



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
19.01.2011 Patentblatt 2011/03

(51) Int Cl.:
F16F 15/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **09165471.5**

(22) Anmeldetag: **15.07.2009**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
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 SE SI SK SM TR

(72) Erfinder: **Munz, Curt**
3510 Konolfingen (CH)

(74) Vertreter: **Schwabe - Sandmair - Marx**
Patentanwälte
Stuntzstraße 16
81677 München (DE)

(71) Anmelder: **WIFAG Maschinenfabrik AG**
3001 Bern (CH)

(54) **Überwachen einer Schwingungen erzeugenden Maschine**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Überwachen einer mindestens eine Schwingung (121a, 122a) erzeugenden Maschine (10), insbesondere einer Druckmaschine. Das Verfahren umfasst folgende Schritte: a) Messen der von der Maschine (10) erzeugten Schwingung (121a, 122a); b) Auswerten der von der Maschine (10) erzeugten Schwingung (121a, 122a) zum Berechnen mindestens einer mindestens eine oder einen Teil der von der Maschine (10) erzeugten Schwingungen (121a, 122a) abschwächenden Gegenschwingung

(121b, 122b); c) Erzeugen der mindestens einen Gegenschwingung (121b, 122b) zum zumindest teilweisen Abschwächen der von der Maschine (10) erzeugten Schwingung (121a, 122a) mittels Überlagern von Schwingung (121a, 122a) und Gegenschwingung (121b, 122b) zu einer Überlagerungsschwingung (121, 122); und d) Ermitteln eines Betriebszustands der Maschine (10) und insbesondere mindestens eines kennzeichnenden Schwingungsparameters (34b) zum Überwachen der Maschine (10), aus der Überlagerungsschwingung (123, 122).

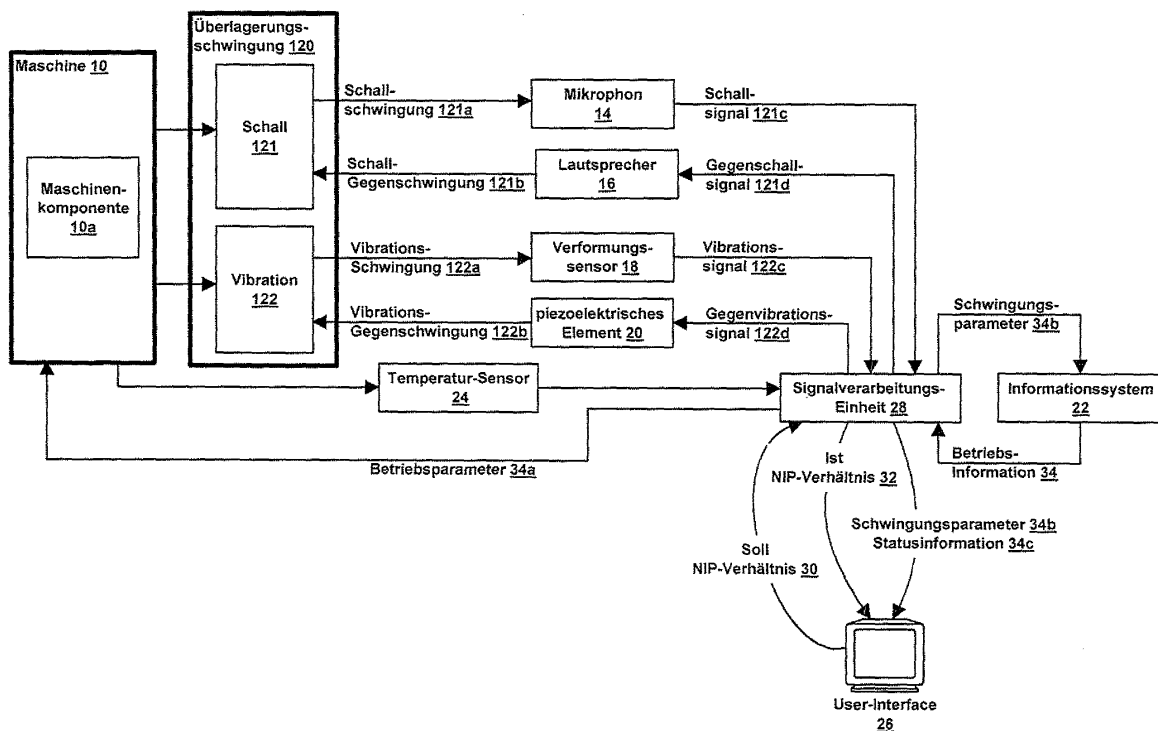


Fig. 3a

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und ein System zum Überwachen einer Maschine, vorzugsweise einer Druckmaschine, wie zum Beispiel einer Rotationsdruckmaschine, welche Schwingungen erzeugt, sowie ein Verfahren zum Erzeugen und/oder Warten eines Informationssystems für den Betrieb der Maschine.

[0002] Zum Unterdrücken von Schwingungen, insbesondere Schall, sind Maßnahmen bekannt, welche im Wesentlichen passiv oder aktiv sein können. Passive Maßnahmen zeichnen sich durch den Einsatz eines Schallabsorbers aus, welcher den Schall quer zu seiner Ausbreitungsrichtung abschwächt. Demgegenüber basieren aktive Maßnahmen auf dem einfachen physikalischen Prinzip, wobei eine auszulöschende Schwingung durch Überlagern einer gegenphasigen Schwingung ausgelöscht wird. In der Figur 1 ist das Prinzip eines aktiven Verfahrens dargestellt, wobei eine Schwingung A mit einer gegenphasigen Schwingung B so überlagert wird, dass für die Überlagerung (A+B) eine verschwindende Amplitude resultiert. Ein ANC (Adaptive Noise Control) Verfahren setzt im Wesentlichen das in der Figur 1 gezeigte Prinzip um, wobei die gegenphasige Schwingung dynamisch an die momentanen Eigenschaften der Schwingung angepasst wird. Aus dem Stand der Technik ist eine Vielzahl solcher Systeme bekannt, welche beispielsweise dazu eingesetzt werden, eine Geräuschkulisse in der Umgebung eines Druckers oder Kopierers zu minimieren (JP 6282275, JP 7160272, JP 2000155588, JP 9281976).

[0003] Geräusche in der Umgebung einer Maschine können auch dazu genutzt werden, Rückschlüsse über einen Zustand der Maschine zu ermöglichen. Aus der JP 62073949 ist ein System zum Erkennen einer Druckerfehlfunktion bekannt, wobei die Erkennung auf der Basis von Messungen einer Vibration, einer Temperatur und eines Schalls durchgeführt werden. Aus der JP 51555002 ist das Beurteilen von Eigenschaften wie beispielsweise das Abblättern im Zusammenhang mit einem Druckvorgang einer Druckmaschine bekannt, wobei die Beurteilung auf der Basis von gemessenem Schall stattfindet.

[0004] Aus der EP 0259636 ist bekannt, dass Probleme, die beim Betrieb einer Druckmaschine auftreten können, wie beispielsweise Druckschwierigkeiten, die zum Dublieren führen, durch messtechnisches Erfassen eines Schalls der Druckmaschine beurteilt werden. Dazu sind an der Maschine Sensoren zum Aufnehmen von Luft und Körperschall angeordnet. Die mittels Schallmessung gewonnen Informationen werden zum Steuern der Druckmaschine, beispielsweise zum temperieren der Farbverreibwalzen genutzt.

[0005] Aus der EP 1767364 ist ein Verfahren zum Kontrollieren der Druckbedingungen und Materialien einer Druckmaschine bekannt, wobei ein akustisches Signal der Druckmaschine gemessen, analysiert und einem Druck- oder Nicht-Druckbereich des zu druckenden In-

halts zugeordnet wird.

[0006] Aufgabe der Erfindung ist es, Schwingungen in der Umgebung einer Maschine zu unterdrücken und zugleich zum Überwachen der Maschine zu verwenden.

[0007] Vorstehende Aufgabe wird durch die Gegenstände der unabhängigen Ansprüche gelöst. Die abhängigen Ansprüche sind auf vorteilhafte Weiterbildungen gerichtet.

[0008] Ein Aspekt der Erfindung betrifft ein Verfahren zum Überwachen einer mindestens eine Schwingung erzeugenden Maschine, insbesondere einer Druckmaschine. Das Verfahren umfasst die Schritte: Messen der von der Maschine erzeugten mindestens einen Schwingung, Auswerten der von der Maschine erzeugten mindestens einen Schwingung zum Berechnen mindestens einer mindestens eine oder einen Teil der von der Maschine erzeugten Schwingungen abschwächenden Gegenschwingung, Erzeugen der mindestens einen Gegenschwingung zum Abschwächen der von der Maschine erzeugten Schwingung. Schließlich werden ein Betriebszustand der Maschine und/oder mindestens ein kennzeichnender Schwingungsparameter zum Überwachen der Maschine aus einer Überlagerungsschwingung oder aus der von der Maschine erzeugten Schwingung ermittelt. Die Überlagerungsschwingung resultiert aus einer Überlagerung von Schwingung und Gegenschwingung. Das Abschwächen der von der Maschine erzeugten Schwingung betrifft ein zumindest teilweises Abschwächen.

[0009] Der Betriebszustand kann eine Verfassung der Maschine, eine Situation, in welcher sich die Maschine befindet, ein Fehlen oder Vorhandensein einer Qualität oder Eigenschaft der Maschine, ein Fehlen oder Vorhandensein von Verbrauchsmaterial oder Ressourcen für die Maschine, als auch eine Abweichung von der Normalität, beschreiben. Betriebszustände der Maschine können beispielsweise sein: Vorfeuchten, Arbeitspunkt im linearen Kennlinienbereich, Arbeitspunkt im nichtlinearen Kennlinienbereich, Vollast, Teillast, Leerlauf, Havarie, Teilemangel einer Bahn, Temperatur zu hoch.

[0010] Die Maschine, welche auch eine Maschinenelemente oder ein Maschinenelement sein kann, weist ein oder mehrere rotierende Maschinenelemente, beispielsweise eine Rolle, eine Walze, ein Zylinder, ein Zahnrad, oder ein Kugellager auf, wobei die rotierenden Maschinenelemente im Wesentlichen die Schwingung erzeugen. Die Schwingung kann somit einen periodischen oder quasi periodischen Charakter haben. Die Schwingung kann auch von Maschinenelementen erzeugt werden, die sich berühren und relativ zueinander eine Translationsbewegung ausführen. Die Parameter der Gegenschwingung, beispielsweise Amplitude, Frequenz oder Frequenzgang, Phase oder Phasengang, können beim Auswerten der von der Maschine erzeugten Schwingung in Abhängigkeit von den entsprechenden Parametern der Schwingung so angepasst werden, dass vorbestimmte oder vorgegebene Kriterien erfüllt werden. Die Kriterien können mit Blick darauf eingestellt werden,

dass beispielsweise die Überlagerungsschwingung in einem vorgegebenen Raumbereich und/oder Frequenzbereich so reduziert werden, dass die von der Überlagerungsschwingung ausgehende, von den Bedienpersonen der Maschine als störend empfundene Wirkung reduziert wird und zugleich die Überlagerungsschwingung soweit unbeeinflusst bleibt, dass sie für weitere technische Anwendungen, beispielsweise Ermitteln eines Betriebszustands der Maschine, verwendet werden kann.

[0011] Die von der Maschine erzeugte Schwingung und/oder die Überlagerungsschwingung kann auch nur teilweise oder unvollständig abgeschwächt werden. Dadurch kann beispielsweise ein Schalldruck in der Umgebung der Maschine oder in einer Halle, in welcher die Maschine betrieben wird, soweit unterdrückt werden, dass die an der Maschine oder in der Halle arbeitenden Menschen von dem von der Maschine erzeugten Schall weniger gestört werden. Zugleich wird die Überlagerungsschwingung umfassend den Schall und die Vibrationen der Maschine nicht derart verändert oder reduziert, dass eine Erfassung der Schwingungsparameter mittels Messen der Überlagerungsschwingung nicht mehr möglich ist. Mit anderen Worten, die an sich widersprüchlichen Ziele den Schall in der Umgebung der Maschine abzuschwächen und zugleich zum Überwachen der Maschine zu nutzen können gleichzeitig erreicht werden.

[0012] Gemäß einer Ausführungsform kann die von der Maschine erzeugte Schwingung und/oder die Überlagerungsschwingung optimal, das heißt maximal oder soweit technisch machbar, vollständig abgeschwächt werden.

[0013] Gemäß einer Ausführungsform kann die Überlagerungsschwingung gemessen und die Gegenschwingung zum Abschwächen der von der Maschine erzeugten Schwingung oder der Überlagerungsschwingung in Abhängigkeit von der gemessenen Überlagerungsschwingung erzeugt werden. Beim Start des Verfahrens liegt zunächst nur die von der Maschine erzeugte mindestens eine Schwingung vor. Diese wird gemessen, woraus eine Gegenschwingung zum Überlagern mit der von der Maschine erzeugten mindestens einen Schwingung ermittelt wird zwecks Abschwächens der von der Maschine erzeugten Schwingung. Nach dem Aussenden der Gegenschwingung liegt eine Überlagerungsschwingung vor umfassend die mindestens eine von der Maschine erzeugten Schwingung und die Gegenschwingung. Ab diesem Zeitpunkt wird im Wesentlichen die Überlagerungsschwingung gemessen, wobei in dem die Maschine umgebenden Raum im Wesentlichen die Überlagerungsschwingung durch Menschen wahrnehmbar ist, beispielsweise in Form von Schall oder Vibrationen. Ab diesem Zeitpunkt wird die Gegenschwingung so erzeugt, dass die Überlagerungsschwingung abgeschwächt wird.

