



(11)

EP 4 386 150 A1

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
19.06.2024 Patentblatt 2024/25

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
E03F 5/22 (2006.01) **F04D 13/08** (2006.01)
F04D 15/00 (2006.01) **F04D 13/14** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **23213077.3**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F04D 15/0088; E03F 5/22; F04D 13/086;
F04D 13/14; F04D 15/0094; F05D 2260/80;
F05D 2260/821

(22) Anmeldetag: **29.11.2023**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC ME MK MT NL
NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(72) Erfinder:
• **Große-Westhoff, Edgar**
44263 Dortmund (DE)
• **Bentz, Christopher**
44263 Dortmund (DE)
• **Oettmeier, Martin**
44263 Dortmund (DE)

(30) Priorität: **16.12.2022 LU 503203**

(74) Vertreter: **Cohausz Hannig Borkowski Wißgott**
Patentanwaltskanzlei GbR
Schumannstraße 97-99
40237 Düsseldorf (DE)

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

(54) **VERFAHREN ZUR INFORMATIONSGEWINNUNG BEI EINEM ABWASSERPUMPENAGGREGAT UND/ODER EINEM ABWASSERPUMPENSYSTEM**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Informationsgewinnung, insbesondere zur Zustandsüberwachung, bei einem Abwasserpumpenaggregat (2) eines Abwasserpumpensystems (1) und/oder bei einem zumindest ein Abwasserpumpenaggregat (2, 2a) umfassendes Abwasserpumpensystem (1), wobei das Abwasserpumpenaggregat (2, 2a) im Betrieb Abwasser (4) aus einem Behältnis (3) zum Sammeln des Abwassers (4) abpumpt. Dabei wird mit Hilfe eines separaten Sensors (14), eine von außen messbare physikalische Größe des Abwasserpumpenaggregats (2, 2a) und/oder -systems (1) erfasst, aus der erfassten Größe der Einschaltzeitpunkt (t_{on}) und der Ausschaltzeitpunkt (t_{off}) des Abwasserpumpenaggregats (2, 2a) ermittelt, daraus eine Betriebsdauer (T_{on}) oder Betriebspausendauer (T_{off}) berechnet, die dann ausgewertet wird, um wenigstens eine Mehrinformation über das Abwasserpumpenaggregat (2, 2a) und/oder das Abwasserpumpensystem (1) zu erhalten.

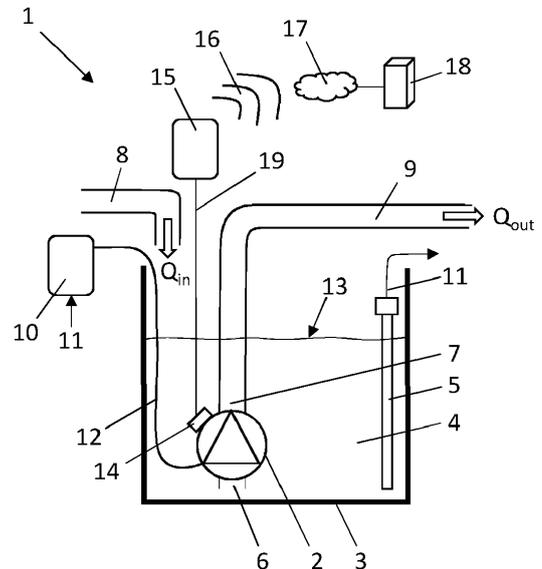


Fig. 1

EP 4 386 150 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Informationsgewinnung, insbesondere zur Zustandsüberwachung, bei einem Abwasserpumpenaggregat eines Abwasserpumpensystems und/oder bei einem zumindest ein Abwasserpumpenaggregat umfassenden Abwasserpumpensystem, wobei das Abwasserpumpenaggregat im Betrieb Abwasser aus einem Behälter zum Sammeln des Abwassers abpumpt.

