



(11)

EP 4 545 793 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
30.04.2025 Patentblatt 2025/18

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F04D 15/00^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **24175643.6**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F04D 15/0088; F04D 15/0066

(22) Anmeldetag: **14.05.2024**

(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:
GE KH MA MD TN

(72) Erfinder:
• **Oettmeier, Martin**
44263 Dortmund (DE)
• **Große-Westhoff, Edgar**
44263 Dortmund (DE)
• **Graurock, David**
44263 Dortmund (DE)
• **Gentemann, Roland Bastian**
44263 Dortmund (DE)

(30) Priorität: **26.10.2023 BE 202305889**

(71) Anmelder: **WILO SE**
44263 Dortmund (DE)

(74) Vertreter: **Michalski Hüttermann & Partner**
Patentanwälte mbB
Kaistraße 16A
40221 Düsseldorf (DE)

(54) VERFAHREN ZUM ÜBERWACHEN EINER KREISELPUMPE

(57) Gegenstand der Erfindung ist ein Verfahren zum Überwachen einer Funktionalität und/oder eines Zustands einer Kreiselpumpe (1), mit den Schritten: während eines Betriebes (20) der Kreiselpumpe (1) in einem Referenz-Betriebsmodus, Erfassen (30) wenigstens eines Betriebsparameters der Kreiselpumpe (1), Auswerten (40) des wenigstens einen Betriebsparameters zum Erhalten von Informationen über die Funktionalität und/oder den Zustand der Kreiselpumpe (1), und

Betreiben (10, 70) der Kreiselpumpe (1) in einem Normal-Betriebsmodus zeitlich vor und/oder nach dem Betreiben (20) der Kreiselpumpe (1) in dem Referenz-Betriebsmodus, wobei die Kreiselpumpe (1) im Referenz-Betriebsmodus wenigstens für einen vordefinierten Zeitraum mit einer maximalen Drehzahlstufe betrieben wird.

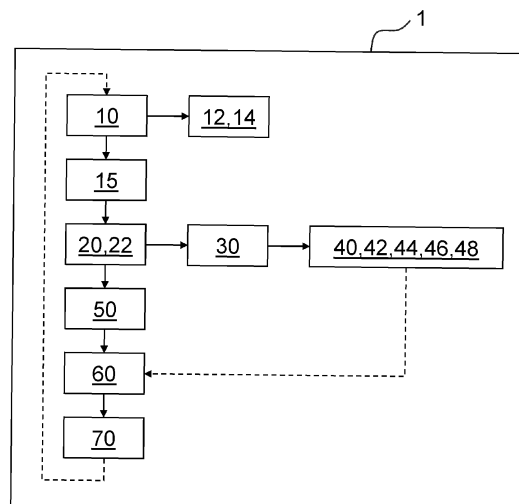


Fig. 1

EP 4 545 793 A1

Beschreibung

Technisches Gebiet

- 5 **[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Überwachen einer Kreislaspumpe. Die Erfindung betrifft ferner eine Kreislaspumpe.

Hintergrund der Erfindung

- 10 **[0002]** Kreislaspumpen sind aus dem Stand der Technik bekannt und dienen zur Förderung eines Fluids mittels einer Drehbewegung eines in der Kreislaspumpe vorgesehenen Laufrads. Das Laufrad wird mittels einer Rotorwelle durch einen Motor der Kreislaspumpe angetrieben. Gesteuert werden derartige Kreislaspumpen durch eine Steuerung.
- 15 **[0003]** Eine solche Kreislaspumpe zu überwachen ist in der Praxis essenziell, um sicherzustellen, dass die von der Kreislaspumpe geforderte Leistung erreicht wird. Es wird nach Lösungen gesucht, um das Überwachen der Kreislaspumpe zu verbessern.

Beschreibung der Erfindung

- 20 **[0004]** Ausgehend von dieser Situation ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, Lösungen anzugeben, mit denen eine Kreislaspumpe kostengünstig und mit möglichst geringen Ausfallzeiten überwacht werden kann. Insbesondere sollen Lösungen angegeben werden, mit denen Nachteile des Standes der Technik vermieden oder aber zumindest im Wesentlichen reduziert werden können.

[0005] Die Aufgabe der Erfindung wird durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen, in der Beschreibung und in den Zeichnungen angegeben.

- 25 **[0006]** Demnach wird die Aufgabe gelöst durch ein Verfahren zum Überwachen einer Funktionalität und/oder eines Zustands einer Kreislaspumpe. Das Verfahren weist vorschlagsgemäß folgende Schritte auf:

- 30 während eines Betriebens der Kreislaspumpe in einem Referenz-Betriebsmodus, Erfassen wenigstens eines Betriebsparameters der Kreislaspumpe,
- Auswerten des wenigstens einen Betriebsparameters zum Erhalten von Informationen über die Funktionalität und/oder den Zustand der Kreislaspumpe, und
- Betreiben der Kreislaspumpe in einem Normal-Betriebsmodus zeitlich vor und/oder nach dem Betreiben der Kreislaspumpe in dem Referenz-Betriebsmodus, wobei
- 35 die Kreislaspumpe im Referenz-Betriebsmodus wenigstens für einen vordefinierten Zeitraum mit einer maximalen Drehzahlstufe betrieben wird.

- 40 **[0007]** In anderen Worten wird insbesondere ein Verfahren vorgeschlagen, bei dem eine Kreislaspumpe in einen Überwachungszustand versetzt wird, indem für einen gewissen Zeitraum, insbesondere vorübergehend, eine maximale Drehzahl der Kreislaspumpe angefahren wird, und zwar nachdem und/oder bevor die Kreislaspumpe im Normalzustand betrieben wurde/wird. Während der Überwachungszustand vorliegt, wird einer oder es werden mehrere sogenannte Betriebsparameter der Kreislaspumpe erfasst, wobei natürlich regelmäßig die maximale Drehzahl vorliegen wird. Der oder die Betriebsparameter werden ausgewertet und geben Auskunft über den Zustand bzw. die Funktionalität bzw. (Rest-) Leistungsfähigkeit der Kreislaspumpe. Da man normalerweise weiß, welche Leistungsfähigkeit die Kreislaspumpe bei maximaler Drehzahl bzw. Volllast erreichen dürfte, lässt ein Betriebsparameter, der bei der maximalen Drehzahl erfasst
- 45 wurde, diese Auskunft zu. Insbesondere dauert der vordefinierte Zeitraum hier im Vergleich zur Lebensdauer der Kreislaspumpe oder im Vergleich zur Anfahrzeit der Kreislaspumpe nicht lange, beispielsweise weniger als eine Minute, so dass diese Auskunft zügig erhalten werden kann und der Normalzustand nur ganz kurz unterbrochen werden muss bzw. nicht vorliegt.

- 50 **[0008]** Ein wesentlicher Punkt der vorgeschlagenen Lösung liegt darin, dass mit nur geringem Zeitaufwand die Funktionalität bzw. der Zustand der Kreislaspumpe überwacht werden kann. Es muss kein Stillstand der Kreislaspumpe hervorgerufen werden, so dass kein Rückstand an Fördervolumen aufkommen muss. Überdies wird sogar zumeist erreicht, dass die Kreislaspumpe hinsichtlich des Fördervolumens einen Vorsprung gegenüber dem Soll erzeugt, der leicht wieder ausgeglichen werden kann, so dass regelmäßig sogar von keinem Zeitverlust trotz Überwachung der Kreislaspumpe - bei faktisch durchgeführter Leistungsprüfung - gesprochen werden kann.

- 55 **[0009]** Überdies ist vorteilhaft an der Lösung, dass bei heutiger Steuerungstechnik eine vereinfachte Nachrüstung von bestehenden Kreislaspumpen mit der erfindungsgemäßen Lösung erreicht werden kann. Die erfindungsgemäße Lösung ist nämlich regelmäßig rein steuerungsmäßig in die Praxis umsetzbar, so dass zumeist lediglich eine Programmierung der Steuerung der Kreislaspumpe erforderlich sein wird.

[0010] Als Kreiselpumpe wird im Allgemeinen eine Strömungsmaschine bezeichnet, die eine Drehbewegung und dynamische Kräfte zur Förderung überwiegend von Flüssigkeiten als Fluid nutzt. Neben einer tangentialen Beschleunigung des Fluids, auch Medium genannt, wird in radialer Strömung auftretende Fliehkraft zur Förderung genutzt, so dass Kreiselpumpen ebenso als Zentrifugalpumpen bezeichnet werden. In einem regulären Betrieb der Kreiselpumpe ist ein Gehäuse des Motors bevorzugt oberhalb eines Pumpengehäuses angeordnet, in welchem ein von dem Motor über die Rotorwelle angetriebenes Laufrad zum Fördern des Fluid vorgesehen ist, wobei das Gehäuse des Motors mit dem Pumpengehäuse ortsfest verbunden und/oder einteilig gestaltet sein kann. Das Fluid umfasst bevorzugt Wasser oder ein sonstiges flüssiges Medium wie beispielsweise Abwasser. Bevorzugt ist das Gehäuse des Motors aus Metall, insbesondere aus Edelstahl, und/oder das Pumpengehäuse aus Kunststoff gestaltet. Typischerweise weist die Kreiselpumpe einen Motor, ein von dem Motor antreibbares Laufrad zum Fördern eines Fluids und eine Steuerung auf, welche zum Steuern des Motors eingerichtet ist. Die Kreiselpumpe kann einen Frequenzumrichter aufweisen. Es kann auch eine Kreiselpumpe ohne Frequenzumrichter vorgesehen sein, also eine frequenzumrichterfreie Kreiselpumpe.