[0014] Somit kann die Gegenschwingung entweder in Abhängigkeit von der von der Maschine erzeugten Schwingung, mittels beispielsweise eines nahe bei der

Schwingungsquelle positionierten Mikrofons, oder in Abhängigkeit von der Überlagerungsschwingung, oder in Abhängigkeit von sowohl der von der Maschine erzeugten Schwingung als auch der Überlagerungsschwingung ermittelt werden.

[0015] Die Gegenschwingung kann so erzeugt werden, dass vorbestimmte Raumbereiche stärker und die übrigen Raumbereiche weniger stark abgeschwächt werden. Die Vorgabe der Raumbereiche mit einer stärkeren Abschwächung kann sich danach orientieren, wo sich Bedienpersonen der Maschinen im Wesentlichen aufhalten. Die in den Raumbereiche mit geringerer Abschwächung gemessene Überlagerungsschwingung kann dazu genutzt werden, Informationen über den Betrieb der Maschine zum Überwachen der Maschine zu ermitteln.

[0016] 3. Gemäß einer Ausführungsform kann aus der Überlagerungsschwingung mindestens ein Schwingungsparameter, welcher die von der Maschine erzeugte Schwingung kennzeichnet, zum Überwachen der Maschine ermittelt werden. Überwachen kann darin bestehen, dass einer der gemessenen oder ermittelten Betriebsparameter der Druckmaschine geregelt oder gesteuert oder einer Bedienperson angezeigt wird. Überwachen kann auch darin bestehen, dass aufgrund einer Auswertung der Statusinformation eine Fehlfunktion der Druckmaschine prognostiziert oder eine Wartung der Druckmaschine geplant wird. Überwachen kann eine ständige, kontinuierliche Kontrolle der Maschine sein, hinsichtlich eines Betriebs- und/oder Prozess- und/oder Hardware- und/oder Software- Fehlers, einer Anomalie des Betriebs oder Abweichung von als normal bezeichneten Zuständen oder Abläufen. Sofern das Überwachen eine Regelung oder Steuerung der Maschine ist, kann die Regelung eine adaptive und/oder fuzzy und/oder Datenbank basierte Regelung sein kann.

[0017] Der Schwingungsparameter kann eine Grundfrequenz, eine Amplitude der Grundfrequenz, eine erste Harmonische, eine Amplitude der ersten Harmonischen, ein Frequenzgang, oder ein Phasengang sein. Der Schwingungsparameter kann diskrete Werte von Frequenz und/oder Phase der Schwingung und dazugehörige Amplitudenwerte betreffen. So kann beispielsweise eine signifikante Erhöhung einer ausgewählten Harmonischen einer Grundschiwingung einer vorbestimmten Maschinenkomponente als Hinweis auf eine Fehlfunktion der betreffenden Maschinenkomponente aufgefasst werden. Das Maß der Erhöhung kann in Relation zu einer physikalischen Größe der Maschine oder Maschinenkomponente, beispielsweise einer Drehzahl, Drehgeschwindigkeit oder Drehbeschleunigung, stehen.

[0018] Der Schwingungsparameter kann ein zeit- und/oder ortsabhängiger Verlauf mindestens einer Spektralkomponente und/oder einer Amplitude und/oder einer Phase der Schwingung sein. So können beispielsweise historische, das heißt während vorausgegangener Betriebsphasen der Maschine aufgezeichnete, Verlaufsmuster mit Fehlfunktionen oder Betriebsarten der

Maschine in Zusammenhang stehen. Der aktuell gemessene zeit- und/oder ortsabhängige Verlauf der Spektralkomponenten und/oder Amplitude und/oder Phase kann auf Übereinstimmung mit historischen oder aufgezeichneten Verlaufsmustern geprüft werden, woraus ableitbar ist, ob der aktuelle Betrieb der Maschine eine bestimmte Fehlfunktion oder Betriebsarten aufweist. Die Prüfung kann mit gängigen Verfahren der Mustererkennung durchgeführt werden.

[0019] Der Schwingungsparameter kann Kombinationen aus Amplitude, Frequenz oder Phaseninformation umfassen. Auch Kombinationen können als Muster aufgefasst werden, wobei ein Auftreten eines Musters einen Betriebszustand charakterisieren kann. Zur Ermittlung der Zusammenhänge zwischen Betriebszuständen und Mustern der Schwingungsparameter können die aus der künstlichen Intelligenz bekannten Verfahren eingesetzt werden. Der Vorteil einer Beurteilung von Betriebszuständen mittels Bewertung von Mustern der Schwingungsparameter gegenüber einer direkten Messung der Betriebsparameter liegt darin, dass für die gleiche Kombination von Betriebsparametern unterschiedliche Betriebszustände resultieren können, wobei sich die Betriebszustände durch das Vorliegen einer Fehlfunktion unterscheiden, welche nicht durch einen Betriebsparameter erfassbar ist. So kann beispielsweise bei einer bestimmten Kombination physikalischer Größen wie Temperatur oder Umdrehungsgeschwindigkeiten von mehreren Maschinenkomponenten der Betriebszustand einmal normal, und einmal defekt oder problematisch sein, abhängig von den jeweiligen Schwingungsparametern. Auf diese Weise können nicht nur die klassischen Regelgrößen wie Wassermenge, Farbmenge oder Farbwassergemisch geregelt werden, sondern auch Betriebszustände, welche durch linguistische Variablen beschrieben sind, wie beispielsweise Betriebszustand normal.

[0020] Der Betriebszustand kann durch eine Betriebsinformation charakterisiert werden. Mittels dieser Betriebsinformation kann die Maschine überwacht werden. Die Betriebsinformation, welche informationstechnisch als Datensatz mittels einer Mehrzahl von Datenfeldern darstellbar ist, betrifft mindestens einen, vorzugsweise zwei, drei, vier oder mehrere Betriebsparameter, und/oder den mindestens einen Schwingungsparameter, und/oder eine Statusinformation hinsichtlich einer Fehl- oder Normalfunktion der Maschine. Der Betriebsparameter kann eine quantitative Größe betreffen, beispielsweise eine physikalische Größe wie Drehzahl, Geschwindigkeit oder Temperatur. Der Betriebsparameter kann diskrete oder binäre Werte annehmen, beispielsweise einen Ein-/Aus- Zustand, oder eine erste Walze liegt an eine zweite Walze und an eine dritte Walze an: ja/nein, oder Aufwärmphase, oder eine abzählbare Größe darstellen, beispielsweise eine Anzahl von Druckseiten. Der Betriebsparameter kann auch eine digitale Information eines Druckmotivs sein.

[0021] Die Statusinformation kann den Ausfall einer

oder mehrerer Maschinenkomponenten betreffen, wobei der Ausfall bevorstehen oder bereits eingetreten sein kann. Die Statusinformation kann eine linguistische Variable umfassen, beispielsweise "gut", "schlecht", "defekt", "ausgefallen" oder "ausfallbereit", der ein kontinuierlicher, numerischer Wert auf einer Skala zwischen einem Minimal- und einem Maximalwert zugewiesen werden kann. Typische Statusinformationen sind beispielsweise "Farbe OK", oder "Farbe zu dickflüssig", oder "Übertragung zwischen einer ersten Walze und einer zweiten Walze fehlerhaft".

[0022] Mittels Auswerten der Betriebsinformation kann der mindestens eine Betriebsparameter der Maschine ermittelt und/oder verändert, sowie die Statusinformation der Maschine hinsichtlich einer Fehl- oder Normalfunktion der Maschine ausgewertet werden. Ziel der Auswertung kann sein, mindestens eine der folgenden Größen zu überwachen: Eine Wassermenge, eine Farbmenge, ein Farbwassergemisch, eine Geschwindigkeit, eine Bahnspannung, ein Nip von zwei Walzen, eine Farbspaltung, ein Schmitz.

[0023] Als Nip wird im Allgemeinen die Kontaktfläche bezeichnet, die sich bei aneinander angestellten, insbesondere in etwa zylindrischen Rotationskörpern bildet. Bei den Rotationskörpern kann es sich beispielsweise um Farbwalzen oder Feuchtwalzen insbesondere eines Farb- oder Feuchtwerks, oder um Formzylinder oder Übertragungszylinder insbesondere eines Druckwerkes handeln.

[0024] Als Schmitz wird im Allgemeinen ein Fehler in der Druckabwicklung bezeichnet, der sich in Form eines verschmierten Abdruckes und/oder unscharfen Druckbildes äußert. Bei einem Walzenschmitz "rutschen die Farbauftragswalzen auf den Führungsschienen durch, beispielsweise aufgrund von Öl oder Fett auf den Walzen oder von unterschiedlichen Walzen-Durchmessern, so dass die Umfangsgeschwindigkeit der Walze geringer oder höher ist als die der darunter hinweggehenden Form. Ursache des Walzenschmitz ist meist eine zu hohe Abnutzung der Walzen oder Laufringe, so dass sich die Durchmesser unterscheiden." (wikipedia.org)

[0025] Überwachen der Maschine kann heißen, dass eine Fehlermeldung oder ein Alarm ausgegeben und/oder der Betrieb der Maschine geändert wird, beispielsweise indem die Arbeitsleistung der Maschine gedrosselt oder die Maschine angehalten wird, falls die Betriebsinformation oder Teile davon, beispielsweise die Statusinformation und/oder der Betriebsparameter, Werte gemäß einem Fehlermuster oder außerhalb eines zugelassenen Bereichs aufweisen.

[0026] Überwachen der Maschine kann auch heißen, dass die Maschine mittels der Betriebsinformation geregelt oder gesteuert wird, beispielsweise indem einer der gemessenen oder ermittelten Betriebsparameter der Druckmaschine zum Regeln oder Steuern der Maschine genutzt wird oder einer Bedienperson angezeigt wird, oder indem aufgrund einer Auswertung der Statusinformation eine Fehlfunktion der Druckmaschine prognosti-

ziert oder eine Wartung der Druckmaschine geplant wird.

[0027] Gemäß einer Ausführungsform können zum Überwachen der Maschine folgende Schritte ausgeführt werden: Bereitstellen eines Informationssystems mit Betriebsinformationen, Zugreifen auf eine in dem Informationssystem gespeicherte Betriebsinformation indem eine Abfrage nach dem Schwingungsparameter ausgeführt wird und Ermitteln der einen Betriebszustand der Maschine kennzeichnenden Größen wie Betriebsparameter und/oder Statusinformation aus der Betriebsinformation. Das Informationssystem kann eine Datenbank, beispielsweise eine relationale oder eine fuzzy Datenbank, eine Tabelle, oder ein neuronales Netz sein. Darin sind die Betriebsinformationen in Form von Datensätzen gespeichert oder abgelegt.

[0028] Die Nutzung des Informationssystems basiert auf der Idee, das Informationssystem zweiphasig zu nutzen. In einer ersten Phase oder Aufbauphase oder Lernphase kann das Informationssystem mit möglichst viele Betriebszustände der Maschine betreffenden Betriebsinformationen aufgefüllt werden. In einer zweiten Phase oder Umsetzungsphase oder Generalisierungsphase können aus dem Informationssystem Betriebsinformationen abgerufen werden. Hierbei kann ein erster, bekannter oder verfügbarer Teil der Betriebsinformation, beispielsweise einer oder mehrere kennzeichnenden Schwingungsparameter, als Eingabe in das Informationssystem eingegeben werden. Daraufhin kann als Ausgabe ein zweiter, gesuchter Teil der Betriebsinformation erhalten werden, beispielsweise mindestens ein Betriebsparameter oder eine Statusinformation, welche den Betrieb der Maschine charakterisieren.

[0029] Vorzugsweise kann mindestens ein Betriebsparameter mittels Messen des Betriebsparameters ermittelt werden. Es können Sensoren für jede an der Maschine auftretende physikalische oder technische Größe, wie beispielsweise Temperatursensoren, Drucksensoren oder Feuchtigkeitssensoren, an einer oder an mehreren Maschinenkomponenten angeordnet werden, wodurch die entsprechende physikalische Größe gemessen und dazu gehörende Signale bereit gestellt werden. Vorzugsweise können auch direkt elektrische oder elektronische Signale abgegriffen werden, und als Betriebsparameter abgelegt werden.

[0030] Aufgrund der unterschiedlichen Erfassungsmöglichkeiten eines Betriebsparameters mittels Messen des Betriebsparameters und mittels Abfragen in dem Informationssystem, kann ein Cross-Check der ermittelten Werte ausgeführt werden. Falls der Cross-Check eine Differenz zwischen den ermittelten Werten feststellt, können entsprechende Maßnahmen eingeleitet werden, beispielsweise Meßsensoren warten oder ersetzen.