[0002] Abwasserpumpensysteme sammeln Abwasser, beispielsweise Regenwasser, Oberflächenwasser, Prozesswasser, Grauwasser und/ oder Schwarzwasser in einem Behälter. Das Abwasser wird von wenigstens einem entsprechenden Abwasserpumpenaggregat abgepumpt, sobald es in dem Behälter einen bestimmten Maximalpegelstand erreicht, der durch einen Pegelstandssensor im oder am Behälter, beispielsweise einem Schwimmer, gemessen wird. Derartige Abwasserpumpensysteme werden auch als Hebeanlagen bezeichnet. Ist der Maximalpegelstand erreicht, wird das Abwasserpumpenaggregat eingeschaltet. Es wird wieder ausgeschaltet, wenn ein bestimmter Minimalpegelstand erreicht ist. Abwasserpumpenaggregate werden somit nur bedarfsweise und mit vergleichsweise kurzen Betriebsdauern betrieben, beispielsweise eine halbe bis wenige Minuten. Die Betriebsdauern sind für ein bestimmtes Abwasserpumpensystem nach der Inbetriebnahme stets gleich lang, da das durch den Maximal- und den Minimalpegelstand definierte Abwasservolumen, das abgepumpt werden muss, konstant ist. Das Abwasserpumpenaggregat wird dabei üblicherweise ungeregelt, d.h. mit einer konstanten Drehzahl betrieben.

[0003] Der mit der Zeit zunehmende Verschleiß des Abwasserpumpenaggregats, insbesondere der Lager und/ oder des Laufrads, Ablagerungen am Laufrad oder Pumpengehäuse und/ oder eine Verstopfung der Ansaug- oder Auslassöffnung des Abwasserpumpenaggregats bewirken eine allmähliche oder spontan stark zunehmende Betriebsdauer. Gleichzeitig führen Ablagerungen in dem Behälter zu einer Abnahme der Betriebsdauer, da das effektiv pumpbare Volumen kleiner wird. Die Betriebsdauer ist somit ein Indikator für den Zustand eines Abwasserpumpensystems, respektive dessen Abwasserpumpenaggregats.

[0004] Für eine Zustandsüberwachung von Pumpenaggregaten ist es allgemein bekannt, eine vergleichsweise komplexe Mess- und Auswertetechnik mit einem oder mehreren Sensoren zu verwenden. So wird zur Erkennung einer Verstopfung eines Abwasserpumpenaggregats beispielsweise dessen Betriebspunkt kontinuierlich auf eine gewisse Änderung hin überwacht. Hierzu werden Sensoren z.B. zur Erfassung hydraulischer Größen wie der von der Pumpe erzeugte Differenzdruck und/ oder der gepumpte Volumenstrom, oder Sensoren zur Erfassung elektrischer Größen wie der Stromaufnahme, der Eingangs- und/ oder Ausgangsspannung und/ oder der Leistungsaufnahme verwendet. Alternativ kann eine

Verstopfung anhand von Vibrationen des Abwasserpumpenaggregats erkannt werden, die mittels Beschleunigungssensoren erfasst werden. Zum Teil werden meist mehrere Sensoren benötigt, um eine bestimmte Information, insbesondere über einen bestimmten Zustand, zu erhalten.

[0005] Die Messsignale solcher Sensoren werden im Falle analoger Signale regelmäßig verstärkt, ggf. gefiltert und digitalisiert, anschließend ausgewertet. Auch bei digitalen Signalen erfolgt meist eine Filterung, um das Signal-Rausch-Verhältnis zu verbessern, sowie eine anschließende Auswertung, beispielsweise durch Vergleich mit einem Grenzwert oder durch eine Frequenzanalyse.

[0006] Es versteht sich von selbst, dass für die genannten Zwecke sowohl die notwendigen Sensoren, als auch die notwendige Elektronik für die Verarbeitung und Auswertung der Sensorsignale zur Gewinnung einer gewünschten Information vergleichsweise komplex, teuer und aufwändig in das Abwasserpumpenaggregat oder Abwasserpumpensystem zu installieren oder zu integrieren sind. Fehlt die Funktionalität der Gewinnung der gewünschten Information bei dem Abwasserpumpenaggregat oder dem Abwasserpumpensystem ist eine Nachrüstung entweder gar nicht oder nur mit erheblichem Aufwand und Kosten möglich.

[0007] Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine technisch sehr einfache, kostengünstige und nachrüstbare Möglichkeit der Gewinnung wenigstens einer gewünschten Mehrinformation bei einem Abwasserpumpenaggregat oder einem Abwasserpumpensystem mit wenigstens einem Abwasserpumpenaggregat bereitzustellen.

[0008] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen angegeben und werden nachfolgend erläutert.

