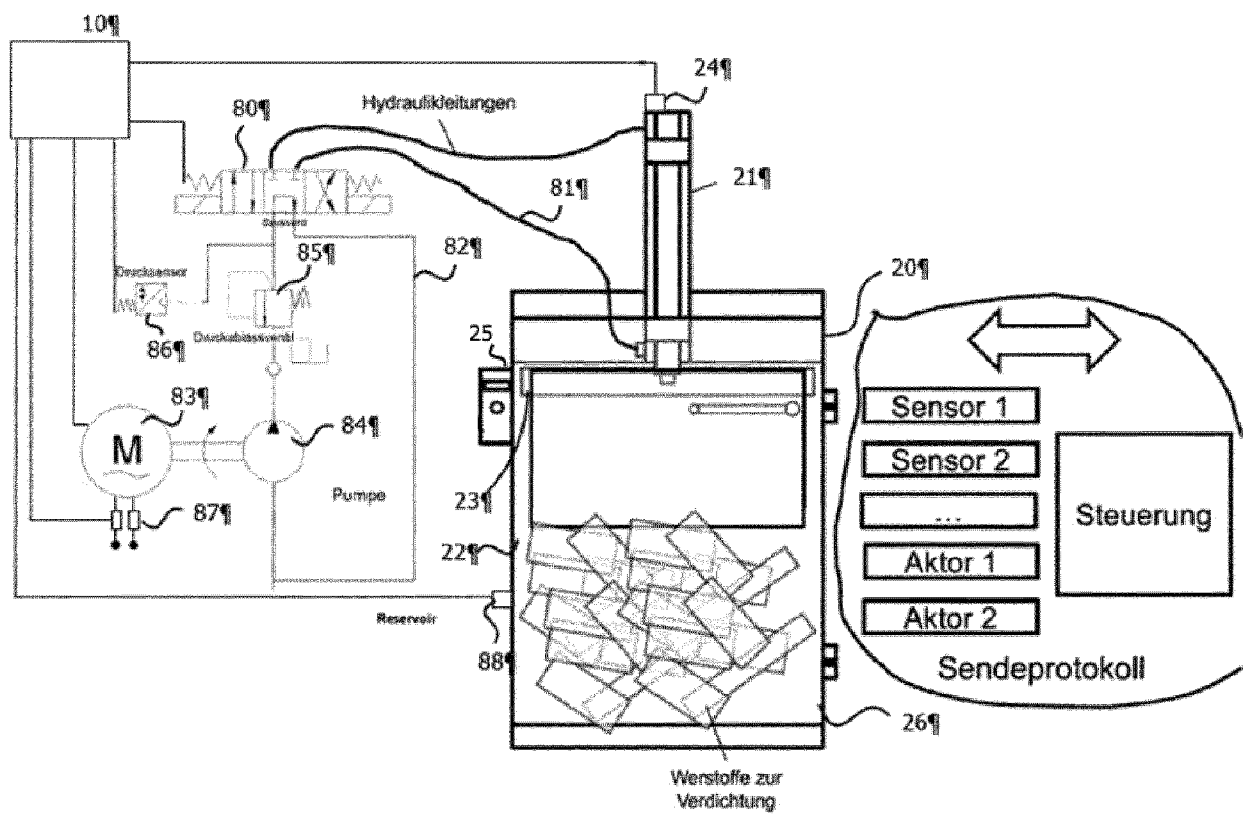


Fig. 6



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 23 21 4728

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Y	DE 10 2019 134627 A1 (FRANCOTYP POSTALIA GMBH [DE]) 17. Juni 2021 (2021-06-17)	1-5,8-14	INV. B30B9/30 G05B19/4065 G05B19/418 G06Q50/04
A	* Absätze [0062] - [0074], [0045], [0095], [0096]; Abbildungen *	6,7	
Y	CN 115 328 037 A (E ENERGY TECH CO LTD ET AL.) 11. November 2022 (2022-11-11) * das ganze Dokument *	1-5,8-14	
A	US 2006/037375 A1 (BETZMEIER DIETER [DE] ET AL) 23. Februar 2006 (2006-02-23) * Zusammenfassung; Abbildungen *	1,14	
A	CN 115 943 265 A (FLENDER GMBH) 7. April 2023 (2023-04-07) * Zusammenfassung; Abbildungen *	1,14	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) B30B G06Q G05B
A	US 2022/011764 A1 (FUNABASHI KOUJI [JP] ET AL) 13. Januar 2022 (2022-01-13) * Zusammenfassung; Abbildungen *	1,14	
A	EP 3 961 066 A1 (FLENDER GMBH [DE]) 2. März 2022 (2022-03-02) * Zusammenfassung; Abbildungen *	1,14	
A	WO 2021/176137 A1 (KAPASITY OY [FI]) 10. September 2021 (2021-09-10) * Zusammenfassung; Abbildungen *	1,14	
A	EP 3 926 212 A1 (FLENDER GMBH [DE]; FLENDER IND GMBH [DE]) 22. Dezember 2021 (2021-12-22) * Zusammenfassung; Abbildungen *	1,14	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 16. Mai 2024	Prüfer Labre, Arnaud
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

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

EP 23 21 4728

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.

16-05-2024

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EPO FORM P0461

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102019134627 A1	17-06-2021	DE 102019134627 A1	17-06-2021
		EP 3839841 A1	23-06-2021
		US 2021182802 A1	17-06-2021

CN 115328037 A	11-11-2022	KEINE	

US 2006037375 A1	23-02-2006	CA 2516257 A1	19-02-2006
		CH 698148 B1	29-05-2009
		CN 1736709 A	22-02-2006
		DE 102004040093 A1	09-03-2006
		FI 20050831 A	20-02-2006
		US 2006037375 A1	23-02-2006

CN 115943265 A	07-04-2023	CN 115943265 A	07-04-2023
		EP 3961066 A1	02-03-2022
		EP 4200543 A1	28-06-2023
		US 2023296169 A1	21-09-2023
		WO 2022043080 A1	03-03-2022

US 2022011764 A1	13-01-2022	CN 113039500 A	25-06-2021
		DE 112019005909 T5	19-08-2021
		JP 7219117 B2	07-02-2023
		JP 2020140483 A	03-09-2020
		US 2022011764 A1	13-01-2022
		WO 2020174828 A1	03-09-2020

EP 3961066 A1	02-03-2022	CN 115943265 A	07-04-2023
		EP 3961066 A1	02-03-2022
		EP 4200543 A1	28-06-2023
		US 2023296169 A1	21-09-2023
		WO 2022043080 A1	03-03-2022

WO 2021176137 A1	10-09-2021	EP 4114650 A1	11-01-2023
		FI 20205239 A1	07-09-2021
		WO 2021176137 A1	10-09-2021

EP 3926212 A1	22-12-2021	CN 115769003 A	07-03-2023
		EP 3926212 A1	22-12-2021
		EP 4168693 A1	26-04-2023
		US 2023220912 A1	13-07-2023
		WO 2021255220 A1	23-12-2021

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