[0011] Die Steuerung, auch Steuerungsreinrichtung genannt, umfasst bevorzugt einen Mikrocontroller, einen Mikroprozessor, einen integrierten Schaltkreis oder dergleichen als elektronische Bauelement, mittels derer der Motor der Kreiselpumpe steuerbar ist, beispielsweise aufgrund eines vorgegebenen und/oder einstellbaren Programms und/oder aufgrund von Eingangsinformationen, wie Sensoren. Die Steuerung ist insbesondere programmierbar. Die Steuerung kann die Kreiselpumpe zwischen dem Normal-Betriebsmodus und dem Referenz-Betriebsmodus schalten. Die Steuerung kann den Betrieb im jeweiligen Betriebsmodus steuern.

[0012] Unter einem Betriebsmodus, insbesondere Normal-Betriebsmodus bzw. Referenz-Betriebsmodus, ist insbesondere ein Status der Kreiselpumpe zu verstehen.

[0013] Im Betrieb der Kreiselpumpe, insbesondere in einem Betriebsmodus der Kreiselpumpe, also beispielsweise im Normal-Betriebsmodus und/oder im Referenz-Betriebsmodus, wird ein Fluid gefördert. Das Verfahren bezieht sich typischerweise auf den Betrieb der Kreiselpumpe. Es kann aber auch sein, dass die Kreiselpumpe im Normal-Betriebsmodus und/oder im Referenz-Betriebsmodus kein Fluid fördert bzw. trocken läuft. Auch das kann vorteilhaft sein, um zu überwachen bzw. um Informationen zu erhalten.

[0014] Unter einem Betriebsparameter ist regelmäßig eine gemessene Größe bzw. Kennzahl zu verstehen, die sich insbesondere auf den Betrieb der Kreiselpumpe bezieht. In einem einfachen Fall bezieht sich der Betriebsparameter beispielsweise auf die momentane Förderleistung der Kreiselpumpe. Der Betriebsparameter kann beispielsweise Messdaten, ein Signal und/oder einen Wert umfassen. Der Betriebsparameter kann eine physikalische bzw. dimensionsbehaftete Kennzahl darstellen, sich auf physikalische Größen beziehen und/oder eine dimensionslose Kennzahl sein. Das Erfassen des Betriebsparameters kann beispielsweise mit einer/der Steuerung und/oder einem Sensor geschehen. Das Erfassen kann auch durch Ablesen von einer Messuhr bzw. einem Messgerät erfolgen.

[0015] Der Betriebsparameter kann ausgewählt sein aus einer Drehzahl bzw. einer Drehzahl eines Motors der Kreiselpumpe, einer Förderhöhe, einer Zwischenkreisspannung, einem Motorstrom, einer elektrischen Leistung, einer Betriebsspannung, einem Volumenstrom und/oder einer Schwingungsfunktion der Kreiselpumpe. Zur allgemein bekannten Regelung der Kreiselpumpe kann/können die Zwischenkreisspannung und/oder ein Motorstrom oder die Motorströme und/oder die elektrische Leistung/Leistungsaufnahme der Kreiselpumpe und/oder die Betriebsspannung ohnehin bereits vorliegen bzw. messtechnisch erfasst sein, so dass hierauf sinnvoll zur Überwachung zurückgegriffen werden kann. Auch der geförderte Volumenstrom kann bekannt sein, weil er für den Betrieb der Kreiselpumpe angezeigt werden kann. Die Schwingungsfunktion kann an verschiedenen Stellen der Kreiselpumpe erfasst werden, beispielsweise bezüglich elektrischer Signale/Größen oder bezüglich mechanischer Signale/Größen, z.B. mittels der Kreiselpumpe zugeordnetem Sensor, z.B. Beschleunigungsmesser oder dergleichen. Die Schwingungsfunktion ist regelmäßig eine zeitbezogene Funktion einer Beschleunigung. Auch Stromverlauf und/oder Spannungsverlauf kann/können als zeitbezogene Funktionen erfasst werden, um als wenigstens einer Betriebsparameter herangezogen zu werden.

[0016] Das Auswerten betrifft typischerweise das manuelle und/oder computergestützte Verarbeiten des Betriebsparameters. Beispielsweise wird ein Signal geglättet und/oder umgerechnet. Beispielsweise wird der Betriebsparameter mit einer Referenz bzw. Referenzangabe verglichen. So können Aussagen zu der Funktionalität bzw. dem Zustand getroffen werden.

[0017] Beim Auswerten wird beispielsweise bewertet, ob der wenigstens eine Betriebsparameter innerhalb eines zulässigen Wertebereichs liegt. Der zulässige Wertebereich kann vordefiniert sein oder anhand von initialen Messungen z.B. anhand einer Streuung ermittelt werden. Es kann ein Schwingungsspektrum bzw. Frequenzspektrum mit einem zuvor bestimmten Referenzzustand bzw. einer Referenzangabe verglichen werden. Hierbei können beispielsweise je Frequenz die Amplituden vergleichen und die Abweichung ermittelt und aufsummiert werden. Insbesondere kann spezifisch überprüft werden, ob in dem gemessenen Spektrum bei ausgewählten Frequenzen sich die Amplituden unterscheiden. Beispiel: Analysiert wird das Amplitudenverhältnis der Schwingung bei der Drehfrequenz zur ersten Harmonischen. Ist das Amplitudenverhältnis der aktuellen Messung um 10% größer als bei der Referenzmessung, so deutet das auf eine Unwucht hin. Alternativ oder ergänzend kann auch mittels Prinzipien künstlicher Intelligenz (KI) bzw. mittels KI-Verfahren ausgewertet werden. Eine Vielzahl von Referenzmessungen bzw. Referenzangaben, beispielsweise

erhalten im Normal-Betriebsmodus, bilden vorteilhaft einen "Gut"-Cluster. Es wird dann im Referenz-Betriebszustand überprüft, ob die aktuelle Messung, also der wenigstens eine Betriebsparameter, innerhalb dieses Clusters liegt.

[0018] Die Funktionalität und/oder der Zustand beziehen sich regelmäßig auf die (Rest-) Leistungsfähigkeit der Kreislumppe. Beispielsweise wird als die Information über die Funktionalität und/oder den Zustand quantifiziert, ob bzw. inwiefern die Kreislumppe noch die gewünschte Leistungsfähigkeit erreicht.

[0019] Insbesondere fällt der vordefinierte Zeitraum in den Zeitraum des Betriebes in dem Referenz-Betriebsmodus. Anders gesagt ist der vordefinierte Zeitraum die kleinstmögliche Dauer, für die der Referenz-Betriebsmodus vorliegen kann. Es ist denkbar, dass der Referenz-Betriebsmodus vorliegt, und dass die Kreislumppe eine Förderleistung erbringt, die der Förderleistung im Normal-Betriebszustand entspricht. Die Kreislumppe muss im Referenz-Betriebsmodus nicht dauerhaft mit der maximalen Drehzahlstufe betrieben werden. Es ist aber vorgesehen, dass zumindest für die Dauer des vordefinierten Zeitraums die maximale Drehzahlstufe angefahren wird, und dass währenddessen der Referenz-Betriebsmodus vorliegt, vorzugsweise auch unmittelbar nachdem und/oder bevor der vordefinierte Zeitraum durchlaufen worden ist/wird. Es kann vorgesehen sein, dass im Referenz-Betriebsmodus der vordefinierte Zeitraum die Dauer vorbestimmt, für die höchstens die maximale Drehzahlstufe vorliegen darf, so dass davor und danach eine niedrigere bzw. weitere Drehzahlstufe vorliegen sollen.

[0020] Unter einer Drehzahlstufe ist eine Drehzahl der Kreislumppe in Umdrehungen pro Zeiteinheit zu verstehen, beispielsweise Umdrehungen pro Minute. Die maximale Drehzahlstufe betrifft die technisch vorgesehene Höchstdrehzahl bzw. höchste Nenndrehzahl der Kreislumppe, beispielsweise wie sie in aller Regel im Handbuch und/oder auf einem Typenschild eingetragen ist. Wenn Drehzahlstufen zueinander unterschiedlich sind, heißt das, dass die Drehzahlen der Drehzahlstufen (verglichen in identischer Einheit, z.B. U/min) unterschiedlich sind. Wenn von zwei Drehzahlstufen die Rede ist, ist typischerweise davon auszugehen, dass die Drehzahlstufen eine unterschiedliche Drehzahl aufweisen.

[0021] Nach einer bevorzugten Weiterbildung wird das Betreiben der Kreislumppe in dem Referenz-Betriebsmodus für eine Zeitdauer von wenigstens und/oder höchstens 10, 30, 60 oder 180 Sekunden durchgeführt. Der Referenz-Betriebsmodus soll für mehr oder weniger als 10, 30, 60 oder 180 Sekunden anhalten. Beispielsweise wird der Referenz-Betriebsmodus für genau eine Minute aufrecht erhalten. Währenddessen kann dann die maximale Drehzahlstufe angefahren werden. So wird sichergestellt, dass der Referenz-Betriebsmodus lange genug, aber nicht zu lange, vorliegt, um die Funktionalität bzw. den Zustand zu überwachen. Insbesondere wird so sichergestellt, dass der Betriebsparameter zuverlässige Auskunft ermöglicht, und dass die Kreislumppe nicht zu sehr beansprucht wird.