[0009] Erfindungsgemäß wird vorgeschlagen, das gattungsgemäße Verfahren dahingehend weiterzubilden, dass

a) mit Hilfe eines separaten Sensors, eine von außen messbare physikalische Größe des Abwasserpumpenaggregats und/oder des Abwasserpumpensystems erfasst wird,

b) aus der erfassten Größe der Einschaltzeitpunkt und der Ausschaltzeitpunkt des Abwasserpumpenaggregats ermittelt wird,

c) aus dem Einschaltzeitpunkt und dem Ausschaltzeitpunkt eine Betriebsdauer oder Betriebspausendauer berechnet wird, wobei der Sensor dazu verwendet wird, den Einschaltzeitpunkt und den Ausschaltzeitpunkt des Abwasserpumpenaggregats zu ermitteln, und

d) die Betriebsdauer oder die Betriebspausendauer ausgewertet wird, um wenigstens eine Mehrinformation über das Abwasserpumpenaggregat und/oder das Abwasserpumpensystem zu erhalten.

[0010] Als Einschaltzeitpunkt des Abwasserpumpenaggregats ist, in Abhängigkeit der Art des verwendeten Sensors bzw. der Art der gemessenen physikalischen Größe, jener Zeitpunkt zu verstehen, ab dem es zu pumpen beginnt oder ab dem der Antriebsmotor des Abwasserpumpenaggregats bestromt wird, oder ab dem ein elektromagnetisches Feld im Antriebsmotor besteht oder dreht, oder ab dem der Rotor respektive das Pumpenlaufrad zu drehen beginnt, oder Vibrationen auftreten. In entsprechender Weise ist als Ausschaltzeitpunkt des Abwasserpumpenaggregats jener Zeitpunkt zu verstehen, ab dem es zu pumpen aufhört oder ab dem der Antriebsmotor des Abwasserpumpenaggregats nicht mehr bestromt wird, oder ab dem ein elektromagnetisches Feld im Elektromotor nicht mehr dreht, oder ab dem der Rotor respektive das Pumpenlaufrad aufgehört hat zu drehen, oder Vibrationen enden.

[0011] Je nach verwendetem Sensor können sich die genannten Zeitpunkte wenige Millisekunden bis Sekunden unterscheiden. So gibt die Bestromung des Elektromotors den frühesten Zeitpunkt an, der als Einschaltzeitpunkt betrachtet werden kann. Die Bestromung führt augenblicklich zu einem elektromagnetischen Feld im Antriebsmotor, so dass der Aufbau oder die plötzliche Existenz eines solchen elektromagnetischen Feldes ebenfalls als Einschaltzeitpunkt betrachtet werden kann. Der Rotor beginnt, nach Überwindung der Massenträgheit, wenige hundert Millisekunden später infolge des an ihm durch das Feld wirkenden Drehmoments zu drehen, so dass alternativ auch der Drehbeginn als Einschaltzeitpunkt betrachtet werden kann. Der Rotor läuft dann allmählich hoch, bis die Betriebsdrehzahl erreicht ist. Dies kann einige Sekunden dauern. Infolge der Drehung des Rotors und des Laufrades erzeugt das Abwasserpumpenaggregats Vibrationen, die an seinem Gehäuse (Pumpen- und/ oder Motorgehäuse) erfasst werden können und ab einer bestimmten Drehzahl merklich sind. Als Einschaltzeitpunkt kann somit auch der Zeitpunkt betrachtet werden, ab dem Vibrationen messbar auftreten oder einen Grenzwert überschreiten. Ab einer anderen bestimmten Drehzahl, fördert das Abwasserpumpenaggregat, so dass gemäß einer weiteren Alternative als Einschaltzeitpunkt, derjenige Zeitpunkt betrachtet werden kann, ab dem der Volumenstrom größer null oder größer einem Grenzwert ist.