[0031] Das Überwachen der Maschine kann Verändern der Betriebsparameter einschließen, mit dem Ziel, den durch einen mehrdimensionalen Vektor darstellbaren Betriebszustand der Maschine in einen gewünschten Wertebereich zu bringen, oder die Betriebsinformation auszugeben oder eine Notmaßnahme zu treffen, bei-

spielsweise Maschine herunterfahren.

[0032] In einer vorteilhaften Ausführungsform wird die von der Maschine erzeugte Schwingung und/oder die Überlagerungsschwingung nur teilweise oder bereichsweise oder unvollständig im Zeitbereich und/oder im Frequenzbereich und/oder im Ortsbereich abgeschwächt. Die Abschwächung kann beispielsweise 100 Prozent, oder 50 Prozent, oder 10 Prozent betragen. Das kann heißen, in einem ersten Bereich des Zeit, Frequenz- oder Ortsbereichs wird die von der Maschine erzeugte Schwingung und/oder die Überlagerungsschwingung abgeschwächt und in einem zweiten, zum ersten Bereich komplementären Bereich wird keine oder nur eine verminderte Abschwächung durchgeführt. In den Bereichen mit keiner oder verminderter Abschwächung kann die Überlagerungsschwingung zum Ermitteln der Schwingungsparameter ausgewertet werden.

[0033] Gemäß einer Ausführungsform kann ein periodisches Zeitfenster oder ein periodischer Zeitschlitz bestimmt werden, in welchem die von der Maschine erzeugte Schwingung und/oder die Überlagerungsschwingung nicht oder nur teilweise abgeschwächt werden. Unter Zeitfenster kann ein Zeitabschnitt von fester Länge verstanden werden, innerhalb dessen eine Ressource benutzt oder eine Handlung oder ein technischer Prozess ausgeführt werden kann, beispielsweise ein Abschwächen einer Schwingung, wobei der Zeitabschnitt periodisch zur Verfügung steht. In der Zeit außerhalb des Zeitfensters werden die von der Maschine erzeugte Schwingung und/oder die Überlagerungsschwingung stärker als innerhalb des Zeitfensters, vorzugsweise so gut wie möglich oder optimal, abgeschwächt. Das periodische Zeitfenster kann mittels Synchronisationssignalen festgelegt werden, wobei zu Beginn des Zeitfensters ein Start-Synchronisationssignal und am Ende des Zeitfensters ein Ende-Synchronisationssignal ausgesendet wird. Mit Bezug auf eine Synchronisationsperiode zwischen zwei aufeinanderfolgenden Start-Synchronisationssignalen kann die Größe des Zeitfensters sehr klein gewählt werden, so dass die Menschen in der Umgebung der Maschine oder in der Halle in welcher die Maschine aufgestellt ist, das Zeitfenster nicht wahrnehmen und lediglich die Unterdrückung oder die Abschwächung des Schalls während der Zeit außerhalb des Zeitfensters wahrnehmen. Die Länge des Zeitfensters kann beispielsweise zwischen 0,1 Prozent und 10 Prozent der Synchronisationsperiode betragen. Vorzugsweise kann die Länge des Zeitfensters eine dynamische Größe sein, welche während des Betriebs der Maschine verändert, dass heißt vergrößert oder verkleinert werden kann, in Abhängigkeit von der Betriebsinformation.

[0034] Gemäß einer weiteren Ausführungsform kann die von der Maschine erzeugte Schwingung und/oder Überlagerungsschwingung gemäß einer oder mehrerer Nutzer-Vorgaben abgeschwächt werden. Eine dieser Vorgaben betrifft eine Größe der Abschwächung. Hierbei kann die von der Maschine erzeugte Schwingung und/oder Überlagerungsschwingung um eine vorgegebene

Größe, beispielsweise um den Faktor 0,8 oder 0,2 oder 0,02 oder um 10 dB oder um 20 dB, abgeschwächt werden. Alternativ kann als Maximalwert von 100% beispielsweise die Größe der maximal möglichen oder optimalen Abschwächung aufgefasst werden, wobei eine gewünschte Abschwächung einen Wert kleiner oder gleich 100% aufweisen kann.

[0035] Eine weitere Vorgabe betrifft eine Ortsabhängigkeit der Abschwächung. Hierbei kann der Nutzer einen oder mehrere Ortsbereiche auswählen, in denen eine stärkere Abschwächung gewünscht wird, beispielsweise weil in diesen Ortsbereichen die Bedienpersonen der Maschine unbehelligt vom störenden Schall der Maschine arbeiten wollen. In den übrigen Ortsbereichen wird eine geringere Abschwächung durchgeführt, so dass eine bessere Erkennung der Schwingungsparameter aus der dort gemessenen Überlagerungsschwingung möglich ist.

[0036] Eine weitere Vorgabe betrifft eine Frequenzabhängigkeit der Abschwächung oder mindestens ein Frequenzbereich für die Abschwächung. Hierbei können diskrete Frequenzen vorgegeben werden bei denen die Schwingung zu unterdrücken ist. Es kann beispielsweise ein Frequenzbereich bestimmt oder festgelegt werden, welcher von der Abschwächung ausgenommen werden soll, weil in diesem Bereich Linien oder Verläufe mit bestimmten Mustern auftreten, die auf Fehlfunktionen der Maschine hinweisen.

[0037] Eine Vorgabe betrifft mindestens eine Schwingungsquelle, deren Schwingung abzuschwächen ist. Damit können eine oder mehrere Maschinenkomponenten ausgewählt werden, welche besonders viel störenden Schall erzeugen, wobei die Schwingungen dieser Maschinenkomponenten gezielt unterdrückt werden, beispielsweise indem den schallerzeugenden Vibrationen mittels elektro-mechanischen Wandlern, beispielsweise Piezo-Elementen, Gegenvibrationen überlagert werden. Bevorzugt können Maschinenkomponenten, welche für den Betrieb der Maschine von besonderer Wichtigkeit sind, jedoch weniger Vibrationen oder Geräusche erzeugen als andere Maschinenkomponenten, von einem Abschwächen der Überlagerungsschwingung ganz oder teilweise ausgenommen werden.

[0038] Die Nutzervorgaben können auch kombiniert werden, beispielsweise indem die Schwingung einer ausgewählten Schwingungsquelle in einem periodischen Zeitfenster stark und außerhalb dieses Zeitfensters wenig unterdrückt wird.

[0039] Die Abschwächung kann aber auch so gewählt werden, dass ein gut hörbarer Restschall bleibt, welcher von den Menschen in der Umgebung der Maschine für eine persönliche Beurteilung des Betriebszustands der Maschine genutzt werden kann.

[0040] Gemäß einer weiteren Ausführungsform kann als Betriebsparameter der Maschine eine oder mehrere der nachfolgenden Größen bestimmt werden: ein kontinuierliches oder diskretes Steuer- / Regelsignal, eine zu druckende Information, eine Materialeigenschaft einer

Maschinenkomponente, beispielsweise einer Gummwalze oder einer Platte, oder eines zum Drucken verwendeten Materials, beispielsweise Papier, Farbe, Gummiband, ein mechanischer Druck auf eine Walzenoberfläche, eine kinematische Größe, wie Drehwinkel, Drehgeschwindigkeit, Drehbeschleunigung, einer oder mehrerer rotierenden Maschinenkomponenten, eine Temperatur, ein EIN-/AUS-Zustand. Außer einer physikalischen oder technischen Größe kann der Betriebsparameter auch eine linguistische Größe mit einer bestimmten Ausprägung sein, beispielsweise Temperatur hoch, oder Geschwindigkeit normal.

[0041] Vorzugsweise ist die Schwingung eine Vibration oder mechanische Schwingung und/oder ein Schall mindestens einer Maschinenkomponente. Die Schwingung kann einen beliebigen zeitlichen Ablauf haben, beispielsweise einen sinusförmigen, einen rechteckförmigen oder einen sägezahnförmigen Ablauf, oder auch Kombinationen davon. Im Allgemeinen tritt Schall gemeinsam mit einer Vibration auf, wobei als Vibration die mechanisch Schwingung eines festen oder flüssigen Elements und als Schall die Luft-Schwingung bezeichnet werden. Der Schall kann ein Spektrum innerhalb und/oder außerhalb des vom Menschen hörbaren Spektralbereichs aufweisen.

[0042] Gemäß einer Ausführungsform kann eine Störung/Fehlfunktion dadurch erkannt werden, dass die Betriebsinformation, beispielsweise ein Betriebsparameter oder ein Schwingungsparameter, Werte innerhalb eines Störungsbereichs aufweist, wobei der Störungsbereich ein vorbestimmter Wertebereich der Betriebsinformation ist. So kann eine Störung dadurch gekennzeichnet sein, dass eine Temperatur einen höheren Wert als ein vorbestimmter Maximalwert oder einen niedrigeren Wert als sein vorbestimmter Minimalwert aufweist. Für alle Betriebsparameter, denen physikalische oder linguistische Größen zugewiesen sind, die für einen normalen Betrieb der Maschine Werte innerhalb eines Wunschbereichs oder Normalbereichs aufweisen sollten, kann ein Störungsbereich definiert werden, wobei der Störungsbereich ein zu einem Normalbereich komplementärer Bereich ist.

[0043] Ein Störungsbereich kann variable Grenzen oder Abhängigkeiten von bestimmten Betriebsparametern aufweisen. So kann beispielsweise eine Störung so definiert sein, dass eine Schallamplitude einen vorgegebenen Wert überschreitet, wobei der Schall einer speziellen Maschinenkomponente zugewiesen ist und eine spezielle Wertekonstellation weiterer Betriebsparameter dieser Maschinenkomponente vorliegt, wie zum Beispiel Temperatur, Drehgeschwindigkeit oder Druck.

[0044] Eine Störung kann auch dadurch definiert sein, dass beispielsweise bestimmte Komponenten der Schwingung vorgegebene Werte aufweisen oder das Frequenzspektrum einen vorgegebenen Verlauf aufweist. Vorzugsweise kann eine Störung dadurch erkannt werden, dass vorbestimmte Elemente der Betriebsinformation, beispielsweise vorbestimmte Betriebsparameter

und/oder Schwingungsparameter, Werte aufweisen, die exakt oder näherungsweise einem vorbestimmten Wertemuster entsprechen. Zur Überprüfung, ob die ausgesuchten Elemente der Betriebsinformation dem vorbestimmten Muster entsprechen, können gängige Mustererkennungsverfahren eingesetzt werden.

[0045] Gemäß einer weiteren Ausführungsform kann auf Basis der Betriebsinformation eine Fehlfunktion prognostiziert werden. Für die Prognose kann beispielsweise ein zeitlicher Verlauf vorbestimmter Betriebsparameter oder Schwingungsparameter analysiert werden, wobei der zeitliche Verlauf über den jeweils aktuellen Zeitpunkt hinaus weitergeführt oder prognostiziert werden kann. Wenn die prognostizierten Werte der Betriebsparameter, der Schwingungsparameter oder andere Elemente der Betriebsinformation Werte innerhalb des Störungsbereichs oder außerhalb des Normalbereichs aufweisen, dann kann davon ausgegangen werden, dass eine Störung eintreten wird. Auf diese Weise ist es möglich, sowohl die Art einer Störung als auch den Zeitpunkt für den Eintritt der Störung zu prognostizieren.

[0046] Vorzugsweise betrifft eine Störung auch einen Verschleiß der Maschine. Der Verschleiß der Maschine kann durch einen Wert eines Schwingungsparameters oder eine Wertekombination mehrerer Schwingungsparameter und/oder Betriebsparameter charakterisiert sein. Die Ausprägung des Verschleißes kann durch einen numerischen Wert gekennzeichnet sein. In Abhängigkeit von der Ausprägung des Verschleißes, als auch von einem oder mehreren Elementen der Betriebsinformation und/oder vom Betriebszustand der Maschine kann eine Wartung der Maschine geplant oder ausgeführt werden. Falls beispielsweise festgestellt wird, dass in Folge eines Betriebs der Maschine unter Extrembedingungen eine hohe Ausprägung des Verschleißes vorliegt, können die Wartungsintervalle verkürzt oder der nächste Wartungstermin vorgezogen werden.

[0047] Auf Basis der Betriebsinformation können für den Betrieb der Maschine relevante Größen überwacht werden, wobei Überwachen das Kontrollieren, Regeln und/oder Steuern der Maschine oder Maschinenkomponente und/oder der relevanten Größen einschließt. Zu diesen Größen gehören Verbrauchsmaterialien, wie beispielsweise eine Wassermenge, eine Farbmenge oder ein Mischverhältnis eines Farbwassergemisches. Die für die Maschine relevanten Größen betreffen beispielsweise eine Geschwindigkeit oder Drehgeschwindigkeit zumindest eines Maschinenelements oder einer Maschinenkomponente, und/oder eine Bahnspannung, und/oder eine Farbspaltung, und/oder einen Schmitz, und/oder einen NIP von zwei Walzen. Das Überwachen kann auch beispielsweise für ein Lager und/oder eine Schmitzringschmierung / ein Schmitzringzustand und/oder einen Falzapparat, insbesondere einer Abnutzung unterliegenden Komponenten des Falzapparates wie zum Beispiel Bürsten, Federn oder Schneidvorrichtung, durchgeführt werden. Die für den Betrieb der Maschinen relevanten Größen oder Regelgrößen und/oder ein oder mehrere

Elemente der Betriebsinformation können mittels einer Ausgabeeinheit visuell und/oder akustisch ausgegeben werden. Die Ausgabeeinheit kann einen oder mehrere Computerdisplays, Anzeigeeinstrumente, Warnlampen und/oder Lautsprecher umfassen. Das Ausgeben einer Information kann auch ein Versenden mindestens einer SMS auf mindestens ein Handy betreffen. Das Ausgeben der Information kann ferner eine gezielte Verstärkung oder Abschwächung des Schalls von einer oder mehreren Schallquellen betreffen, welche während des Betriebs der Maschine ermittelt oder festgelegt werden.