[0022] Nach einer anderen bevorzugten Weiterbildung wird die Kreislumppe im Referenz-Betriebsmodus für wenigstens einen weiteren vordefinierten Zeitraum mit wenigstens einer weiteren Drehzahlstufe betrieben. Anders gesagt werden im Referenz-Betriebsmodus wenigstens zwei Drehzahlstufen angefahren, wobei eine davon, insbesondere genau eine davon, die Maximaldrehzahl der Kreislumppe betrifft. Beispielsweise kann die Kreislumppe damit allmählich auf Maximaldrehzahl gebracht werden bzw. vorsichtig von der Maximaldrehzahl weggeführt werden. Insbesondere wird die Kreislumppe nach oder vor dem Betrieb mit der maximalen Drehzahlstufe, oder nach und vor dem Betrieb mit der Maximalen Drehzahlstufe, mit einer niedrigeren Drehzahlstufe betrieben. So wird sichergestellt, dass der Betriebsparameter möglichst wiederholgenau erfassbar wird und ebenso dass die Kreislumppe möglichst schonend beansprucht wird.

[0023] Gemäß einer anderen bevorzugten Weiterbildung beträgt der vordefinierte Zeitraum 1 bis zu 20 Sekunden, vorzugsweise 5 bis zu 15 Sekunden, insbesondere 10 ± 5 Sekunden oder 10 ± 2 Sekunden. Es hat sich hier herausgestellt, dass mit einem solchen Zeitraum sehr zuverlässige Ergebnisse erzielt werden, ohne dass der Normalbetrieb großartig gestört wird.

[0024] Denkbar ist es, dass die die Kreislumppe im Referenz-Betriebsmodus und vor und/oder nach dem vordefinierten Zeitraum (bei maximaler Drehzahlstufe) mit wenigstens einer weiteren Drehzahlstufe für einen weiteren vordefinierten Zeitraum betrieben wird. Insoweit kommt eine oder es kommen mehrere weitere Drehzahlstufen zur maximalen Drehzahlstufe hinzu, wenn der Referenz-Betriebsmodus vorliegt. Die weitere Drehzahlstufe (bzw. die mehreren davon) sind natürlich zeitlich vor oder nach dem vordefinierten Zeitraum als einen weiteren vordefinierter Zeitraum vorzusehen. Insbesondere ergeben alle vordefinierten Zeiträume aufsummiert die Gesamtdauer bzw. die vorbeschriebene Zeitdauer des Referenz-Betriebsmodus von z.B. 10, 15, 20, 25, 30 oder eine andere Zahl Sekunden.

[0025] Optional ist ein erster weiterer vordefinierter Zeitraum von 10 ± 5 s mit einer Drehzahl entsprechend 10% bis zu 40%, insbesondere 25%, der maximalen Drehzahlstufe als eine erste weitere Drehzahlstufe vorgesehen. Anders gesagt kann die erste weitere Drehzahlstufe exemplarisch eine Drehzahl der Kreislumppe vorgeben, die betragsmäßig ein Zehntel bis zu vier Zehnteln, insbesondere ein Viertel bzw. 25%, von der maximal möglichen Drehzahl der Kreislumppe ausmacht.

[0026] Optional ist ein zweiter weiterer vordefinierter Zeitraum von 10 ± 5 s mit einer Drehzahl entsprechend 30% bis zu 70%, insbesondere 50%, der maximalen Drehzahlstufe als eine zweite weitere Drehzahlstufe vorgesehen.

[0027] Optional ist ein dritter weiterer vordefinierter Zeitraum von 10 ± 5 s mit einer Drehzahl entsprechend 50% bis zu 100%, insbesondere 75%, der maximalen Drehzahlstufe als eine dritte weitere Drehzahlstufe vorgesehen.

[0028] Optional ist ein vierter weiterer vordefinierter Zeitraum von 5 ± 3 s mit einer Drehzahl entsprechend 10% bis zu

40%, insbesondere 25%, der maximalen Drehzahlstufe als eine vierte weitere Drehzahlstufe vorgesehen.

[0029] Die Benennungen "erster", "zweiter", "dritter", "vierter", etc. sind insbesondere als Eigennamen zu verstehen. Eine Reihenfolge kann, muss aber nicht, impliziert sein. Die Eigennamen können beliebig vertauscht werden.

[0030] In einem weiteren vordefinierten Zeitraum soll die Kreiselpumpe also definiert langsamer als im vordefinierten Zeitraum laufen, um allmählich zum vordefinierten Zeitraum mit maximaler Drehzahlstufe zu gelangen. Das ist vorteilhaft, um rasch einen Zustand bei maximaler Drehzahlstufe zu erreichen, der so sehr wiederholgenau und mit minimalem Zeitverlust angefahren wird. Auch wird das Verlassen des vordefinierten Zeitraums bzw. letztlich des Referenz-Betriebszustands damit vorteilhaft derart angepasst, dass in der Praxis möglichst wenige Störungseffekte auftreten.

[0031] Gemäß einer anderen bevorzugten Weiterbildung ist vorgesehen, dass das Auswerten ein insbesondere schwellwertbasiertes Vergleichen des wenigstens einen Betriebsparameters mit wenigstens einer Referenzangabe für den Referenz-Betriebsmodus umfasst. Es kann also vorgesehen sein, dass der Betriebsparameter dahingehend untersucht wird, ob Schwellwerte über- oder unterschritten werden. Beispielsweise können als Schwellwerte ein Höchst- und ein Mindestwert des Betriebsparameters vorgesehen sein, wobei ein Überschreiten des Höchstwertes bzw. ein Unterschreiten des Mindestwertes beim Auswerten erkannt werden und als nützliche Informationen über die Funktionalität bzw. den Zustand erkannt und abgespeichert werden können. Beispielsweise kann die tatsächliche Förderleistung als Betriebsparameter, wenn sie eine erwartete minimale Förderleistung als Referenzangabe unterschreitet, implizieren, dass die Kreiselpumpe verstopft ist. Schwellwertbasiert meint hier insbesondere, dass ein Über- oder Unterschreiten von Grenzen betrachtet wird. Die Referenzangabe hat regelmäßig dieselbe Einheit wie der Betriebsparameter, also beispielsweise auch keine Einheit.

[0032] Das Auswerten kann cloudbasiert und/oder mittels einer der Kreiselpumpe zugeordneten Steuerung durchgeführt werden. Cloudbasiert meint dabei, dass das Auswerten entfernt von der Kreiselpumpe auf einem Server ausgeführt werden kann. Die Steuerung kann lokal an der Kreiselpumpe angeordnet sein bzw. physisch an der Kreiselpumpe vorgesehen sein.

[0033] Bei einer bevorzugten Ausgestaltung wird zum Einsparen von Datenvolumen der wenigstens eine Betriebsparameter in Form eines Datenausschnitts bei einer jeweiligen Drehzahlstufe, insbesondere bei der maximalen Drehzahlstufe, erfasst. Der Datenausschnitt bezieht sich insbesondere auf einen Zeitraum, der kleiner ist als ein/der vordefinierte(r) Zeitraum. Der Datenausschnitt liegt insbesondere inmitten und/oder am Ende eines/des vordefinierten Zeitraums. Der Datenausschnitt umfasst besonders bevorzugt zumindest eine letzte und/oder vorletzte Sekunde in einem vordefinierten Zeitraum, insbesondere dem vordefinierten Zeitraum mit der maximalen Drehzahlstufe. Damit wird möglichst wenig Rechenleistung benötigt und Energie und ebenfalls Speicherplatz werden eingespart. Optional kann auch der personelle Aufwand sinken.

[0034] Bei einer bevorzugten Ausgestaltung ist die wenigstens eine Referenzangabe für den Referenz-Betriebsmodus ausgewählt aus einer Drehzahl eines Motors, einer Förderhöhe, einer Zwischenkreisspannung, einem Motorstrom, einer elektrischen Leistung, einer Betriebsspannung, einem Volumenstrom und/oder einer Schwingungsfunktion der Kreiselpumpe. Die Referenzangabe kann mit einer Toleranz versehen sein. Die Referenzangabe kann einen Mindestwert und/oder einen Höchstwert insbesondere als Grenze bzw. Schwellwert umfassen. Erfahrungsgemäß können so sehr genaue Erkenntnisse über die Funktionalität oder den Zustand erhalten werden.

[0035] Bei einer bevorzugten Ausgestaltung ist folgender Schritt vorgesehen: Überwachen eines Einhaltens des Referenz-Betriebsmodus während des Betriebes der Kreiselpumpe in dem Referenz-Betriebsmodus, insbesondere schwellwertbasiert und/oder durch ein Analysieren eines Frequenzspektrums bzw. Schwingungsspektrums des wenigstens einen Betriebsparameters. Anders gesagt kann nicht nur der Referenz-Betriebsmodus aktiviert bzw. angefahren werden, es kann auch geprüft werden, ob beispielsweise die angeforderte Drehzahlstufe (z.B. maximale Drehzahlstufe) erreicht wird. Insbesondere kann die Kreiselpumpe während des Betriebes die Einhaltung eines Betriebsmodus, insbesondere des Referenz-Betriebsmodus, überwachen. Beispielsweise kann für den Referenz-Betriebsmodus überwacht werden, ob z.B. aufgrund von Änderungen im Fluidsystem mit der Kreiselpumpe sich der Volumenstrom bzw. die Förderleistung signifikant ändert. Sollte dies der Fall sein, werden die Messdaten bzw. der wenigstens eine Betriebsparameter nicht zur weiteren Analyse bzw. zum Auswerten genutzt. So wird die Zuverlässigkeit gesteigert.