[0012] Entsprechend dieser Einschaltzeitpunkte können sich auch die Ausschaltzeitpunkte um wenige Millisekunden bis Sekunden unterscheiden. So stellt das Abschalten der Bestromung des Antriebsmotors den frühesten Zeitpunkt dar, der als Abschaltzeitpunkt betrachtet werden kann. Das Abschalten der Bestromung führt augenblicklich zum Abbau des elektromagnetischen Felds im Antriebsmotor, was als Ausschaltzeitpunkt betrachtet werden kann. Allerdings besteht im Falle eines permanentmagnetischen Rotors, und infolge der Remanenz auch im Falle eines Induktionsmotors, weiterhin ein magnetisches Feld, das aufgrund der fortgesetzten Drehung des Rotors ebenfalls weiter rotiert, so dass alter-

nativ als Ausschaltzeitpunkt jener Zeitpunkt betrachtet werden kann, ab dem das Feld nicht mehr dreht. Dies ist erst beim Stillstand des Rotors der Fall, auf den dieser aufgrund der mechanischen und hydraulischen Reibung abgebremst wird, was mehrere Sekunden dauern kann. Durch die stetig abnehmende Drehzahl werden außerdem die Vibrationen und der Volumenstrom geringer. Als Ausschaltzeitpunkt kann somit gemäß einer weiteren Alternative auch der Zeitpunkt betrachtet werden, ab dem Vibrationen nicht mehr messbar sind oder unterhalb einem Grenzwert liegen, oder ab dem der Volumenstrom nicht mehr messbar ist oder unter einem bestimmten Grenzwert liegt, also das Abwasserpumpenaggregat nicht mehr fördert.

[0013] Obgleich die genannten Einschaltzeitpunkte und die genannten Ausschaltzeitpunkte jeweils bezogen auf einen absoluten Referenzzeitpunkt verschieden sein können, kommt es im Rahmen der Erfindung auf den genauen Einschaltzeitpunkt und den genauen Ausschaltzeitpunkt nicht an, da sie zur Bestimmung der Betriebsdauer oder Betriebspausendauer zueinander in Bezug gesetzt werden. Wichtig ist allein, dass sich die Art der Messung des Einschaltzeitpunkts und des Ausschaltzeitpunkts auf nicht ändert.

[0014] Die Betriebsdauer ist die Differenz zwischen dem Ausschaltzeitpunkt und dem vorherigen Einschaltzeitpunkt. Entsprechend ist die Betriebspausendauer die Differenz zwischen dem Einschaltzeitpunkt und dem vorherigen Ausschaltzeitpunkt.

[0015] Als Abwasserpumpenaggregat ist ein solches Pumpenaggregat zu verstehen, das bestimmungsgemäß zum Abpumpen von Abwasser wie Regenwasser, Oberflächenwasser, Prozesswasser, Grauwasser und/ oder Schwarzwasser aus einem Behältnis vorgesehen ist, der zum Sammeln des Abwassers dient. Das Abwasser kann mit Stückgut behaftet sein.

[0016] Ein Pumpenaggregat umfasst eine Pumpeneinheit, einen Elektromotor, der diese Pumpeneinheit direkt oder über eine Kupplung und/ oder ein Getriebe antreibt, und eine Antriebselektronik, die den Elektromotor bestromt, insbesondere steuert und/ oder regelt. Die Pumpeneinheit, der Elektromotor und die Antriebselektronik können baulich eine Einheit bilden oder räumlich getrennt voneinander aufgestellt sein.

[0017] Die Pumpeneinheit ist bevorzugt in der Art einer Kreiselpumpe ausgebildet. Der Elektromotor kann ein Drehstrommotor, vorzugsweise ein elektronisch kommutierter Synchronmotor sein. Geeigneterweise sind die Motorwelle und die Pumpenwelle einteilig, so dass das dem Elektromotor gegenüberliegende freie Ende der Motorwelle das Pumpenlaufrad trägt. Die Antriebselektronik kann einen Frequenzumrichter umfassen.

[0018] Es kann vorgesehen sein, dass in Schritt d) die Betriebsdauer, oder eine daraus bestimmte Betriebsgröße, mit einer Referenzbetriebsdauer oder einer Referenzgröße verglichen wird, wobei aus dem Ergebnis des Vergleichs auf den Zustand, insbesondere einen Fehlerzustand des Abwasserpumpenaggregats und/oder

des Abwasserpumpensystems geschlossen wird. Somit ist die Mehrinformation eine Information über den Zustand des Abwasserpumpenaggregats und/oder des Abwasserpumpensystems. Die berechnete Betriebsdauer ist die aktuelle Betriebsdauer des Abwasserpumpenaggregats.