[0048] Die visuell oder akustisch ausgegebene Information betrifft vorzugsweise eine Vibrations- oder akustische Karte, welche zur Darstellung der gemessenen und/oder berechneten Überlagerungsschwingung ermittelt wird. Die Messungen können beispielsweise mittels Mikrofon-Arrays und/oder Arrays von Piezo-Elementen durchgeführt werden. Zur Festlegung von Bezugsbildern der Mess-Anordnung und Schallquellen können das Mikrofonarray und zumindest eine optische Kamera in einer vorgebbaren Lage zueinander angeordnet werden um von der optischen Kamera wenigstens einen Teil der Messungen zu dokumentieren.

[0049] Die akustische Karte kann akustische Schwingungen und/oder Vibrationen erfassen, sowie eine räumliche Amplituden- und/oder Frequenzverteilung der Überlagerungsschwingung darstellen. Auf Basis der Karte kann eine Bedienperson Informationen ableiten, welche für den Betrieb der Maschine relevant sind, oder einer Beurteilung des Zustands der Maschine dienen. Auf Basis der Karte können auch die Quellen der Schwingung ermittelt oder festgestellt werden.

[0050] Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft ein Verfahren zum Bereitstellen eines Informationssystems für die Überwachung einer Maschine, vorzugsweise einer Druckmaschine. Die Überwachung wird mittels Messen oder Ermitteln mindestens eines Betriebsparameters der Maschine und/oder einer Statusinformation der Maschine ausgehend von mindestens einem aus einer gemessenen, von der Maschine erzeugten Schwingung oder aus einer gemessenen Überlagerungsschwingung ermittelten kennzeichnenden Schwingungsparameter der Maschine ausgeführt. Die Überwachung wird ferner mittels Auswerten und/oder Ändern des mindestens einen Betriebsparameters der Maschine und/oder der Statusinformation der Maschine, wobei in dem Informationssystem mindesten eine Betriebsinformation gespeichert ist, die den mindestens einen Betriebsparameter und/oder den mindestens einen kennzeichnenden Schwingungsparameter der Maschine umfasst.

[0051] Das Informationssystem stellt Datensätze bereit mittels welchen Zusammenhänge zwischen einem oder mehreren Betriebszuständen der Maschine einerseits und einer oder mehreren Betriebsinformationen andererseits hergestellt werden können. Das Informationssystem ist dazu ausgelegt, beim Vorgeben einer oder mehrerer Komponenten der Betriebsinformation die übrigen Komponenten der Betriebsinformation sowie einen

damit zusammenhängenden Betriebszustand der Maschine zu erkennen, zu finden und/oder bereit zu stellen.

[0052] Das Verfahren zum Bereitstellen des Informationssystems einschließlich Erzeugen und/oder Warten des Informationssystems umfasst mehrere Schritte. Der erste Schritt betrifft ein Betreiben der Maschine in einem typischen Betriebszustand der Maschine. Der typische Betriebszustand ist durch mindestens einen typischen Betriebsparameter der Maschine, zum Beispiel eine bestimmte Umdrehungsgeschwindigkeit und/oder eine Bahnspannung und/oder eine Feuchte, gekennzeichnet. Hierbei kann ein Betriebsparameter der Maschine Werte außerhalb eines normalen Arbeitspunktes oder normalen Arbeitsbereichs aufweisen. Der nächste Schritt betrifft ein Ermitteln des mindestens einen kennzeichnenden Schwingungsparameters der Maschine, welcher mindestens eine von der in dem mindestens einen typischen Betriebszustand betriebenen Maschine erzeugte Schwingung kennzeichnet. Daraufhin folgt ein Schritt betreffend ein Aufnehmen einer Betriebsinformation umfassend den kennzeichnenden Schwingungsparameter der Maschine und den Betriebsparameter der Maschine in das Informationssystem. Die Schritte werden für weitere typische Betriebszustände der Maschine wiederholt.

[0053] Beim Erstellen des Informationssystems kann die Druckmaschine entweder im Normalbereich oder in bestimmten charakteristischen Fehlzuständen betrieben werden. Hierbei kann ein charakteristischer Fehlzustand darin bestehen, dass ein oder mehrere Betriebsparameter der Maschine Werte außerhalb eines normalen Arbeitspunktes oder Arbeitsbereichs und/oder von normalen Kennlinien abweichende Kennlinien aufweisen. Ein charakteristischer Fehlzustand kann beispielsweise darin bestehen, dass die Druckmaschinenkomponente mit einer um 10 Prozent zu schnellen Umdrehung, oder zu hohen Bahnspannung, oder zu großen NIP betrieben wird. Zum Herstellen eines Fehlzustands kann somit der Wert eines speziellen Betriebsparameters außerhalb des Arbeitspunktes oder des Normalbereichs festgelegt sein, wobei die Werte der restlichen Betriebsparameter im Arbeitspunkt oder im Normalbereich sein können. Das Spektrum der gemessenen charakteristischen Schwingung einer solchen, in einem Fehlzustand betriebenen Druckmaschinenkomponente kann beispielsweise typische Überhöhungen oder ein anderes typisches Verlaufsmuster aufweisen.

[0054] Beim Erstellen des Informationssystems wird somit eine Vielzahl von Betriebszuständen bereit gestellt, wobei jeder Betriebszustand eindeutig durch die jeweilige Betriebsinformation charakterisiert oder gekennzeichnet ist. Die insgesamt in dem Informationssystem erfassten Betriebszustände der Maschine charakterisieren möglichst vollständig den Betrieb der Maschine. Mit anderen Worten, die Zahl der Betriebszustände, welche beim Betrieb der Maschine zwar möglich, jedoch in dem Informationssystem nicht erfasst sind, ist möglichst gering.

[0055] Beim Erzeugen des Informationssystems wer-

den also die relevanten Betriebszustände der Maschine generiert, und die charakteristischen Größen der Betriebszustände sowie die dazugehörigen Betriebsinformationen werden in das Informationssystem aufgenommen. Fehlende Werte, welche beim Erzeugen des Informationssystems nicht generiert werden können, weil sie beispielsweise mit schwerwiegenden Fehlfunktionen der Maschine zusammenhängen, können während des laufenden Betriebs der Maschine bereit gestellt werden. Fehlende Werte (sogenannte "missing values") können auch durch entsprechende statistische Verfahren oder mittels Interpolation aus den vorhandenen Werten generiert werden. Fehlende Werte können auch mit Methoden der künstlichen Intelligenz aus den vorhandenen Werten mittels Extrapolation ermittelt werden.

[0056] Das Informationssystem kann eine relationale oder fuzzy Datenbank, ein künstliches neuronales Netz, oder ein sonstiges System sein, welches die Betriebsinformationen und die Betriebszustände der Maschine aufnehmen kann, wobei ein Zugriff auf die Informationen betreffend die Betriebszustände mittels einer Abfrage oder eines Zugriffs auf zumindest einen Teil der Betriebsinformation möglich ist.

[0057] Gemäß einer Ausführungsform kann der mindestens eine typische Betriebszustand der Maschine ein Hochfahren oder ein Herunterfahren der Maschine sein. Die Betriebsinformation, welche in das Informationssystem aufgenommen wird, umfasst den kennzeichnenden Schwingungsparameter der Maschine und die Kennlinie des Betriebsparameters der Maschine.

[0058] Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft ein System zum Überwachen einer mindestens eine Schwingung erzeugenden Maschine, vorzugsweise einer Druckmaschine. Das System umfasst mindestens einen Sensor zum Messen von Schwingungen, wobei der Sensor die Schwingung in ein analoges oder digitales Sensorsignal wandeln kann. Der Sensor kann als Mikrofon, Beschleunigungssensor, optischer Abstandsmesser oder Verformungssensor ausgebildet sein. Die Schwingung kann ein Schall oder eine Vibration sein, welche von der Maschine oder von einer/mehreren Maschinenkomponenten erzeugt wird.

[0059] Das System umfasst ferner mindestens einen Aktuator zum Erzeugen mindestens einer Gegenschwingung. Die Gegenschwingung ist zum Abschwächen der von der Maschine erzeugten Schwingung geeignet, wobei das Abschwächen mittels Überlagern von Schwingung und Gegenschwingung zu einer mit dem Sensor messbaren Überlagerungsschwingung umsetzbar ist. Hierzu wird ein Aktuatorsignal durch den Aktuator in die Gegenschwingung gewandelt. Der Aktuator kann als Lautsprecher oder piezoelektrisches Element ausgebildet sein, in Abhängigkeit davon, ob Schall oder Vibrationen erzeugt werden. Unter Aktuator kann auch eine Vielzahl oder Mehrzahl von Aktuatoren, beispielsweise ein Aktuator-Array, verstanden werden. Eine Ausrichtung oder Orientierung jeweils eines Aktuators und/oder der Richtcharakteristik des Aktuators zum Ausstrahlen der

Schwingung in eine gewünschte Richtung kann fest oder adaptiv sein.

[0060] Ferner umfasst das System eine mit dem Sensor und mit dem Aktuator gekoppelte Verarbeitungseinheit, welche die von der Maschine erzeugte Schwingung und die Überlagerungsschwingung zum Berechnen der Gegenschwingung und zum Ermitteln eines Betriebszustands der Maschine mittels Verarbeiten des Sensor- und des Aktuator-Signals auswerten kann.

[0061] Die Verarbeitungseinheit umfasst vorzugsweise eine digitale Datenverarbeitungseinheit, welche als Schnittstelle zu dem Sensor und/oder Aktuator oder zu den Sensor- / Aktuator-Arrays mindestens einen A/D-Wandler und mindestens einen D/A-Wandler umfasst. Vorzugsweise ist die A/D- und/oder D/A-Wandlung in dem Sensor oder in dem Aktuator durchführbar, wodurch das Aktuator- und/oder Sensorsignal ein digitales Signal ist.

[0062] Die vorliegende Erfindung wird anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert werden. Dabei zeigt

- Fig. 1 das ANC-Prinzip,
- Fig. 2 eine Messanordnung für ein ANC-System,
- Fig. 3a ein Signalflussdiagramm für das Überwachen einer Maschine, einschließlich ANC- und NIP-Verhältnis-Regelung, mittels Auswerten einer von der Maschine erzeugten Schwingung,
- Fig. 3b eine ANC-Anordnung mit maximal N Sensoren (S), Verarbeitungseinheiten oder Methoden oder Verfahren (V) und maximal M Aktoren (A),
- Fig. 4 eine Anordnung von drei Zeitfenstern A, B, C, wobei im Zeitfenster A keine Abschwächung der Überlagerungsschwingung durchgeführt wird,
- Fig. 5 eine Anordnung von drei Frequenzbereichen A, B, C, wobei im Frequenzbereich B eine Abschwächung der Überlagerungsschwingung durchgeführt wird,
- Fig. 6 ein Regeleungssystem der Maschine mit einer Vielzahl von Regelgrößen

[0063] Leistungsfähige Druckmaschinen verursachen aufgrund ihrer Verarbeitungsgeschwindigkeit Lärm. Je leistungsfähiger eine Druckmaschine ist, dass heißt je schneller produziert wird, desto mehr Lärm kann entstehen.

[0064] Große Produktionsanlagen, beispielsweise Rollenrotationen für den Leitungsdruck, umfassen Maschinen, welche zu einem Teil produzieren, und zu einem anderen Teil eingerichtet oder gewartet werden. Für das Einrichtungs- und Wartungspersonal entsteht dadurch eine mit Lärm belastete Arbeitsumgebung in der nur mit Gehörschutz gearbeitet werden sollte.

[0065] Als Abhilfe können Lärmschutzwände eingebaut werden, welche allerdings nicht flexibel verschiebbar sind. Lärmschutzwände sind nicht gut einsetzbar,

falls flexibel produziert werden soll. Lärmschutzwände oder Trennwände sind als passive Systeme zur Lärmreduktion bekannt.

[0066] Aktive Systeme zur Lärmreduktion sind beispielsweise aus dem Flugwesen bekannt. Hierbei können batteriebetriebene "schallschluckende" Kopfhörer, oder aktiv gedämmte Luftschächte eingesetzt werden.

[0067] Ein aktives, auch als Active Noise Control (ANC) bekanntes, Lärmreduktionssystem, nutzt das in Fig. 1 gezeigte Prinzip: Einer Schwingung A wird eine gegenphasige Schwingung oder Gegenschwingung B so überlagert, dass für die Überlagerungsschwingung (A+B) eine verschwindende Amplitude resultiert.