[0036] Bei einer bevorzugten Ausgestaltung umfasst das Auswerten ein Vermessen des wenigstens einen Betriebsparameters, insbesondere hinsichtlich einer Schwingungsamplitude, ein Abspeichern des wenigstens einen Betriebsparameters in einer Datenbank und/oder eine softwarebasierte Datenverarbeitung. Der Betriebsparameter kann also mathematisch analysiert werden. So können sehr wiederholgenaue Erkenntnisse geschaffen werden.

[0037] Bei einer bevorzugten Ausgestaltung ist folgender Schritt vorgesehen: Festlegen der wenigstens einen Referenzangabe durch eine Analyse des Normal-Betriebsmodus, wobei die wenigstens eine Referenzangabe festgelegt wird, wenn die Analyse ergibt, dass zeitliche Änderungen von dem wenigstens einen Betriebsparameter im Normal-Betriebsmodus über eine zeitliche Dauer innerhalb einer vorgegebenen Spanne liegen, vorzugsweise wobei die Spanne bis zu 10 % und/oder die Dauer bis zu 10 Sekunden beträgt, und/oder ein Schwingungsspektrum bzw. Frequenzspektrum von dem wenigstens einen Betriebsparameter im Normal-Betriebsmodus zumindest im Wesentlichen reproduzierbar ist, und/oder zeitliche Änderungen von dem wenigstens einen Betriebsparameter im Normal-Betriebsmodus zumindest im

Wesentlichen reproduzierbar sind. Anders gesagt wird hiermit beispielsweise vorgeschlagen, die Referenzangabe damit festzulegen, dass ein im Wesentlichen stationärer Zustand der Kreislpumpe vorliegt. Bevorzugt wird die Referenzangabe im Normal-Betriebsmodus und bei maximaler Drehzahlstufe festgelegt, um die besten Ergebnisse zu erzielen.

[0038] Bei einer bevorzugten Ausgestaltung ist folgender Schritt vorgesehen: Festlegen der wenigstens einen Referenzangabe durch eine Datenverarbeitung und/oder eine Eingabe, wobei das Festlegen vor, während und/oder nach dem Betreiben in dem Normal-Betriebsmodus erfolgt. Vorzugsweise wird die Referenzangabe des Referenz-Betriebsmodus derart festgelegt, dass die Kreislpumpe unterhalb einer Mindestförderhöhe betrieben wird, nicht fördernd betrieben wird, im Trockenlauf betrieben wird und/oder mit der maximalen Drehzahlstufe, insbesondere mit einer Drehzahl-Toleranz von $\pm 10\%$, betrieben wird.

[0039] Die wenigstens eine Referenzangabe können auch im Labor für mehrere Kreislumpen einer Baureihe festgelegt bzw. gemessen werden. Beispielsweise können die Kreislumpen zu definierten Zeitpunkten oder getriggert bzw. ausgelöst den Referenz-Betriebsmodus anfahren, wobei dann der wenigstens eine Betriebsparameter gemessen werden kann und dann als die wenigstens eine Referenzangabe festgelegt werden kann. Wenn mehrere Kreislumpen verwendet werden, kann so auch bestimmt werden, wie groß die Streuung gegenüber der wenigstens einen Referenzangabe in der Baureihe ausfällt, beispielsweise um bei der wenigstens einen Referenzangabe bzw. dem wenigstens einen Betriebsparameter eine entsprechende Toleranz vorzusehen. Die Toleranz kann der Streuung entsprechen, geringer oder höher sein, oder einem Vielfachen von der Streuung entsprechen.

[0040] Bei einer bevorzugten Ausgestaltung ist folgender Schritt vorgesehen: Auslösen, dass die Kreislpumpe in den Referenz-Betriebsmodus versetzt wird, wobei das Auslösen zeitgesteuert, ereignisgesteuert und/oder durch ein Auslösesignal erfolgt, insbesondere während des Betriebens der Kreislpumpe in dem Normal-Betriebsmodus. Das Auslösen kann beispielsweise alle 24 Stunden stattfinden. Das Auslösen kann dann erfolgen, wenn beispielsweise erkannt wird, dass im Normal-Betriebsmodus bereits die maximale Drehzahlstufe vorliegt, hier wird dann sozusagen die Drehzahlstufe für zumindest den vordefinierten Zeitraum festgehalten. Das Auslösen kann auch intern getriggert sein, beispielsweise von einem internen Algorithmus der Kreislpumpe. Das Auslösen kann auch extern getriggert sein, vorzugsweise wobei das Auslösesignal von einer von der Kreislpumpe separaten Einrichtung empfangen wird, und vorzugsweise wobei die Kreislpumpe der Einrichtung ein Rücksignal über das Vorliegen des Referenz-Betriebsmodus übersendet. Die separate Einrichtung mag ein Zentralcomputer sein, der zumindest eine, meistens aber mehrere, Kreislpumpe überwacht und/oder steuert. Die Verbindung zwischen Kreislpumpe bzw. Steuerung der Kreislpumpe und separater Einrichtung kann kabellos oder kabelgebunden vorliegen. Es kann ein BUS-Signal und/oder ein digitaler Eingang vorgesehen sein, um auszulösen. Es kann ein BUS-Signal und/oder ein digitaler Ausgang vorgesehen sein, um das Rücksignal zu übersenden. Auch externe CM-Systeme, wie sie oft bei Anwendern der Kreislpumpe vorgesehen sind, beispielsweise Content-Management-System, können so auf den Referenz-Betriebsmodus vorteilhaft zurückgreifen.

[0041] Bevorzugt sind mehrere unterschiedliche Referenz-Betriebsmodi vorgesehen, um Informationen zum Zustand der Kreislpumpe bei verschiedenen Pumpleistungen bereitstellen zu können. So kann ein passender Referenz-Betriebsmodus ausgewählt werden, beispielsweise enthaltend Drehzahlstufen, die näher am Normal-Betriebsmodus gelegen sind. Das Auslösen kann also derart erfolgen, dass der Referenz-Betriebsmodus, in den die Kreislpumpe versetzt wird, zu dem vorhergehenden Normal-Betriebsmodus in Bezug auf den wenigstens einen Betriebsparameter eine geringste Differenz aufweist. Obschon der wenigstens eine Betriebsparameter regelmäßig bei maximaler Drehzahlstufe erfasst wird, kann der wenigstens eine Betriebsparameter auch in niedrigeren Drehzahlstufen erfasst werden, die dann näher an den gewählten Drehzahlstufen im Normal-Betriebsmodus gelegen sind. Das kann Energie sparen und ebenso noch praxisnähere Erkenntnisse über die Restleistungsfähigkeit der Kreislpumpe schaffen.

[0042] Bei einer bevorzugten Ausgestaltung ist folgender Schritt vorgesehen: Abbrechen des Betriebens der Kreislpumpe in dem Referenz-Betriebsmodus, wenn ein Abbruchkriterium empfangen wird. Anders gesagt kann beispielsweise ein Abbruchkriterium vorgesehen sein, welches empfangen werden kann, beispielsweise von der Steuerung; das Abbruchkriterium soll bewirken, dass der Referenz-Betriebsmodus nicht mehr vorliegt. Insbesondere soll nach dem bzw. durch das Empfangen des Abbruchkriteriums wieder der Normal-Betriebsmodus angefahren werden. Wenn das Abbruchkriterium empfangen wurde, kann die Kreislpumpe ausgeschaltet werden. Wenn das Abbruchkriterium empfangen wurde, kann alternativ oder ergänzend der Schritt: Betreiben der Kreislpumpe in einem Kompensations-Betriebsmodus durchgeführt werden. Wenn das Abbruchkriterium empfangen wurde, kann alternativ oder ergänzend der Schritt: Betreiben der Kreislpumpe in dem Normal-Betriebsmodus durchgeführt werden. Das Abbruchkriterium kann ein Erreichen, insbesondere Über- oder Unterschreiten, eines Abweichungs-Schwellwerts durch den wenigstens einen Betriebsparameter sein.

[0043] Bei einer bevorzugten Ausgestaltung ist folgender Schritt vorgesehen: Verarbeiten des wenigstens einen Betriebsparameters zum Bereitstellen von Informationen zu einer Abweichung eines von der Kreislpumpe geförderten Fördervolumens und/oder eines von der Kreislpumpe erzeugten Drucks, wobei die Abweichung aufgrund von dem Betreiben im Referenz-Betriebsmodus aufgetreten ist. Beispielsweise kann es sein, dass aufgrund des vorübergehenden Betriebs Referenz-Betriebsmodus zu viel Fluid gefördert worden ist, als eigentlich gefördert worden wäre, wäre der

Referenz-Betriebsmodus nicht aufgerufen worden. Insoweit werden bevorzugt Informationen darüber bereitgestellt, wieviel Fluid zu viel gefördert worden ist, um eine Entscheidungsgrundlage zu haben, ob eine Korrektur der Abweichung erfolgen soll.