[0019] Gemäß einer Ausführungsvariante kann die Referenzbetriebsdauer eine frühere Betriebsdauer des Abwasserpumpenaggregats sein. Diese frühere Betriebsdauer kann beispielsweise bei der ersten Inbetriebnahme des Abwasserpumpenaggregats bzw. des Abwasserpumpensystems ermittelt werden. Alternativ kann als Referenzbetriebsdauer eine Standardbetriebsdauer verwendet werden. Die Standardbetriebsdauer kann jene Betriebsdauer sein, die im fehlerfreien Normalbetrieb eines baugleichen anderen Abwasserpumpenaggregats bei einer bestimmten Betriebsdrehzahl, beispielsweise Nenndrehzahl, benötigt wird, um das Behältnis von einem Maximalpegelstand bis zu einem Minimalpegelstand zu leeren. Diese Standardbetriebsdauer kann werksseitig beim Hersteller ermittelt worden sein und stellvertretend für alle zum Abwasserpumpenaggregat baugleichen Pumpenaggregate gelten.

[0020] Durch den Vergleich der tatsächlich benötigten Betriebsdauer mit der Referenzbetriebsdauer kann festgestellt werden, ob und inwieweit sich der Betriebszustand des Abwasserpumpenaggregats und/ oder Abwasserpumpensystems verschlechtert bzw. verschlechtert hat. Beispielsweise kann auf einen fehlerhaften Zustand in Gestalt einer Verstopfung, eines Lager- oder Laufradschaden des Abwasserpumpenaggregats oder auf eine Verstopfung einer daran angeschlossenen Druckleitung geschlossen werden, wenn die berechnete Betriebsdauer größer als oder um einen Grenzwert größer als die Referenzbetriebsdauer ist. Alternativ oder kumulativ kann auf einen fehlerhaften Zustand in Gestalt einer Ablagerung, insbesondere einer Sedimentansammlung in dem Behältnis geschlossen werden, wenn die berechnete Betriebsdauer kleiner als oder um einen Grenzwert kleiner als die Referenzbetriebsdauer ist.

[0021] Alternativ zu dem Vergleich der berechneten Betriebsdauer mit der Referenzbetriebsdauer, kann aus der Betriebsdauer zunächst eine Betriebsgröße berechnet und dann diese mit dem Wert einer Referenzgröße verglichen werden, um die Mehrinformation zu erhalten.

[0022] Beispielsweise kann die Betriebsgröße ein theoretisches, vom Pumpenaggregat gepumptes Abwasservolumen sein, welches man durch Multiplikation der ermittelten Betriebsdauer mit einer erwarteten Pumpleistung in Volumen pro Zeiteinheit erhält, z.B. in l/min oder m³/min. Die erwartete Pumpleistung kann jene nominale Leistung sein, die ein zum Abwasserpumpenaggregat baugleiches Abwasserpumpenaggregat im fehlerfreien Normalbetrieb bei einer bestimmten Betriebsdrehzahl, beispielsweise Nenndrehzahl, besitzt und die werksseitig beim Hersteller ermittelt werden kann. Die Referenzgröße ist dann ebenfalls ein Volumen, insbesondere jenes Behälterteilvolumen, das sich durch die Multiplikati-

on der Differenz aus Maximalpegelstand und Minimalpegelstand mit der Grundfläche des Behältnisses ergibt. In dieser Ausführungsvariante werden somit anstelle von Betriebsdauern zwei Volumina miteinander verglichen.

[0023] Verlängert sich die Betriebsdauer, so würde sich auch der Wert der berechneten Betriebsgröße, im vorliegenden Fall das gepumpte Volumen erhöhen. Da das gepumpte Volumen aber nicht größer sein kann, als das von der Referenzgröße angegebene Behälterteilvolumen, ergibt sich aus dem Vergleich der berechneten Betriebsgröße mit der Referenzgröße als Mehrinformationen, dass sich der Zustand des Pumpenaggregats verschlechtert bzw. verschlechtert hat, wenn die berechnete Betriebsgröße größer als die Referenzgröße ist oder wird. Beispielsweise kann auf einen fehlerhaften Zustand in Gestalt einer Verstopfung, eines Lager- oder Laufradschaden des Abwasserpumpenaggregats oder auf eine Verstopfung einer daran angeschlossenen Druckleitung geschlossen werden, wenn die berechnete Betriebsgröße größer als oder um einen Grenzwert größer als die Referenzgröße ist. Alternativ oder kumulativ kann auf einen fehlerhaften Zustand in Gestalt einer Ablagerung, insbesondere einer Sedimentansammlung in dem Behältnis geschlossen werden, wenn die berechnete Betriebsgröße kleiner als oder um einen Grenzwert kleiner als die Referenzgröße ist.