[0068] Die Figur 2 zeigt den Aufbau eines ANC Systems. Dieses umfasst mindestens einen Sensor oder ein Mikrophon 14 zur Erfassung des Schalls, mindestens eine Verarbeitungseinheit 28 zur Verarbeitung oder Analyse der von dem Mikrophon 14 erfassten Schwingung A oder Überlagerungsschwingung (A+B) gemäß Figur 1 und mindestens einem Lautsprecher 16. Die ausgegebene Gegenschwingung B weist die gleiche Frequenz wie die erfasste Schwingung A auf, jedoch mit einer um 180 Grad verschobenen Phasenlage. Schwingung und Gegenschwingung heben sich gegenseitig auf. Ein aktives Lärmreduktionssystem ist besonders für einen geschlossenen Raum geeignet. Ein Mensch 12 kann einen in der Umgebung der Maschinenkomponente 10a vorhandenen Schall 121 hören. Das von dem Sensor oder Mikrophon 14 erzeugte Schallsignal 121c kann ein analoges oder digitales Signal sein. Das Schallsignal 121c wird in die Verarbeitungseinheit 128 eingespeist.

[0069] Im Gegensatz zu den bekannten ANC-Systemen in Kopierern und Laserdruckern, die eine Komfortanwendung darstellen, ist das Ziel der vorliegenden Erfindung den für den Menschen störenden oder schädlichen Schall zu minimieren oder zu reduzieren. Zugleich soll der Informationsgehalt, der in dem von der Maschine erzeugten Schall enthalten ist, nicht verlorengehen. Insbesondere sollen Informationen wie beispielsweise Maschinengeschwindigkeit, Druck- AN/AB-Vorgänge usw. auch akustisch oder auditiv wahrnehmbar sein. Solche Informationen sollen aus sicherheitstechnischen Gründen, wenn auch in veränderter oder abgeschwächter Form, für einen Menschen in der Umgebung der Maschine akustisch verfügbar sein. Ferner werden Messungen ausgeführt, welche dazu dienen, den Druckprozess besser zu beherrschen und die Wartung zu vereinfachen.

[0070] Die Figur 3a stellt ein Signalflussdiagramm einer aktiven Unterdrückung eines Schalls 121 und einer Vibration 122 in der Umgebung einer Maschinenkomponente 10a dar, wobei zugleich ein Überwachen der Maschinenkomponente 10a mittels Auswerten des Schalls 121 und/oder der Vibration 122 durchgeführt wird. Das Überwachen der Maschinenkomponente 10a umfasst eine Regelung eines N1P-Verhältnisses.

[0071] Die Maschinenkomponente 10a, welche rotierende Teile oder Elemente umfasst, erzeugt eine Schallschwingung 121a und eine Vibrationsschwingung 122a.

In der Umgebung der Maschinenkomponente 10a kann eine gesamte Überlagerungsschwingung 120 gemessen werden, welche eine Schall- Überlagerungsschwingung - kurz: Schall 121 - und eine Vibrations-Überlagerungsschwingung - kurz: Vibration 122 - umfasst.

[0072] Der Schall 121 stellt eine Überlagerung dar einer von der Maschinekomponente 10a erzeugten Schallschwingung 121a, und einer von einem oder mehreren Lautsprechern 18 erzeugten Schallgegenschwingung 121b. Die Schallschwingung 121a und/oder der als Überlagerungsschwingung aufgefasste Schall 121 können mit einem Mikrophon 14 erfasst werden, wobei ein Schallsignal 121c erzeugt wird.

[0073] In der Umgebung der Maschinenkomponenten 10a liegt ferner eine Vibration 122 vor umfassend eine Vibrationsschwingung 122a und eine Vibrationsgegenschwingung 122b. Die Vibrationsschwingung 122a und/oder die Vibration 122 werden mit einem Verformungssensor 18 gemessen und zu einem Vibrationssignal 122c gewandelt. Die Vibrationsgegenschwingung 122b wird aus einem Gegenvibrationssignal 122 mittels eines piezoelektrischen Elements 120 erzeugt.

[0074] Die Komponenten des Schalls 121, dass heißt der Schallschwingung 121a und der Schallgegenschwingung 121b, sind auf ein Schallsignal 121c und ein Gegenschallsignal 122d abgebildet. Entsprechend sind die Komponenten der Vibration 122, dass heißt der Vibrationsschwingung 122a und der Vibrationsgegenschwingung 122b, auf ein Vibrationssignal 122c und ein Gegenvibrationssignal 122d abgebildet.

[0075] Eine Verarbeitungseinheit 28 ist dazu ausgebildet, die Signale 121c, 122c zum Erzeugen eines Gegenschallsignals 121d und eines Gegenvibrationssignals 122d zu verarbeiten, welche mittels Lautsprecher 16 und piezoelektrischem Element 20, zu einer Schallgegenschwingung 121b und einer Vibrationsgegenschwingung 122b gewandelt werden. Die Gegenschwingungen 121b, 122b sind dazu geeignet, den Schall 121 und die Vibration 122 in der Umgebung der Maschine abzuschwächen.

[0076] Ferner ist die Verarbeitungseinheit 28 dazu ausgebildet, aus dem Schallsignal 121c und dem Vibrationssignal 122c einen oder mehrere Schwingungsparameter 34b, beispielsweise einen ortsabhängigen Verlauf der Spektralkomponenten, der Phase und/oder der Amplitude der Schwingung zu ermitteln. Der Schwingungsparameter 34b ist Teil einer Betriebsinformation, welche den Betrieb oder einen Betriebszustand der Maschine kennzeichnet. Die Betriebsinformation umfasst ferner mindestens eine Statusinformation 34c, welche über eine in einem bestimmten Betriebszustand betriebenen Maschine, zu einer Fehl- oder Normalfunktion der Maschine Auskunft gibt. Die Betriebsinformation umfasst auch einen Betriebsparameter 34a, beispielsweise eine Temperatur, ein Druck, oder eine Umdrehungsgeschwindigkeit der Maschinenkomponente 10a.

[0077] Alle verfügbaren Betriebsinformationen sind in dem Informationssystem 22 abgelegt. Auf Basis des

Schwingungsparameters 34b führt die Verarbeitungseinheit 28 eine Abfrage in dem Informationssystem 22 aus, wodurch die gesamte, den Schwingungsparameter 34b umfassende, Betriebsinformation bereitgestellt wird.

5 Dadurch ist es vorteilhafterweise möglich, den Wert eines in einem speziellen Betriebszustand nur schwer oder gar nicht messbaren Betriebsparameters, wie beispielsweise ein NIP-Verhältnis, zu ermitteln, oder mittels Statusinformation 34c eine mit anderen Mitteln nicht erstellbare Diagnose der Maschine bereit zu stellen.

10 **[0078]** Die von der Maschine erzeugte Schwingung 121a, 122a und/oder die Überlagerungsschwingung 121, 122 werden nur teilweise oder unvollständig abgeschwächt, um eine korrekte Ermittlung des Schwingungsparameters 34b aus der gemessenen Überlagerungsschwingung 121, 122 zu ermöglichen. Demnach wird beispielsweise ein periodisches Zeitfenster bestimmt, in welchem keine Abschwächung der Überlagerungsschwingung 121, 122 zugeführt wird, so dass in diesem Zeitfenster eine ungestörte oder korrekte Ermittlung des Schwingungsparameters 34b möglich ist. Das Zeitfenster hat eine typische Größe von beispielsweise 0,1 Prozent oder 1 Prozent bis maximal 10 Prozent der Zeit zwischen zwei aufeinander folgenden Synchronisationssignalen, welche den Beginn von zwei aufeinander folgenden Zeitfenstern markieren.

25 **[0079]** Einige Betriebsparameter 34a werden mittels Sensoren gemessen. So ist eine Temperatur der Maschinenkomponente 10a, welche über einen Temperatursensor 24 gemessen wird, stellvertretend für einen beliebigen, messbaren, Betriebsparameter 34a. Auf der anderen Seite ist der Betriebsparameter 34a auch aus dem Informationssystem 22 mittels einer Abfrage nach dem Schwingungsparameter 34b ermittelbar. So können die Sensoren mittels Cross-Check validiert werden oder gegebenenfalls die Messergebnisse von einem oder mehreren defekten Sensoren durch Werte aus dem Informationssystem 22 ersetzt werden.

30 **[0080]** In der Figur 3a ist die Regelung eines NIP-Verhältnisses gezeigt. Über ein User-Interface 26 wird ein Soll NIP-Verhältnis 30 vorgegeben und der Verarbeitungseinheit 28 zugeführt. Diese ermittelt aus dem Schwingungsparameter 34b, über eine Abfrage in dem Informationssystem 22, das Ist NIP-Verhältnis 32. Gemäß der Differenz von Soll- und Ist- NIP-Verhältnis 30, 32 werden diejenigen Betriebsparameter 34b neu berechnet, welche das NIP-Verhältnis beeinflussen, und der Maschinenkomponente 10a zugeführt zum Anpassen des Ist NIP-Verhältnisses 32 an das Soll NIP-Verhältnis 30.

35 **[0081]** Zugleich werden die für die Regelung oder den Betrieb der Maschine relevanten Werte wie beispielsweise Schwingungsparameter 34b oder Ist / Soll NIP-Verhältnis 32, 30 über das User-Interface ausgegeben.

40 **[0082]** Die Maschine des in der Figur 2 gezeigten ANC-Systems weist sich drehende Maschinenkomponenten 10a auf. Besitzt die Lärmquelle rotierende Teile, so können die Drehgeschwindigkeiten und Drehwinkel in die

Auswertung einbezogen werden. Zusätzlich lassen sich Steuerungssignale auswerten, die auf bestimmte Vorgänge in der Maschine schließen lassen. Mit zusätzlichen Signalen zum Beispiel Steuerungssignale, lässt sich die Auswertung beeinflussen oder es kann ein bestimmtes Verhalten der Verarbeitungseinheit 28 und/oder Ausgabereinheit erzielt werden. Systeme ohne zusätzliche Informationen sind auch denkbar, zum Beispiel dann wenn wie im Falle von Rotierenden Körpern die Lärm- und Geräuschpegel periodisch auftreten.

[0083] Lärmunterdrückungssysteme gemäß Figur 2 können zwei Mikrophone 14 und einen Lautsprecher 16 aufweisen. Dabei wird ein erstes Mikrophon 14 dazu verwendet die Lärmquelle möglichst genau zu erfassen und ein zweites dazu verwendet den Restlärm zum Beispiel beim Bedienpersonal zu erfassen. Der Lautsprecher 16 wird so angesteuert, dass der Restlärm derart verändert wird, dass eine optimale Arbeitsumgebung entsteht. Beliebige Konfigurationen mit X Sensoren, Y Auswerteeinheiten und Z Ausgabereinheiten sind möglich (Figur 3b).

[0084] Mit der gleichen Vorrichtung, wobei der Sender 16 nicht zwingend notwendig ist, lassen sich vom Normalfall abweichende Geräusche und/oder Immissionen feststellen. Solche Abweichungen können zum Beispiel zur frühzeitigen Feststellung von Fehlfunktionen oder Verschleiß und/oder veränderten Prozessgrößen herangezogen werden.

[0085] So kann zum Beispiel die Geräuschanalyse bei der Vorbeugung von Materialschäden eingesetzt werden. Sie kann dazu verwendet werden den periodischen Unterhaltsfall durch den festgestellten beziehungsweise gemessenen und benötigten Unterhaltsfall zu ersetzen. Dadurch können Material und Zeitaufwand minimiert werden.

[0086] Die Geräuschanalyse kann zum Beispiel dazu verwendet werden das ideale Farbwassergemisch oder das Wasser und/oder die Farbe zu regeln beziehungsweise zu stellen oder bestimmte Meldungen auszugeben. Die Meldungen können zum Beispiel auf das Über- oder Unterschreiten gewisser Grenzwerte und dessen Ursache hinweisen. Dabei wird vor allem zum Beispiel auf die Geräuscentwicklung beim Farbabriss beziehungsweise Wasserübertragung oder kombinierter Übertragung zwischen zweien rotierenden Körpern geachtet.

[0087] In diesem Zusammenhang ist die indirekte Messung des Abklatsches oder NIP zwischen zwei Rotationskörpern möglich.

[0088] Auch eine Bahnspannungsregelung an beliebiger Stelle in der Maschine ist möglich. Dabei werden zum Beispiel zusätzlich zu den hörbaren Frequenzen auch Frequenzen außerhalb des hörbaren Bereiches gemessen und ausgewertet. Insbesondere können Schwingungen und Geräusche von Papier alleine oder in Zusammenwirkung mit anderen Druckmaterialien oder Maschinenteilen ausgewertet werden.

[0089] Um die oben genannten Ziele zu erreichen wird auf die digitale Signalverarbeitung zurückgegriffen. Die-

se beinhaltet Charakterisierung der akustischen Regelstrecke auch Identifikation genannt, Eichung, Signalaufnahme, Signalverarbeitung beziehungsweise Regelung und Signalausgabe. Hierbei kann die Signalausgabe akustisch und/oder anderer Art sein. Die akustische Regelstrecke kann adaptiv und/oder fuzzyfiziert sein und/oder auf Datenbanken aufbauen.