[0044] Insbesondere ist ein Betreiben der Kreiselpumpe in einem/dem Kompensations-Betriebsmodus zum Kompensieren von der Abweichung vorgesehen, vorzugsweise durch eine vorübergehende Anpassung - beispielsweise Verringerung oder Erhöhung - der Drehzahl eines/des Motors, einer Förderhöhe, einer Zwischenkreisspannung, eines Motorstroms, einer elektrischen Leistung, einer Betriebsspannung und/oder eines Volumenstroms. Es kann alternativ oder ergänzend ein Betreiben der Kreiselpumpe in dem Kompensations-Betriebsmodus derart vorgesehen sein, dass die Abweichungen im zeitlichen Mittel insbesondere zumindest im Wesentlichen ausgeglichen werden.

[0045] Für den Zeitraum, in dem der Referenz-Betriebsmodus vorliegt, regelt die Kreiselpumpe typischerweise nicht entsprechend der ansonsten vom Kunden gewünschten Regelungsaufgabe, die regelmäßig im Normal-Betriebsmodus vorgegeben ist. Die entstandene Abweichung soll identifiziert und mittels Kompensations-Betriebsmodus kompensiert werden. Hier kommen insbesondere folgende Ansätze in Betracht.

[0046] Im Fall einer Volumenstrom-Regelung ist es Aufgabe der Kreiselpumpe, den Volumenstrom konstant zu halten. In diesem Fall kann die Kreiselpumpe eine Volumenstrom-Abweichung aufsummieren und zum oder nach Verlassen des Referenz-Betriebsmodus den Soll-Volumenstrom vorübergehend erhöhen und/oder verringern, so dass im Mittel über den Gesamtzeitraum der gewünschte Volumenstrom gefördert wird.

[0047] Im Fall einer Differenzdruck-Regelung ist es Aufgabe der Kreiselpumpe, den Differenzdruck konstant zu halten. In diesem Fall kann die Kreiselpumpe die Differenz-Abweichung aufsummieren und nach Verlassen des Referenz-Betriebsmodus den Soll-Volumenstrom vorübergehend erhöhen und/oder verringern, so dass im Mittel über den Gesamtzeitraum der gewünschte Differenzdruck zur Verfügung gestellt wird.

[0048] Im Fall eines Abbruchs des Referenzzustands ist es Aufgabe der Kreiselpumpe, insbesondere mittels einer internen Regelungsfunktion der Kreiselpumpe, anhand der gemessenen Daten bzw. des wenigstens einen Betriebsparameters und einer Sollwertvorgabe die eigentlich einzustellende Drehzahlstufe zu bestimmen. Überschreitet eine sich hieraus eine zum Referenz-Betriebsmodus ergebende Abweichung einen vorgegebenen Wert (oder erreicht das Integral dieser Abweichung einen vorgegebenen Wert), wird der Referenz-Betriebsmodus verlassen und die Kreiselpumpe kehrt wieder in den Normal-Betriebsmodus zurück. Es wird dann optional vorgesehen, den Referenz-Betriebsmodus zu einem späteren Zustand zu erreichen.

[0049] Ferner wird eine Kreiselpumpe vorgeschlagen, die eine Steuerung aufweist, die ausgebildet ist, das vorliegend beschriebene Verfahren auszuführen. Die Steuerung mag insoweit ausgebildet sein, dass sie programmiert ist, um das Verfahren speziell umzusetzen. Es wird also nicht jede beliebige Kreiselpumpe mit einer programmierbaren Steuerung als die hier vorgeschlagene Kreiselpumpe gelten können; vielmehr muss auch eine entsprechende Programmierung vorgesehen bzw. durchgeführt sein.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0050] Nachfolgend wird die Erfindung unter Bezugnahme auf die anliegenden Zeichnungen anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele näher erläutert.

[0051] In den Zeichnungen zeigen

Fig. 1 eine schematische Ansicht eines Verfahrens mit einer Kreiselpumpe gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung, und

Fig. 2 eine schematische Ansicht eines Verfahrens mit einer Kreiselpumpe gemäß einem weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung, das cloudbasiert vorgesehen ist.

Detaillierte Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0052] Fig. 1 und Fig. 2 zeigen jeweils eine Kreiselpumpe 1 mit einem Motor, einem von dem Motor antreibbaren Laufrad zum Fördern eines Fluids, und mit einer Steuerung. Die Steuerung ist jeweils ausgebildet um ein erfindungsgemäßes Verfahren auszuführen, das ein vorteilhaftes Überwachen der Kreiselpumpe 1 ermöglicht. In Fig. 2 ist überdies eine Cloud 2 gezeigt, die insbesondere zum Auswerten 40 und zum Auslösen 15 vorgesehen ist.

[0053] Unter Bezugnahme auf Fig. 1 ist ein Verfahren zum Überwachen einer Funktionalität und/oder eines Zustands der Kreiselpumpe dargestellt. Hier stehen einzelne Bezugszeichen 10, 15, 20, 50, 60, 70 für im Grunde chronologisch durchlaufene Schritte bzw. Meilensteine und/oder Triggerpunkte des Verfahrens. Das Verfahren setzt exemplarisch in Schritt 10 mit einem Betreiben der Kreiselpumpe 1 in einem Normal-Betriebszustand an, beispielsweise wobei ein Fluid nach Kundenanforderungen geregelt gefördert wird. Mit dem Schritt 15 wird es regelmäßig zu einem Auslösen kommen. Insoweit wird durch das Auslösen 15 die Kreiselpumpe 1 in einen Referenz-Betriebsmodus versetzt, der dann in Schritt 20

vorliegt, wobei das Auslösen 15 zeitgesteuert erfolgt, und zwar während des Betreibens 10 der Kreiselpumpe 1 in dem Normal-Betriebsmodus. Der Übergang von Schritt 10 zu Schritt 20 findet regelmäßig durch Anheben der Drehzahlstufe auf Maximaldrehzahl statt, so dass der Motor mit technisch vorgesehener höchster Drehzahl arbeitet; meist dauert das einen kurzen Moment, z.B. im Bereich von weniger als 10 Sekunden. Soweit in Schritt 10 schon die maximale Drehzahlstufe vorliegen sollte, findet der Übergang im Grunde instantan statt.

[0054] Das Auslösesignal in Schritt 15 kann optional von einer von der Kreiselpumpe 1 separaten Einrichtung empfangen werden, wobei die Kreiselpumpe 1 der Einrichtung ein Rücksignal über das Vorliegen des Referenz-Betriebsmodus übersenden kann. Das Auslösen 15 kann aber auch zeitbasiert, beispielsweise alle 24 Stunden, erfolgen.

[0055] Das Auslösen 15 ist mit Blick auf Fig. 2 dadurch optional realisiert, dass die Cloud 2 das Auslösen 15, mittels Auslösesignal initiieren kann. Das Rücksignal kann dann von der Kreiselpumpe 1 zurück an die Cloud 2 gesendet werden.

[0056] Es sind vorliegend mehrere unterschiedliche Referenz-Betriebsmodi vorgesehen, um Informationen zum Zustand der Kreiselpumpe 1 bei verschiedenen Pumpleistungen bereitstellen zu können. Das Auslösen 15 erfolgt regelmäßig derart, dass der gewählte Referenz-Betriebsmodus, in den die Kreiselpumpe 1 versetzt wird, zu dem vorhergehenden Normal-Betriebsmodus 10 in Bezug auf einen Betriebsparameter eine geringste Differenz aufweist.

[0057] Der Referenz-Betriebsmodus wird für eine Zeitdauer von 10 bis zu 180 Sekunden aufrecht erhalten. Während der Referenz-Betriebsmodus vorliegt, wird die Kreiselpumpe 1 für einen vordefinierten Zeitraum mit einer maximalen Drehzahlstufe bzw. mit Maximaldrehzahl betrieben. Vorliegend beträgt der vordefinierte Zeitraum genau zehn Sekunden bzw. 10 s.

[0058] Vor und nach dem vordefinierten Zeitraum, und zwar noch im Referenz-Betriebsmodus, wird die Kreiselpumpe 1 jeweils in weiteren vordefinierten Zeiträumen mit niedrigeren Drehzahlstufen betrieben, die dem Normal-Betriebsmodus nahegelegen sind. Ein erster weiterer vordefinierter Zeitraum, der 10 s dauert, sieht eine Drehzahl von 50% von der maximalen Drehzahlstufe als erste weitere Drehzahlstufe vor, mit der die Kreiselpumpe 1 betrieben werden soll. Ein zweiter weiterer vordefinierter Zeitraum, der 5 s dauert, sieht eine Drehzahl von 25% von der maximalen Drehzahlstufe als zweite weitere Drehzahlstufe vor. Optional können noch weitere Drehzahlstufen bzw. vordefinierte Zeiträume vorgesehen sein. Die Summe aller vordefinierten Zeiträume beträgt hier also $10\text{ s} + 10\text{ s} + 5\text{ s} = 25\text{ s}$, womit der Referenz-Betriebsmodus für die Zeitrauer von 25 s vorliegen soll.

[0059] In Schritt 22 wird ergänzend ein Überwachen eines Einhaltens des Referenz-Betriebsmodus während des Betriebens 20 der Kreiselpumpe 1 in dem Referenz-Betriebsmodus durchgeführt, und zwar schwellwertbasiert und/oder durch ein Analysieren eines Frequenzspektrums bzw. Schwingungsspektrums des wenigstens einen Betriebsparameters.