[0024] In einer Ausführungsvariante wird die Betriebsdauer oder Betriebspausendauer gemäß der Schritte a) bis c) bei jedem Betrieb des Abwasserpumpenaggregats wiederholt berechnet. Aus den berechneten Betriebsdauern oder Betriebspausendauern wird dann ein Trend ermittelt, der die Betriebsgröße bildet. Die Betriebsgröße gibt in dieser Ausführungsvariante somit an, ob, in welche Richtung und wie stark sich die Betriebsdauer oder Betriebspausendauer mit der Zeit ändert. Die Referenzgröße kann einen Grenzwert für den Trend bilden. Auf einen fehlerhaften Zustand in Gestalt einer Verstopfung des Abwasserpumpenaggregats, eines Lager- oder Laufradschaden des Abwasserpumpenaggregats oder einer Verstopfung einer daran angeschlossenen Druckleitung kann geschlossen werden, wenn der Trend der Betriebsdauer positiv ist und betraglich den Grenzwert überschreitet. Alternativ oder kumulativ kann auf einen fehlerhaften Zustand in Gestalt einer Ablagerung, insbesondere einer Sedimentansammlung in dem Behältnis geschlossen werden, wenn der Trend der Betriebsdauer negativ ist und betraglich den Grenzwert unterschreitet.

[0025] Es kann vorgesehen sein, dass das Abwasserpumpensystem wenigstens ein zweites Abwasserpumpenaggregat umfasst. Die Pumpaufgabe ist typischerweise bei den beiden Abwasserpumpenaggregaten dieselbe, nämlich ein bestimmtes Volumen zu pumpen, üblicherweise ausgelöst von einem Pegelsensor.

[0026] Vorzugsweise werden die Schritte a) bis c) auch bei dem zweiten Abwasserpumpenaggregat durchgeführt, um dessen Betriebsdauer zu berechnen und zur Gewinnung einer Mehrinformation auszuwerten. Wie bei dem ersten Abwasserpumpenaggregat, kann auch die

berechnete Betriebsdauer des zweiten Abwasserpumpenaggregats mit der oder einer entsprechenden Referenzbetriebsdauer verglichen werden, um aus dem Ergebnis des Vergleichs auf den Zustand, insbesondere einen Fehlerzustand des zweiten Abwasserpumpenaggregats und/oder des Abwasserpumpensystems zu schließen. Die Referenzbetriebsdauer kann auch in diesem Fall eine frühere Betriebsdauer sein, genauer gesagt eine frühere Betriebsdauer des zweiten Abwasserpumpenaggregats. Insbesondere kann diese frühere Betriebsdauer jene sein, die bei der ersten Inbetriebnahme des zweiten Abwasserpumpenaggregats vorlag bzw. ermittelt worden ist. Ferner kann alternativ auch hier als Referenzbetriebsdauer die Standardbetriebsdauer verwendet werden.

[0027] Ebenso kann in einer anderen Ausführungsvariante, wie beim ersten Abwasserpumpenaggregat, aus der Betriebsdauer des zweiten Abwasserpumpenaggregats zunächst eine Betriebsgröße ermittelt und diese mit der Referenzgröße verglichen werden, um aus dem Ergebnis dieses Vergleichs auf den Zustand, insbesondere einen Fehlerzustand des zweiten Abwasserpumpenaggregats und/oder des Abwasserpumpensystems zu schließen. Die Betriebsgröße kann auch in diesem Fall beispielsweise ein Volumen sein, wie dies bezogen auf das erste Abwasserpumpenaggregat zuvor beschrieben wurde. Entsprechend ist auch die Referenzgröße ein Volumen. Auch diesbezüglich wird auf die Ausführungen zum ersten Abwasserpumpenaggregat verwiesen.