[0090] Geräusche kommen oft in Zusammenhang mit Vibrationen vor. Aus diesem Grund ist es denkbar die Signalaufnahme in Form akustischer Signale mit der Aufnahme von Vibrationen zu kombinieren. Zusätzlich lässt sich der Geräuschpegel durch die Ausgabe von akustischen und/oder Vibrationssignalen verringern. Die Verringerung von Lärm durch gezielte Abgabe von Vibrationen an mechanische Teile kann zum Beispiel auch dazu verwendet werden den mechanischen Verschleiß zu verringern. Auch kann durch gezielte Beeinflussung des Prozesses, zum Beispiel durch Veränderung der Maschinengeschwindigkeit, der Lärm und/oder Vibrationen verringert werden. Vibrationen können durch andere nicht akustische Messmethoden wie zum Beispiel Beschleunigungssensoren oder schnelle optische Abstandsmessungen erfasst werden. Die Verfügbarkeit der drucktechnischen Anlagen wird durch die Verringerung von Vibrationen erhöht. Der Teileverschleiß kann verringert werden. Materialbahnbrüche können minimiert werden.

[0091] Ein praktisches Problem bei der Anwendung von ANC Systemen in Druckmaschinen ist, dass Schmutz, Farb- und Wassernebel gängige Mikrophone verstopfen was zum Ausfall des Systems führen könnte. Zu diesem Zweck werden Mikrophone und/oder Lautsprecher eingesetzt, die zum Beispiel aus ein-Kristall-Metall-Legierungen hergestellt werden und in der Raumtechnik breite Anwendung finden. Solche Mikrophone und Lautsprecher sind zum Beispiel in der Lage durch Kontakt zu größeren Gegenständen wie Bleche oder Glasscheiben Schall abzugeben oder Vibrationen zu empfangen. Sie lassen sich einfach reinigen und verfügen über keinerlei oder nur sehr kleinen Öffnungen. Das Problem lässt sich natürlich auch durch geeignete Anordnung und Schutz von Lautsprechern und Mikrophonen entschärfen.

[0092] Das Reduzieren des Lärms kann in einer ganzen Produktionshalle einschließlich Nebenbetriebe umgesetzt werden. Die Installation zur Lärmreduktion kann fest oder bewegbar ausgeführt werden.

[0093] Die angesprochenen Veränderungen oder Unterschiede der akustischen Größen und/oder Vibrationen lassen sich besonders gut im Spektralbereich bewerkstelligen.

[0094] Mittels einer Mehrzahl von Sensoren ist es möglich eine Vibrations- oder akustische Karte zu berechnen und zu erstellen. Mit einem solchen Mapping lassen sich ausgeprägte Lärm- und Vibrationsquellen orten und graphisch darstellen.

[0095] Nachfolgend wird beschrieben, auf welche Art und Weise die von einander unabhängigen Vorhaben mit gegenläufigen Zielen - Geräuschreduktion und Auswer-

tung von Geräuschen vereinbart werden können.

[0096] Es ist mindestens ein Sensor für Luftschall und/oder Körpervibrationen vorgesehen und mindestens eine Verarbeitungseinheit, die über zusätzliche Signaleingänge und mindestens über eine Ausgabeeinheit für Luftschall oder Körpervibrationen verfügen kann. Bei einer Mehrzahl von Sensoren oder Verarbeitungseinheiten oder Aktoren können alle oder Teile davon, der einen oder anderen Teilfunktion Geräuschunterdrückung oder Geräuschauswertung zugeordnet sein oder abgeschaltet werden. Die Zuordnung erfolgt dynamisch aufgrund von Algorithmen und Methoden oder externen Signalen in der Verarbeitungseinheit und/oder zwischen den Verarbeitungseinheiten der Vorrichtung. Die Teilfunktionen werden vorzugsweise synchronisiert.

[0097] In der Figur 3b ist eine mögliche Konfiguration mit maximal N Sensoren (S), Verarbeitungseinheiten oder Methoden oder Verfahren (V) und maximal M Aktoren (A) dargestellt. Die Erwähnte Zuordnung oder die Synchronisation zwischen den Teilfunktionen kann beispielsweise im Zeitmultiplex erfolgen, siehe Figur 4. Das Zeitmultiplex kann fix oder variabel beziehungsweise adaptiv ausgeführt sein. Da die Prozess- und Zustandserfassung durch Geräuschauswertung nicht unbedingt dauernd ausgeführt werden muss wird vorzugsweise die Geräuschunterdrückung eine längere Einschaltdauer aufweisen.

[0098] Unter Zeitmultiplex ist zu verstehen, dass innerhalb eines periodischen Zeitfensters eine Unterdrückung von Schall und/oder Vibrationen, und außerhalb des periodischen Zeitfensters keine Unterdrückung ausgeführt wird.

[0099] Ein anderes Verfahren sieht vor, die Geräuschunterdrückung so zu beeinflussen, dass gleichzeitig und zumindest teilweise beziehungsweise zeitweise eine Geräuscherfassung mit anschließender Analyse möglich ist. Dazu werden einzelne Frequenzen oder Frequenzbereiche für kurze Dauer nicht oder abgeschwächt, für die Geräuschunterdrückung ausgegeben. Das erlaubt die Erfassung besagter Frequenzen oder Frequenzbereiche für die Geräuschanalyse. Da der Informationsgehalt einzelner Frequenzen oder Frequenzbereiche nicht für alle Anwendungen ausreichend ist, wird ein Frequenzsweep oder Folge von Frequenzen oder Frequenzbereiche nacheinander der Geräuschunterdrückung entzogen.

[0100] Unter Frequenzsweep ist zu verstehen, dass das Frequenzspektrum der Schwingung durchlaufen wird, wobei für vorausbestimmte Frequenzbereiche oder diskrete Frequenzen eine Abschwächung der Schwingung durchgeführt wird.

[0101] Der Vorgang wird wiederholt, bis der Informationsgehalt der Erfassten und gemessenen Frequenzen für die vorgesehenen Funktionen ausreichend ist. Auf diese Art wird die Geräuschunterdrückung nur teilweise und in begrenztem Maß ausgesetzt oder unterdrückt.

[0102] In Figur 5a ist beispielhaft das Spektrum eines Geräuschsignals dargestellt. In Figur 5b ist gezeigt, wie

das Spektrum in drei Bereiche A-B-A aufgeteilt wird. Die Figur 5c zeigt die Geräuschunterdrückung des Frequenzbereichs B.

[0103] Bestimmte Frequenzen oder Frequenzbereiche werden dauerhaft für die Geräuschunterdrückung nicht oder geschwächt ausgegeben. Die Erfassung von Geräuschen in besagten Frequenzen ist dauerhaft möglich, siehe Figur 5b, c.

[0104] Vorzugsweise wird eine Synchronisation ausgeführt. Unter Synchronisation ist zu verstehen, dass Beginn und Ende des periodischen Zeitfensters mittels Synchronisationssignalen festgelegt werden.

[0105] Die Synchronisation basiert auf einem Vielfachen oder Bruchteil der Drehfrequenz eines Rotationskörpers. Wobei die Drehfrequenz nur dazu vorgesehen werden kann eine Wiederholfrequenz einer Sequenz eines Zeitmultiplexes oder Sequenz einer Frequenzbereichsabtastung oder Frequenzsweep zu bestimmen. Die Drehfrequenz gibt auch Hinweise auf das zu erwartende Signal-Leistungsspektrum. Eine Synchronisation in Bezug auf die Drehwinkelstellung eines Drehkörpers ist auch denkbar.

[0106] Unterschiedliche voneinander abgesetzte Vorrichtungen werden so synchronisiert, dass zu jeder Zeit zum Beispiel die Produktionshalle ein minimaler und in den Frequenzen nicht störender Geräuschpegel aufweist.

[0107] In einer Ausführungsform kann auch ausschließlich eine Geräuschaufnahme und Analyse durchgeführt werden, beispielsweise bei Einricht- und Wartungsarbeiten. Beispielfähig kann die Vorrichtung dazu verwendet werden den NIP von Wasser- und Farbauftragswalzen zu bestimmen. In einer Ausführungsform wird das Geräusch des mit einer bekannten Geschwindigkeit rotierenden Plattenzylinders mit angestellter Walze erfasst. Dabei wird vorzugsweise die Geräuschkentwicklung beim Überfahren des Plattenkanals ausgewertet.

[0108] Klebstreifen, Kleber oder andere Materialien können auf die Gummiwalzen oder Gegendruckanstellung angebracht werden. Die beim Überrollen der Kleber erzeugten Geräusche werden dazu verwendet den NIP beziehungsweise NIP-Bereich zu bestimmen. In einer anderen Ausführungsform werden die Walzen ganz oder teilweise mit Farbe oder Wasser versehen.

[0109] Die gewonnen Information über den NIP können dazu verwendet werden den NIP automatisch das heißt im geschlossenen Regelkreis zu stellen. Die gewonnen Signale und Informationen können auch dazu verwendet werden die Eigenschaften der zu eichenden Gummirollen zu ermitteln.

[0110] Zur Auswertung der Schallsignale können digitale Informationen der Druckmotive verwendet werden. Dabei liegt das Augenmerk vor allem in der Flächendeckung pro Farbe und Zeile einer Zeitungsseite beziehungsweise Platte. Die Zeile ist deshalb maßgebend weil zum Beispiel der Farbabriss (in Rollenrotationen) in Zeilen beziehungsweise Streifen quer zur Papierlaufrich-

tung erfolgt. Es erlaubt so den zu erwartenden Geräuschverlauf zu berechnen und zu schätzen. Ein übliches Dateiformat für Druckmotive sind TIFF-G4 Dateien, die für die Herstellung von Platten verwendet werden.

[0111] Durch die Verwendung einer Mehrzahl von Mikrofonen und /oder Schwingungssensoren kann die Ortung von Lärmquellen und Geräusche realisiert werden. Unter bestimmten Voraussetzungen lassen sich auch Vibrationsquellen lokalisieren.

[0112] Elemente der Geräuschunterdrückungsvorrichtungen, -Verfahren oder -Methoden und Elemente der Geräuschauswertevorrichtung, -Verfahren oder -Methoden sind zumindest teilweise identisch und/oder können synchronisiert werden.

[0113] Die Geräuschunterdrückungsvorrichtung verfügt über Luft- und/oder Körperschall Sensoren und Aktoren und/oder über Vibrationssensoren und Aktoren.

[0114] Die Vibrationssensoren sind insbesondere Beschleunigungssensoren und/oder Verformungssensoren und/oder optische Sensoren.

[0115] Ein- und/oder Ausgänge für Prozessgrößen sind vorgesehen.

[0116] Die Druckmaschine oder Teile davon werden mit einem Signal für Luft- und/oder Körperschall und/oder Vibrationen und/oder Prozessgrößen so beaufschlagt, dass der gesamte Schall oder bestimmte Frequenzen oder bestimmte Frequenzbereiche davon minimiert werden. Die Schallminimierung erfolgt dauernd oder zeitweise.

[0117] Die Schallimmissionen werden nicht oder nur teilweise minimiert.

[0118] Die Druckmaschine umfasst mindestens eine Signalaufnahmeeinheit, eine Verarbeitungseinheit ohne Sender mit keinem oder mindestens einem Signaleingang und einer Signalausgabeeinheit, zur Minimierung des Schalls und/oder Vibrationen.

[0119] Die Druckmaschine umfasst mindestens eine Verarbeitungseinheit mit mindestens einem Signaleingang und einer Signalausgabeeinheit, zur Minimierung des Schalls.

[0120] Der Lärm wird minimiert und zusätzlich Schallkomponenten werden eingefügt, die dem Bediener den vollen auditiven Informationsgehalt der Maschinenbaugruppe oder Maschine oder Aggregat oder Produktionshalle geben.

[0121] Die Druckmaschine oder Teile davon werden mit einem Schallsignal so beaufschlagt, dass der gesamte Schall minimiert wird wobei informationsenthaltende akustische Signale nicht in gleichem Maß wie die Geräuschsignale ohne Informationsgehalt abgeschwächt werden.

[0122] Der Schall und der Informationsgehalt des Schalls werden auch in maschinenfernen Orten, beispielsweise in einer Halle oder einem Nebenbetrieb der Druckmaschine, geeignet beeinflusst, wobei dafür wahlweise zusätzliche Systeme zum Einsatz kommen.

[0123] Zur Auswertung des Schalls werden zusätzlich digitale Bildinformationen der Druckmotive herangezogen,

und zusätzlich werden Materialeigenschaften, sowie Papier-, Farb-, Plattenmaterial-, Gummituchmaterial-, und Gummiwalzenmaterialeigenschaften und/oder Abmessungen berücksichtigt. Ferner sind mechanische, optische oder elektrische Vorrichtungen zur Erfassung der Materialeigenschaften und/oder Abmessungen vorgesehen.

[0124] Zusätzliche Prozessgrößen werden ausgewertet und beeinflusst.

[0125] Das Verfahren zur Reduktion von Lärm beinhaltet folgende Schritte:

- Erfassung und Charakterisierung eines Soll- Akustik und/oder Vibrationssignals,
- Speicherung eines Soll-Akustik und/oder Vibrationssignals,
- Messung und Charakterisierung eines Ist-Akustik und/oder Vibrationssignals.
- Vergleich der Soll- und Ist-Signale und Angabe von geeigneten Akustik und/oder Vibrationssignalen.