[0060] Während des Betriebens 20 der Kreiselpumpe 1 in dem Referenz-Betriebsmodus ist der Schritt 30 vorgesehen. In Schritt 30 wird wenigstens ein Betriebsparameter der Kreiselpumpe 1 erfasst. Zumindest währenddessen wird die Kreiselpumpe 1 wenigstens für den vordefinierten Zeitraum mit der maximalen Drehzahlstufe bzw. mit Maximaldrehzahl betrieben.

[0061] Bei dem wenigstens einen Betriebsparameter handelt es sich vorliegend um eine Schwingungsfunktion, insbesondere enthaltend eine Beschleunigung der Kreiselpumpe 1, sowie ergänzend um einen Volumenstrom.

[0062] Anschließend an das Erfassen 30 und/oder während des Erfassens 30 kann der wenigstens eine Betriebsparameter in Schritt 40 ausgewertet werden, und zwar insbesondere noch während des Betriebens 20. Das Auswerten 40 ist zum Erhalten von Informationen über die Funktionalität und/oder den Zustand der Kreiselpumpe 1 vorgesehen.

[0063] Das Auswerten 40 geschieht innerhalb der Kreiselpumpe 1 bzw. mittels der der Kreiselpumpe 1 zugeordneten Steuerung. Zum Einsparen von Datenvolumen wird der wenigstens eine Betriebsparameter in Form eines Datenausschnitts der maximalen Drehzahlstufe erfasst, wobei der Datenausschnitt nur die letzten beiden Sekunden in dem vordefinierten Zeitraum umfasst. Anders gesagt wird die Schwingungsfunktion nur in der neunten und in der zehnten Sekunde vom vordefinierten Zeitraum, der hier 10 s beträgt, aufgezeichnet bzw. betrachtet.

[0064] Bezugnehmend auf Fig. 2 ist festzuhalten, dass hier im Grunde ein identisches Verfahren wie schon in Fig. 1 durchgeführt wird. Abweichend von Fig. 1 ist in Fig. 2 jedoch vorgesehen, dass das Auswerten 40 in der zuvor schon erwähnten Cloud 2 durchgeführt wird, also abseits von der Kreiselpumpe 1. Hierzu wird der wenigstens eine Betriebsparameter an die Cloud 2 übermittelt, beispielsweise kabellos oder kabelgebunden. Hierzu ist der Pfeil von 30 zu 40 gestrichelt dargestellt.

[0065] Das Auswerten 40 umfasst ein schwellwertbasiertes Vergleichen 42 des wenigstens einen Betriebsparameters mit wenigstens einer Referenzangabe für den Referenz-Betriebsmodus. Die wenigstens eine Referenzangabe weist exemplarisch - wie schon der wenigstens eine Betriebsparameter - eine Schwingungsfunktion der Kreiselpumpe 1 und einen Volumenstrom der Kreiselpumpe 1 auf. Es kann verglichen werden, ob der Volumenstrom im Referenz-Betriebsmodus dem Volumenstrom der Referenzangabe entspricht bzw. inwiefern der Volumenstrom im Referenz-Betriebsmodus davon abweicht.

[0066] Das Auswerten 40 umfasst auch ein Vermessen 44 des wenigstens einen Betriebsparameters, insbesondere hinsichtlich einer Schwingungsamplitude. Ferner sind ein Abspeichern 46 des wenigstens einen Betriebsparameters in einer Datenbank und eine softwarebasierte Datenverarbeitung vorgesehen.

[0067] Ferner ist ein Abbrechen 50 des Betreibens 20 der Kreislumppe 1 in dem Referenz-Betriebsmodus vorgesehen, insbesondere wenn ein Abbruchkriterium empfangen wird. Wenn das Abbruchkriterium empfangen wurde, kann die Kreislumppe 1 bedarfsweise ausgeschaltet werden. Vorliegend wird mit Empfang des Abbruchkriteriums ein Betreiben 60 der Kreislumppe 1 in einem Kompensations-Betriebsmodus vorgesehen bzw. ein Versetzen der Kreislumppe 1 in den Kompensations-Betriebsmodus. Wenn der Kompensations-Betriebsmodus beendet wird, wird ein Betreiben 70 wieder im Normal-Betriebsmodus vorgesehen, der im Grunde dem Betreiben 10 gleichkommt und damit den chronologischen Kreislauf schließt. Alternativ kann auch direkt der Schritt Betreiben 70 der Kreislumppe 1 in dem Normal-Betriebsmodus durchgeführt werden, ohne den Schritt 60. Das Abbruchkriterium ist vorliegend ein Erreichen eines Abweichungs-Schwellwerts durch den wenigstens einen Betriebsparameter, indem betrachtet wird, ob ein Integral des Volumenstroms einen Schwellwert überschreitet..

[0068] In einem Schritt 48, typischerweise zeitlich noch vor dem Abbrechen 50, ist vorliegend ein Verarbeiten des wenigstens einen Betriebsparameters zum Bereitstellen von Informationen zu einer Abweichung eines von der Kreislumppe 1 geförderten Fördervolumens und/oder eines von der Kreislumppe 1 erzeugten Drucks vorgesehen. Die Abweichung ist aufgrund von dem Betreiben 20 im Referenz-Betriebsmodus aufgetreten. Die Abweichung kann bedarfsweise in dem Schritt 60 bzw. Betreiben 60 verwendet werden, weshalb hier ein gestrichelter Pfeil von 48 zu 60 führt. Insoweit ist ein Betreiben 60 der Kreislumppe 1 in dem Kompensations-Betriebsmodus zum Kompensieren von der Abweichung vorgesehen, beispielsweise durch Betreiben der Kreislumppe 1 derart, dass die Abweichungen im zeitlichen Mittel ausgeglichen werden.

[0069] Weiter sind in dem Verfahren noch die Schritte 12 und 14 vorgesehen. Im Schritt 12, Festlegen, wird die zuvor bereits erwähnte wenigstens eine Referenzangabe festgelegt. Dies kann durch eine Analyse des Normal-Betriebsmodus geschehen, wobei die wenigstens eine Referenzangabe festgelegt wird, wenn die Analyse ergibt, dass zeitliche Änderungen von dem wenigstens einen Betriebsparameter im Normal-Betriebsmodus über eine zeitliche Dauer innerhalb einer vorgegebenen Spanne liegen, und/oder dass ein Schwingungsspektrum bzw. Frequenzspektrums von dem wenigstens einen Betriebsparameter im Normal-Betriebsmodus zumindest im Wesentlichen reproduzierbar ist, und/oder dass zeitliche Änderungen von dem wenigstens einen Betriebsparameter im Normal-Betriebsmodus zumindest im Wesentlichen reproduzierbar sind.

[0070] Im Schritt 14, Festlegen, wird die wenigstens eine Referenzangabe durch eine Datenverarbeitung und/oder eine Eingabe festgelegt. Das Festlegen 14 kann vor, während und/oder nach dem Betreiben 10, 70 in dem Normal-Betriebsmodus erfolgen. Die Referenzangabe wird insbesondere derart festgelegt, dass die Kreislumppe 1 unterhalb von einer Mindestförderhöhe betrieben wird, nicht fördernd betrieben wird, im Trockenlauf betrieben wird und/oder mit der maximalen Drehzahlstufe, insbesondere mit einer Drehzahl-Toleranz von $\pm 10\%$, betrieben wird.

[0071] Die beschriebenen Ausführungsbeispiele sind lediglich Beispiele, die im Rahmen der Ansprüche auf vielfältige Weise modifiziert und/oder ergänzt werden können. Jedes Merkmal, das für ein bestimmtes Ausführungsbeispiel beschrieben wurde, kann eigenständig oder in Kombination mit anderen Merkmalen in einem beliebigen anderen Ausführungsbeispiel genutzt werden. Jedes Merkmal, das für ein Ausführungsbeispiel einer bestimmten Kategorie beschrieben wurde, kann auch in entsprechender Weise in einem Ausführungsbeispiel einer anderen Kategorie eingesetzt werden.

Bezugszeichenliste

[0072]

Kreislumppe	1
Cloud	2
Betreiben (Normal-Betriebsmodus)	10
Festlegen	12
Festlegen	14
Auslösen	15
Betreiben (Referenz-Betriebsmodus)	20
Überwachen	22
Erfassen	30
Auswerten	40
Vergleichen	42
Vermessen	44
Ab speichern	46
Verarbeiten	48

(fortgesetzt)

Abbrechen	50
Betreiben (Kompensations-Betriebsmodus)	60
Betreiben (Normal-Betriebsmodus)	70

5

Patentansprüche

- 10 1. Verfahren zum Überwachen einer Funktionalität und/oder eines Zustands einer Kreiselpumpe (1), mit den Schritten:
- während eines Betriebens (20) der Kreiselpumpe (1) in einem Referenz-Betriebsmodus, Erfassen (30) wenigstens eines Betriebsparameters der Kreiselpumpe (1),
- 15 Auswerten (40) des wenigstens einen Betriebsparameters zum Erhalten von Informationen über die Funktionalität und/oder den Zustand der Kreiselpumpe (1), und
- Betreiben (10, 70) der Kreiselpumpe (1) in einem Normal-Betriebsmodus zeitlich vor und/oder nach dem Betreiben (20) der Kreiselpumpe (1) in dem Referenz-Betriebsmodus, wobei
- 20 die Kreiselpumpe (1) im Referenz-Betriebsmodus wenigstens für einen vordefinierten Zeitraum mit einer maximalen Drehzahlstufe betrieben wird.
2. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei das Betreiben (20) der Kreiselpumpe (1) in dem Referenz-Betriebsmodus für eine Zeitdauer von wenigstens und/oder höchstens 10, 30, 60 oder 180 Sekunden durchgeführt wird.
- 25 3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Kreiselpumpe (1) im Referenz-Betriebsmodus
- für wenigstens einen weiteren vordefinierten Zeitraum mit wenigstens einer weiteren Drehzahlstufe betrieben wird, und vorzugsweise
- 30 nach und/oder vor dem Betrieb mit der maximalen Drehzahlstufe mit einer niedrigeren Drehzahlstufe betrieben wird.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei
- 35 der vordefinierte Zeitraum 10 ± 5 s beträgt, und vorzugsweise
- die Kreiselpumpe (1) im Referenz-Betriebsmodus und vor dem vordefinierten Zeitraum
- optional für einen ersten weiteren vordefinierten Zeitraum von 10 ± 5 s mit einer Drehzahl entsprechend 10% bis zu 40%, insbesondere 25%, der maximalen Drehzahlstufe als eine erste weitere Drehzahlstufe, und
- 40 optional für einen zweiten weiteren vordefinierten Zeitraum von 10 ± 5 s mit einer Drehzahl entsprechend 30% bis zu 70%, insbesondere 50%, der maximalen Drehzahlstufe als eine zweite weitere Drehzahlstufe, und
- optional für einen dritten weiteren vordefinierten Zeitraum von 10 ± 5 s mit einer Drehzahl entsprechend 50% bis zu 100%, insbesondere 75%, der maximalen Drehzahlstufe als eine dritte weitere Drehzahlstufe,
- 45 und nach dem vordefinierten Zeitraum
- optional für einen vierten weiteren vordefinierten Zeitraum von 5 ± 3 s mit einer Drehzahl entsprechend 10% bis zu 40%, insbesondere 25%, der maximalen Drehzahlstufe als eine vierte weitere Drehzahlstufe betrieben wird.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Auswerten (40) ein insbesondere schwellwertbasiertes Vergleichen (42) des wenigstens einen Betriebsparameters mit wenigstens einer Referenzangabe für den Referenz-Betriebsmodus umfasst und/oder cloudbasiert oder mittels einer der Kreiselpumpe (1) zugeordneten Steuerung durchgeführt wird.
- 50 6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei zum Einsparen von Datenvolumen der wenigstens eine Betriebsparameter in Form eines Datenausschnitts bei einer jeweiligen Drehzahlstufe, insbesondere bei der maximalen Drehzahlstufe, erfasst wird, wobei der Datenausschnitt insbesondere zumindest eine letzte und/oder vorletzte Sekunde in einem vordefinierten Zeitraum umfasst.
- 55

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden zwei Ansprüche, wobei die wenigstens eine Referenzangabe für den Referenz-Betriebsmodus ausgewählt ist aus einer Drehzahl eines Motors, einer Förderhöhe, einer Zwischenkreis-
spannung, einem Motorstrom, einer elektrischen Leistung, einer Betriebsspannung, einem Volumenstrom und/oder
einer Schwingungsfunktion der Kreiselpumpe (1).

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit dem Schritt:
Überwachen (22) eines Einhaltens des Referenz-Betriebsmodus während des Betriebens (20) der Kreiselpumpe (1)
in dem Referenz-Betriebsmodus, insbesondere schwellwertbasiert und/oder durch ein Analysieren eines Frequenz-
spektrums des wenigstens einen Betriebsparameters.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Auswerten (40) ein Vermessen (44) des
wenigstens einen Betriebsparameters, insbesondere hinsichtlich einer Schwingungsamplitude, ein Abspeichern
(46) des wenigstens einen Betriebsparameters in einer Datenbank und/oder eine softwarebasierte Datenverarbei-
tung umfasst.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit dem Schritt:
Festlegen (12) der wenigstens einen Referenzangabe durch eine Analyse des Normal-Betriebsmodus, wobei die
wenigstens eine Referenzangabe festgelegt wird, wenn die Analyse ergibt, dass

zeitliche Änderungen von dem wenigstens einen Betriebsparameter im Normal-Betriebsmodus über eine
zeitliche Dauer innerhalb einer vorgegebenen Spanne liegen, vorzugsweise wobei die Spanne bis zu 10 %
und/oder die Dauer bis zu 10 Sekunden beträgt, und/oder
ein Schwingungsspektrum von dem wenigstens einen Betriebsparameter im Normal-Betriebsmodus zumindest
im Wesentlichen reproduzierbar ist, und/oder
zeitliche Änderungen von dem wenigstens einen Betriebsparameter im Normal-Betriebsmodus zumindest im
Wesentlichen reproduzierbar sind.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit dem Schritt:

Festlegen (14) der wenigstens einen Referenzangabe durch eine Datenverarbeitung und/oder eine Eingabe,
wobei das Festlegen (14) vor, während und/oder nach dem Betreiben (10) in dem Normal-Betriebsmodus erfolgt,
vorzugsweise wobei die Referenzangabe des Referenz-Betriebsmodus derart festgelegt wird, dass die Kreisel-
pumpe (1) unterhalb einer Mindestförderhöhe betrieben wird, nicht fördernd betrieben wird, im Trockenlauf
betrieben wird und/oder mit der maximalen Drehzahlstufe, insbesondere mit einer Drehzahl-Toleranz von $\pm 10\%$,
betrieben wird.

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche und mit dem Schritt:

Auslösen (15), dass die Kreiselpumpe (1) in den Referenz-Betriebsmodus versetzt wird, wobei das Auslösen (15)
zeitgesteuert, ereignisgesteuert und/oder durch ein Auslösesignal erfolgt, insbesondere während des Betrei-
bens (10, 70) der Kreiselpumpe (1) in dem Normal-Betriebsmodus,
vorzugsweise wobei das Auslösesignal von einer von der Kreiselpumpe (1) separaten Einrichtung empfangen
wird, und wobei die Kreiselpumpe (1) der Einrichtung ein Rücksignal über das Vorliegen des Referenz-Be-
triebsmodus übersendet.

13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei mehrere unterschiedliche Referenz-Betriebsmodi
vorgesehen sind, um Informationen zum Zustand der Kreiselpumpe (1) bei verschiedenen Pumpleistungen bereit-
stellen zu können,
insbesondere wobei das Auslösen (15) derart erfolgt, dass der Referenz-Betriebsmodus, in den die Kreiselpumpe (1)
versetzt wird, zu dem vorhergehenden Normal-Betriebsmodus (10, 70) in Bezug auf den wenigstens einen Be-
triebsparameter eine geringste Differenz aufweist.

14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche und mit dem Schritt:

Abbrechen (50) des Betriebens (20) der Kreiselpumpe (1) in dem Referenz-Betriebsmodus, wenn ein Abbruch-
kriterium empfangen wird, wobei, wenn das Abbruchkriterium empfangen wurde,
die Kreiselpumpe (1) ausgeschaltet wird, oder der Schritt: Betreiben (60) der Kreiselpumpe (1) in einem
Kompensations-Betriebsmodus oder der Schritt: Betreiben (70) der Kreiselpumpe (1) in dem Normal-Betriebs-

modus durchgeführt wird,
insbesondere wobei das Abbruchkriterium ein Erreichen eines Abweichungs-Schwellwerts durch den wenigstens einen Betriebsparameter ist.

5 **15.** Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche und mit den Schritten:

Verarbeiten (48) des wenigstens einen Betriebsparameters zum Bereitstellen von Informationen zu einer Abweichung eines von der Kreiselpumpe (1) geförderten Fördervolumens und/oder eines von der Kreiselpumpe (1) erzeugten Drucks, wobei die Abweichung aufgrund von dem Betreiben (20) im Referenz-Betriebsmodus aufgetreten ist,

10 Betreiben (60) der Kreiselpumpe (1) in einem/dem Kompensations-Betriebsmodus zum Kompensieren von der Abweichung, vorzugsweise durch eine vorübergehende Anpassung der Drehzahl eines Motors, einer Förderhöhe, einer Zwischenkreisspannung, einem Motorstrom, einer elektrischen Leistung, einer Betriebsspannung, einem Volumenstrom und/oder durch Betreiben der Kreiselpumpe (1) in dem Kompensations-Betriebsmodus
15 derart, dass die Abweichungen im zeitlichen Mittel ausgeglichen werden.