[0126] Das Messen und manuelle oder automatische Einstellen des NIP's wird dadurch ausgeführt, dass die Kanalüberrollungen von Plattenzylinderkanal und/oder Gummituchkanal verwendet werden um den NIP zwischen Auftragswalzen oder Gummitücher zu bestimmen. Das Verfahren und/oder Vorrichtung wertet Geräusche und/oder Vibrationen aus. Die einzustellende Walze oder Gummituch oder Gegendruckkörper wird eingefärbt oder mit anderen Mitteln beauftragt. Die Kanalüberrollungen von Plattenzylinderkanal und/oder Gummituchkanal werden verwendet um den NIP zu bestimmen und das Geräusch des Materialabrisses wird beim Verlassen der Kontaktfläche gemessen und ausgewertet.

[0127] Zusätzlich zur akustischen Messung werden die mechanischen Eigenschaften der Walzen bestimmt und/oder verwendet.

[0128] Walzen und Gummitücher verfügen über zusätzliche eingebaute Sensoren und/oder Sender und die Sensoren können vorzugsweise drahtlos ausgelesen werden.

[0129] Die Sensoren und/oder Sender sind als drucksensitive Elemente im Walzenmantel ausgebildet.

[0130] Zur Ermittlung und/oder Überwachung von Prozessgrößen während des Druckprozesses werden digitale Bildinhalte verwendet.

[0131] Wassermenge und/oder Farbmenge und/oder Farbwasserbalance und/oder Bahnspannung und/oder NIP werden ermittelt und/oder überwacht und/oder geregelt.

[0132] Ein periodischer Unterhaltsfall kann durch den festgestellten beziehungsweise gemessenen und/oder benötigten Unterhaltsfall ersetzt werden.

[0133] Das Überwachen der Maschine betrifft eine Überwachung von Lagern und/oder einer Schmitzring-schmierung oder eines Schmitzringzustands oder eines Falzapparates.

[0134] Das Überwachen des Falzapparates betrifft ei-

ne Überwachung von Komponenten, die einer Abnutzung unterliegen wie zum Beispiel Bürsten, Federn oder Schneidvorrichtung.

[0135] Es ist eine Vorrichtung zur Ausgabe von Warnungen und Fehler- und Zustandsmeldungen vorgesehen. 5

[0136] Nicht akustische Messmethoden werden zur Erfassung von Vibrationen eingesetzt wie zum Beispiel Laserabstandssensoren und/oder Beschleunigungssensoren. 10

[0137] Die Messungen und Auswertungen werden dazu verwendet, einen Prozess, vorzugsweise über die Geschwindigkeit und/oder Bahnspannungen zu beeinflussen. 15

Bezugszeichen

[0138]

10	Maschine	20
10a	Maschinenkomponente	
12	Mensch	
A	Schwingung	
B	Gegenschwingung	
120	Überlagerungsschwingung	25
121	Schall	
122	Vibration	
121a	Schallschwingung	
121b	Schallgegenschwingung	
121c	Schallsignal	30
121d	Gegenschallsignal	
122a	Vibrationsschwingung	
122b	Vibrationsgegenschwingung	
122c	Vibrationssignal	
122d	Gegenvibrationssignal	35
14	Mikrophon	
16	Lautsprecher	
18	Verformungssensor	
20	piezoelektrisches Element	
22	Informationssystem	40
24	Temperatursensor	
26	User-Interface	
28	Verarbeitungseinheit	
30	Soll NIP-Verhältnis	
32	Ist NIP-Verhältnis	45
34	Betriebsinformation	
34a	Betriebsparameter oder Prozessgröße	
34b	Schwingungsparameter	
34c	Statusinformation	50

Patentansprüche

1. Verfahren zum Überwachen einer mindestens eine Schwingung (121a, 122a) erzeugenden Maschine (10), insbesondere einer Druckmaschine, mit den Schritten: 55

a) Messen der von der Maschine (10) erzeugten mindestens einer Schwingung (121a, 122a);
 b) Auswerten der von der Maschine (10) erzeugten mindestens einer Schwingung (121a, 122a) zum Berechnen mindestens einer mindestens einer oder eines Teils der von der Maschine (10) erzeugten Schwingungen (121a, 122a) abschwächenden Gegenschwingung (121b, 122b);
 c) Erzeugen der mindestens einer Gegenschwingung (121b, 122b) zum zumindest teilweisen Abschwächen der von der Maschine (10) erzeugten Schwingung (121a, 122a) mittels Überlagern von Schwingung (121a, 122a) und Gegenschwingung (121b, 122b) zu einer Überlagerungsschwingung (121, 122); und
 d) Ermitteln eines Betriebszustands der Maschine (10) und insbesondere mindestens eines kennzeichnenden Schwingungsparameters (34b) aus der Überlagerungsschwingung (121, 122) zum Überwachen der Maschine (10).

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Überlagerungsschwingung (121, 122) gemessen und die Gegenschwingung (121b, 122b) zum Abschwächen der von der Maschine (10) erzeugten Schwingung (121a, 122a) oder der Überlagerungsschwingung (121, 122) in Abhängigkeit von der gemessenen Überlagerungsschwingung (121, 122) erzeugt wird.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei

- der Betriebszustand, wie beispielsweise Vorfeuchten, Arbeitspunkt im linearen oder nichtlinearen Kennlinienbereich, Vollast, Teillast, Leerlauf, Havarie, Teilemangel einer Bahn, Temperatur zu hoch, durch eine beispielsweise als Datensatz oder Datenfeld ausgebildete Betriebsinformation (34) charakterisiert wird, wobei
 - die Betriebsinformation (34) umfasst:

a) mindestens einen Betriebsparameter (34a) der Druckmaschine, beispielsweise einen gemessenen Betriebsparameter (34a), wie eine Drehzahl, eine Temperatur, einen mechanischen Druck, eine Leistung, oder einen Öldruck, oder einen aus der Schwingung (121a, 122a) oder Überlagerungsschwingung (121, 122) ermittelten Betriebsparameter (34a), wie eine Bahnspannung, ein Nip von zwei Walzen, eine Farbspaltung, ein Schmitz, und/oder
 b) den mindestens einen kennzeichnenden Schwingungsparameter (34b) der Maschine (10), wie beispielsweise eine Grundfrequenz, eine Amplitude der Grundfrequenz,

- eine erste Harmonische, eine Amplitude der ersten Harmonischen, einen Frequenzgang, einen Phasengang, und/oder c) eine Statusinformation (34c) der Maschine (10) hinsichtlich einer Fehl- oder Normalfunktion der Maschine (10), wie beispielsweise Betrieb der Maschine normal oder fehlerhaft, Drehzahl des Motors normal oder zu hoch, Verschleiß der Walzen normal oder zu hoch.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei
- ein Informationssystem (22), beispielsweise eine Datenbasis oder ein neuronales Netz, mit Betriebsinformationen (34) nach dem vorhergehenden Anspruch bereitgestellt wird zum Ermitteln mindestens eines Betriebsparameters (34a) der Maschine (10) und/oder einer Statusinformation (34c) der Maschine (10) ausgehend von mindestens einem kennzeichnenden Schwingungsparameter (34b) der Maschine (10), indem
 - mindestens eine von der Maschine (10) erzeugte Schwingung (121a, 122a) oder eine Überlagerungsschwingung (121, 122) gemessen wird;
 - aus den Messwerten der von der Maschine (10) erzeugten Schwingung (121a, 122a) und/oder der Überlagerungsschwingung (121, 122) mindestens ein kennzeichnender Schwingungsparameter (34b) zum Überwachen der Maschine (10) ermittelt wird;
 - dem mindestens einen kennzeichnenden Schwingungsparameter (34b) mindestens ein Betriebsparameter (34a) der Druckmaschine und/oder eine Statusinformation (34c) der Maschine (10) zugeordnet wird;
 - der mindestens eine kennzeichnende Schwingungsparameter (34b) und/oder der mindestens eine Betriebsparameter (34a) der Druckmaschine und/oder die Statusinformation (34c) zu einer Betriebsinformation (34) zusammengefasst und in dem Informationssystem (22) abgelegt sind oder werden; wobei
 - ein Betriebsparameter (34a) der Maschine (10) und/oder eine Statusinformation (34c) ermittelt werden, indem auf eine in dem Informationssystem (22) gespeicherte Betriebsinformation (34) mittels einer Abfrage nach dem mindestens einen kennzeichnenden Schwingungsparameter (34b) der Maschine (10) zugegriffen wird.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die von der Maschine (10) erzeugte Schwingung (121a, 122a) und/oder die Überlagerungsschwingung (121, 122) nur teilweise oder un-
- vollständig im Zeitbereich und/oder im Frequenzbereich und/oder im Ortsbereich abgeschwächt wird.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei
- ein bevorzugt periodisches Zeitfenster bestimmt wird, in welchem die von der Maschine (10) erzeugte Schwingung (121a, 122a) und/oder die Überlagerungsschwingung (121, 122) nicht oder nur teilweise abgeschwächt wird, und
 - in der Zeit außerhalb des Zeitfensters die von der Maschine (10) erzeugte Schwingung (121a, 122a) und/oder die Überlagerungsschwingung (121, 122) stärker als in der Zeit innerhalb des Zeitfensters abgeschwächt werden.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die von der Maschine (10) erzeugte Schwingung (121a, 122a) und/oder Überlagerungsschwingung (121, 122) in Abhängigkeit von einer Frequenz der von der Maschine (10) erzeugten Schwingung (121a, 122a) und/oder der Überlagerungsschwingung (121, 122) abgeschwächt wird.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Gegenschwingung (121b, 122b) so erzeugt wird, dass
- die von der Maschine (10) erzeugte Schwingung (121a, 122a) und/oder Überlagerungsschwingung (121, 122) um eine vorgegebene Größe, beispielsweise um den Faktor 0,8 oder 0,2 oder 0,02 oder um 10 dB oder um 20 dB, abgeschwächt wird, und/oder
 - die von der Maschine (10) erzeugte Schwingung (121a, 122a) und/oder Überlagerungsschwingung (121, 122) so abgeschwächt wird, dass an einem vorgegebenen Ort eine vorgegebene Dämpfung vorliegt, und/oder
 - mindestens eine spezifische Schwingungsquelle, zum Beispiel eine Maschinenkomponente (10a), vorgegeben wird, deren Schwingung (121a, 122a) abgeschwächt wird.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei als Betriebsparameter (34a) der Maschine (10) eine oder mehrere der nachfolgenden Größen bestimmt wird:
- ein Steuer- oder Regelsignal, beispielsweise einer Temperatur, einer Umdrehungsgeschwindigkeit oder einer Maschinenleistung,
 - eine zu druckende Information,
 - eine Materialeigenschaft einer Maschinenkomponente (10a), beispielsweise einer Gummwalze oder einer Platte, oder eines zum Drucken verwendeten Materials, beispielsweise Pa-

pier, Farbe oder Gummituch,
 - ein mechanischer Druck auf eine Walzenoberfläche,
 - eine kinematische Größe, wie Drehwinkel, Drehgeschwindigkeit, Drehbeschleunigung, einer oder mehrerer rotierenden Maschinenkomponenten (10a),
 - eine Temperatur,
 - ein EIN-/AUS-Zustand.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine Störung oder Fehlfunktion der Maschine (10) oder der Maschinenkomponente (10a) **dadurch** erkannt wird, dass die Betriebsinformation (34), beispielsweise eine Öltemperatur, Werte innerhalb eines Störungsbereichs, beispielsweise ein Bereich außerhalb einer minimal und einer maximal zulässigen Öltemperatur, aufweist, wobei der Störungsbereich ein vorbestimmter Wertebereich der Betriebsinformation (34) außerhalb eines vorbestimmten Normalbereichs mit beispielsweise Werten innerhalb der minimal und der maximal zulässigen Öltemperatur ist.

11. Verfahren zum Bereitstellen eines Informationssystems für die Überwachung einer Maschine (10), vorzugsweise einer Druckmaschine, mittels Messen oder Ermitteln mindestens eines Betriebsparameters (34a) der Maschine (10) und/oder einer Statusinformation (34c) der Maschine (10) ausgehend von mindestens einem aus einer gemessenen, von der Maschine (10) erzeugten Schwingung (121a, 122a) oder von mindestens einem aus einer gemessenen Überlagerungsschwingung (121, 122) ermittelten kennzeichnenden Schwingungsparameter (34b) der Maschine (10), sowie mittels Auswerten und/oder Ändern des mindestens einen Betriebsparameters (34a) der Maschine (10) und/oder der Statusinformation (34c) der Maschine (10), wobei in dem Informationssystem (22) mindesten eine Betriebsinformation (34) gespeichert ist, die den mindestens einen Betriebsparameter (34a) und/oder den mindestens einen kennzeichnenden Schwingungsparameter (34b) der Maschine (10) umfasst, mit folgenden Schritten:

- a) Betreiben der Maschine (10) in mindestens einem typischen Betriebszustand der Maschine (10), welcher durch mindestens einen typischen Betriebsparameter (34a) der Maschine (10), zum Beispiel eine bestimmte Umdrehungsgeschwindigkeit und/oder eine Bahnspannung und/oder eine Feuchte, **gekennzeichnet** ist, wobei insbesondere ein Betriebsparameter (34a) der Maschine (10) Werte außerhalb eines normalen Arbeitspunktes oder normalen Arbeitsbereichs aufweist;
- b) Ermitteln des mindestens einen kennzeich-

nenden Schwingungsparameters (34b) der Maschine (10), welcher mindestens eine von der in dem mindestens einen typischen Betriebszustand betriebenen Maschine (10) erzeugte Schwingung (121a, 122a) kennzeichnet;
 c) Speichern einer Betriebsinformation (34) umfassend den kennzeichnenden Schwingungsparameter (34b) der Maschine (10) und den Betriebsparameter (34a) der Maschine (10) in dem Informationssystem (22).

12. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei

- der mindestens eine typische Betriebszustand der Maschine (10) ein Hochfahren oder ein Herunterfahren der Maschine (10) ist;
- der mindestens eine Betriebsparameter (34a) der Maschine (10) beim Hoch- oder Herunterfahren der Maschine (10) eine Kennlinie aufweist, welche von einer normalen Kennlinie des Betriebsparameters (34a) abweicht; und
- die Betriebsinformation (34) umfassend den kennzeichnenden Schwingungsparameter (34b) der Maschine (10) und die Kennlinie des Betriebsparameters (34a) der Maschine (10) in das Informationssystem (22) aufgenommen wird.

13. System zum Überwachen einer mindestens eine Schwingung (121a, 122a) erzeugenden Maschine (10), vorzugsweise einer Druckmaschine, mit

- mindestens einem Sensor (14, 18) zum Messen von Schwingungen (121a, 122a),
- mindestens einem Aktuator (16, 20) zum Erzeugen mindestens einer Gegenschwingung (121b, 122b), welche zum Abschwächen der von der Maschine (10) erzeugten Schwingung (121a, 122a) mittels Überlagern von Schwingung (121a, 122a) und Gegenschwingung (121b, 122b) zu einer mit dem Sensor (14, 18) messbaren Überlagerungsschwingung (121, 122) geeignet ist, und
- einer mit dem Sensor (14, 18) und dem Aktuator (16, 20) gekoppelten Verarbeitungseinheit (28), welche die von dem Sensor (14, 18) gemessene Schwingung (121a, 122a, 121, 122) auswerten kann, wobei die Verarbeitungseinheit (28)
- die Gegenschwingung (121b, 122b) zum zumindest teilweisen Abschwächen der von der Maschine (10) erzeugten Schwingung (121a, 122a) und/oder der Überlagerungsschwingung (121, 122) berechnen kann und
- einen Betriebszustand der Maschine (10) aus den vom Sensor gemessenen Schwingungen (121a, 122a, 121, 122) ermitteln kann.

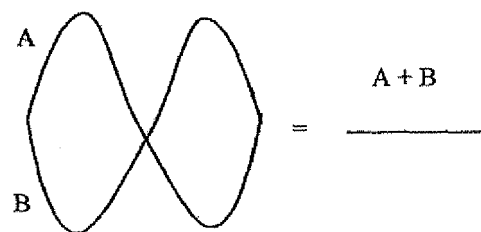


Fig. 1

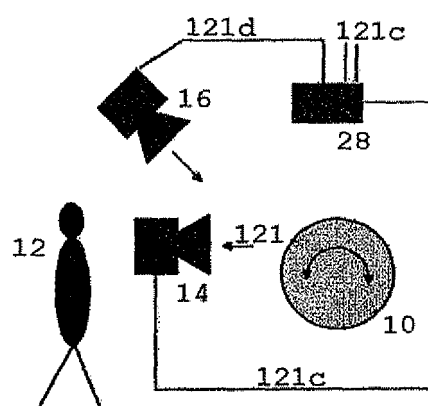


Fig. 2

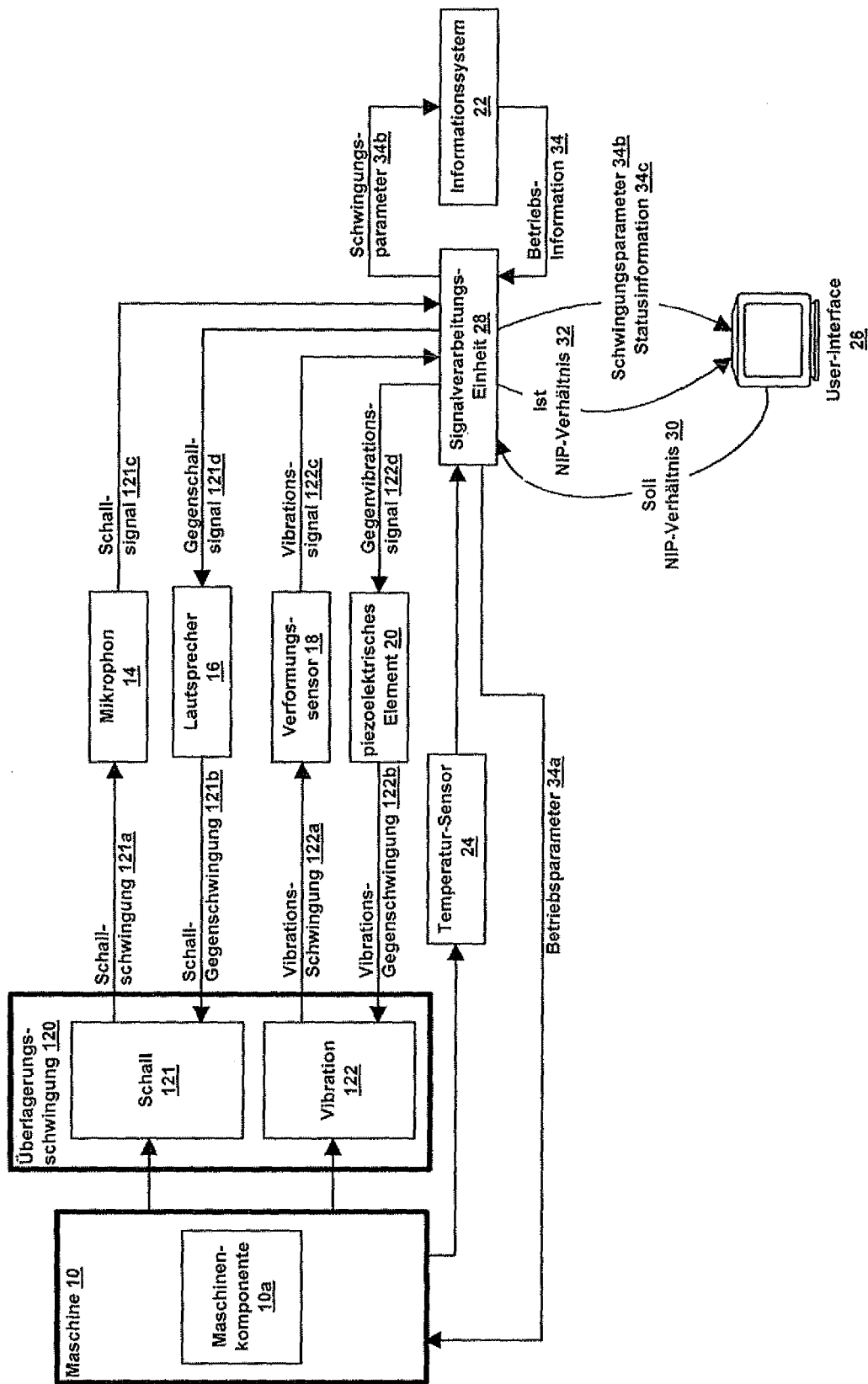


Fig. 3a

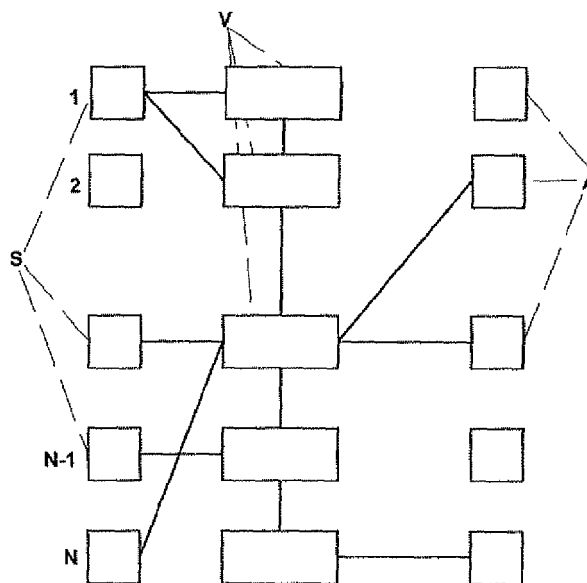


Fig. 3b



Fig. 4

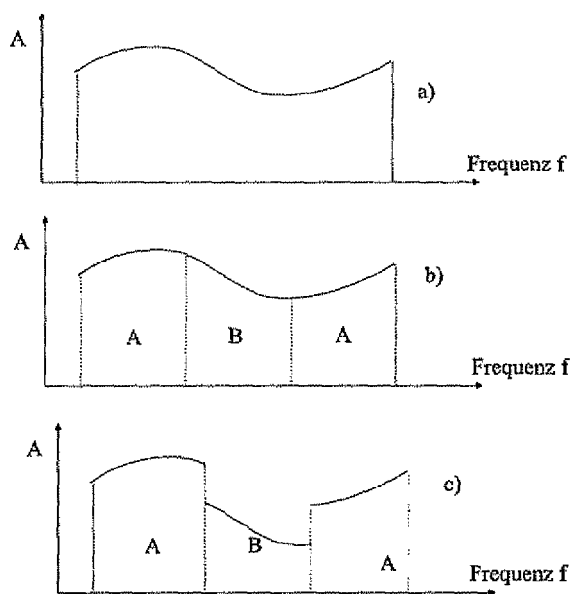


Fig. 5

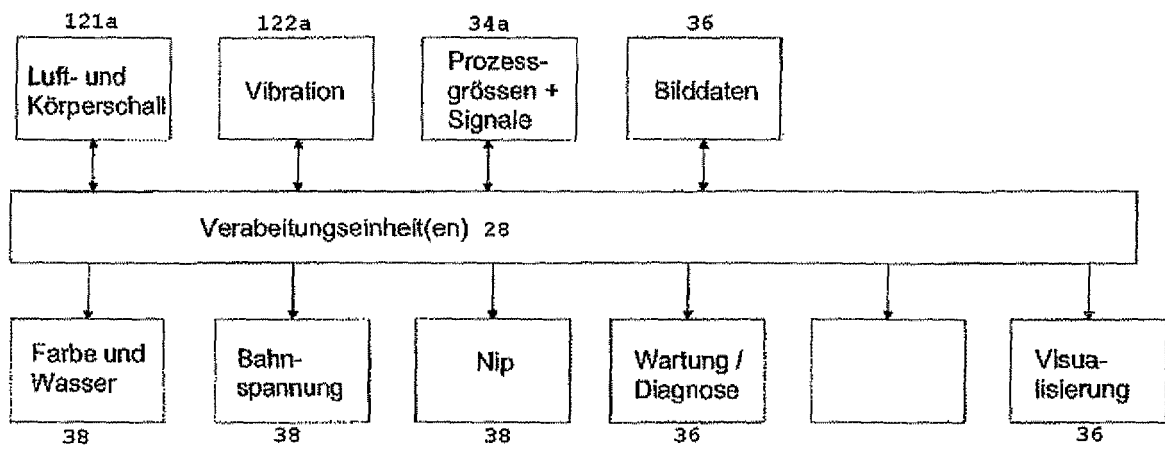


Fig. 6



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 09 16 5471

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2007/120514 A1 (BUCK BERNHARD [DE] ET AL BUCK BERNHARD [DE] ET AL) 31. Mai 2007 (2007-05-31)	1-5,7-9, 13	INV. F16F15/00
A	* Anspruch 13 *	6,10-12	
A	----- EP 1 584 744 A2 (KOENIG & BAUER AG [DE]) 12. Oktober 2005 (2005-10-12) * das ganze Dokument *	1	
A	----- DE 10 2007 035476 A1 (WINDMOELLER & HOELSCHER [DE]) 29. Januar 2009 (2009-01-29) * Ansprüche *	1	
A	----- US 2002/158180 A1 (NOELL MATTHIAS [DE]) 31. Oktober 2002 (2002-10-31) -----	1	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F16F G05D B41F
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
Den Haag		21. Dezember 2009	Beaumont, 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 Patentedokument, 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			

 1
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 09 16 5471

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.

21-12-2009

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2007120514 A1	31-05-2007	CN 101011879 A	08-08-2007
		DE 102006004967 A1	02-08-2007
		EP 1815979 A2	08-08-2007
		JP 2007203734 A	16-08-2007
EP 1584744 A2	12-10-2005	EP 1609908 A2	28-12-2005
DE 102007035476 A1	29-01-2009	WO 2009013355 A1	29-01-2009
US 2002158180 A1	31-10-2002	US 6796183 B2	28-09-2004

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

- JP 6282275 B [0002]
- JP 7160272 B [0002]
- JP 2000155588 B [0002]
- JP 9281976 B [0002]
- JP 62073949 B [0003]
- JP 51555002 B [0003]
- EP 0259636 A [0004]
- EP 1767364 A [0005]