20

25

30

35

40

45

50

55

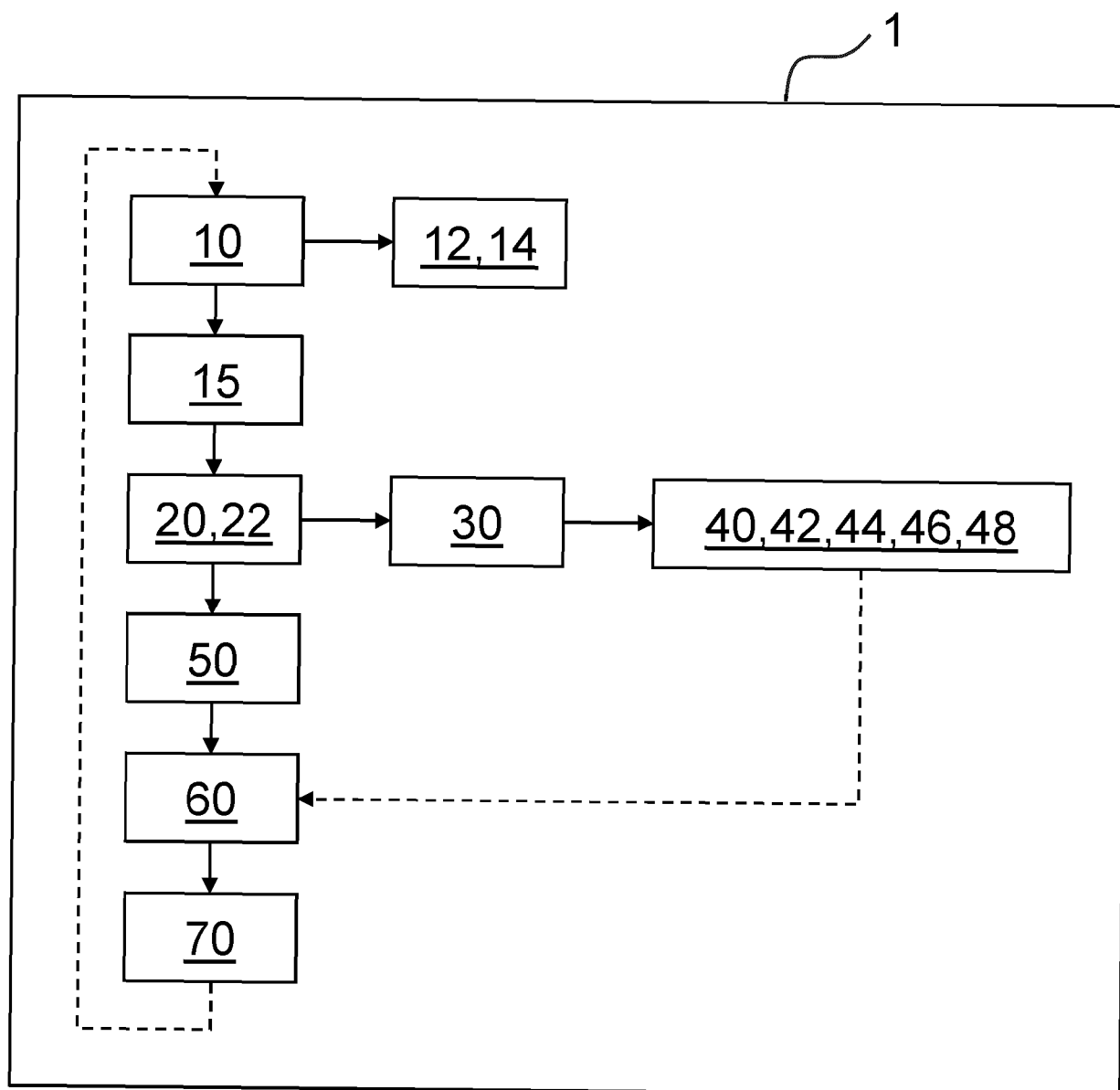


Fig. 1

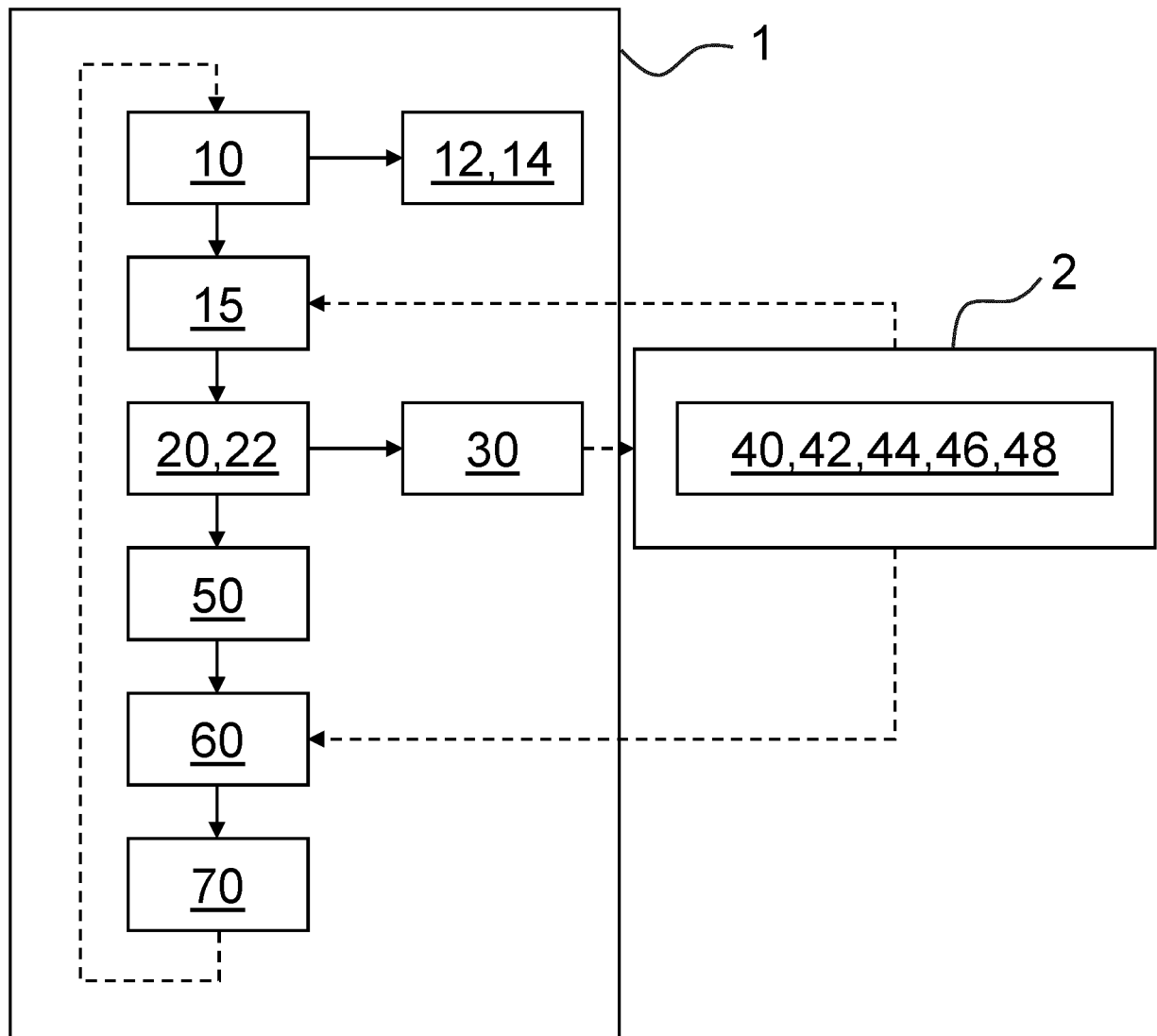


Fig. 2



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 24 17 5643

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (F04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2018/310797 A1 (PERSSON DAVID [SE]) 1. November 2018 (2018-11-01) * Abbildungen 4-6 * * Anspruch 1 *	1, 2, 4-12, 14, 15	INV. F04D15/00
X	WO 2016/016212 A1 (XYLEM IP MAN SÄRL [LU]) 4. Februar 2016 (2016-02-04) * Anspruch 1 * * Abbildung 5 *	1, 2, 4, 5	
X	US 2012/283950 A1 (ANDERSON ROBB G [US] ET AL) 8. November 2012 (2012-11-08) * Abbildung 2 * * Anspruch 16 *	1, 3, 13	
X	US 2021/164476 A1 (WIKSTRÖM JAN [SE]) 3. Juni 2021 (2021-06-03) * Absätze [0045] - [0047] *	1	
X	US 2017/175745 A1 (KAGAWA HIROKI [JP]) 22. Juni 2017 (2017-06-22) * Abbildung 2 * * Ansprüche 1, 2 *	1, 3, 13	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F04D F04B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 11. Oktober 2024	Prüfer Ingelbrecht, Peter
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 24 17 5643

11-10-2024

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.

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2018310797 A1	01-11-2018	BR 112018007322 A2	23-10-2018
		CN 108430296 A	21-08-2018
		EP 3373791 A1	19-09-2018
		PL 3373791 T3	13-12-2021
		US 2018310797 A1	01-11-2018
		WO 2017080588 A1	18-05-2017

WO 2016016212 A1	04-02-2016	DE 102014110911 A1	04-02-2016
		WO 2016016212 A1	04-02-2016

US 2012283950 A1	08-11-2012	CA 2685246 A1	06-11-2008
		EP 2156007 A1	24-02-2010
		HU E046282 T2	28-02-2020
		US 2008067116 A1	20-03-2008
		US 2010150737 A1	17-06-2010
		US 2011106452 A1	05-05-2011
		US 2012195770 A1	02-08-2012
		US 2012283950 A1	08-11-2012
		WO 2008134278 A1	06-11-2008

US 2021164476 A1	03-06-2021	AU 2019254422 A1	03-12-2020
		BR 112020020718 A2	12-01-2021
		CL 2020002587 A1	26-03-2021
		CN 111989494 A	24-11-2020
		EP 3557068 A1	23-10-2019
		ES 2828633 T3	27-05-2021
		PL 3557068 T3	28-12-2020
		US 2021164476 A1	03-06-2021
		WO 2019201803 A1	24-10-2019
		ZA 202007103 B	30-03-2022

US 2017175745 A1	22-06-2017	CN 106949041 A	14-07-2017
		DE 102016124911 A1	22-06-2017
		JP 2017115618 A	29-06-2017
		US 2017175745 A1	22-06-2017

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