[0028] Gemäß einer anderen Ausführungsvariante, in der das erste und das zweite Abwasserpumpenaggregat baugleich sind, können die Betriebsdauern des ersten und zweiten Abwasserpumpenaggregats, oder die daraus jeweils berechneten Betriebsgrößen, miteinander verglichen werden. Dies ermöglicht es, den Zustand des einen Abwasserpumpenaggregats qualitativ in Bezug zum anderen Pumpenaggregat zu bewerten, insbesondere einen fehlerhaften Zustand zu erkennen.

[0029] Wird als Betriebsgröße das gepumpte Volumen verwendet, ist es nicht einmal notwendig, dass die Abwasserpumpenaggregate baugleich sind. Denn das Volumen kann durch Multiplikation der jeweiligen Betriebsdauer mit einer pumpenspezifischen Pumpleistung in Volumen pro Zeiteinheit berechnet werden. In diesem Fall sind dann die aus den Betriebsdauern jeweils ermittelten Betriebsgrößen miteinander zu vergleichen.

[0030] Die Referenzbetriebsdauer, die bei dem Vergleich mit der Betriebsdauer des ersten Abwasserpumpenaggregats verwendet wird, kann in diesem Fall die berechnete Betriebsdauer des zweiten Abwasserpumpenaggregats sein. Umgekehrt kann die Referenzbetriebsdauer, die bei dem Vergleich mit der Betriebsdauer des zweiten Abwasserpumpenaggregats verwendet wird, in diesem Fall die berechnete Betriebsdauer des ersten Abwasserpumpenaggregats sein. Entsprechend kann die Referenzgröße, die bei dem Vergleich mit der aus der Betriebsdauer des ersten Abwasserpumpenaggregats berechneten Betriebsgröße verwendet wird, in

diesem Fall die aus der Betriebsdauer des zweiten Abwasserpumpenaggregats bestimmte Betriebsgröße sein. Analog kann die Referenzgröße, die bei dem Vergleich mit der aus der Betriebsdauer des zweiten Abwasserpumpenaggregats berechneten Betriebsgröße verwendet wird, in diesem Fall die aus der Betriebsdauer des ersten Abwasserpumpenaggregats bestimmte Betriebsgröße sein. Selbstverständlich müssen in diesem Fall die Betriebsgrößen auf dieselbe Weise bestimmt werden.

[0031] Das zweite Abwasserpumpenaggregat kann in einem zweiten Behältnis angeordnet sein oder damit verbunden sein, um Abwasser aus dem zweiten Behältnis zu pumpen, wobei das erste Abwasserpumpenaggregat im Betrieb über eine Abwasserleitung Abwasser in das zweite Behältnis pumpt. Es ist also sowohl möglich, dass das erste und/ oder zweite Abwasserpumpenaggregat jeweils eine Tauchpumpe innerhalb des jeweiligen Behältnisses ist, oder eine trocken aufgestellte Pumpe außerhalb des jeweiligen Behältnisses. Zudem kann eine der beiden Pumpen im entsprechenden Behältnis und die andere Pumpe außerhalb des entsprechenden Behältnisses angeordnet sein. Die Abwasserleitung ist in diesen Fällen mit der Druckleitung des ersten Abwasserpumpenaggregats verbunden und bildet die Zulaufleitung zum zweiten Behältnis. Mit anderen Worten sind die beiden Abwasserpumpenaggregate hydraulisch hintereinander, oder anders ausgedrückt seriell angeordnet. Das erste und zweite Behältnis, die Abwasserleitung und die beiden Abwasserpumpenaggregate sind dabei Teil des Abwasserpumpensystems.

[0032] In derartigen Abwasserpumpensystemen sind Leckagen ein großes Problem. Es können Maßnahmen vorgesehen werden, um mögliche Lecks zu erkennen. In der Regel werden hierfür Durchflusssensoren eingesetzt, die hohe Kosten und einen hohen Wartungsaufwand verursachen. Um diesen Nachteil zu überwinden, kann vorgesehen sein, dass die Summe der in einem bestimmten Betrachtungszeitraum vorliegenden Betriebsdauern des ersten Abwasserpumpenaggregats gebildet und als Betriebsgröße verwendet wird und die Summe der in dem Betrachtungszeitraum vorliegenden Betriebsdauern des zweiten Abwasserpumpenaggregats gebildet und als Referenzgröße verwendet wird, und dass auf einen Fehler des Abwasserpumpensystems in Gestalt einer Leckage in der Abwasserleitung geschlossen werden, wenn die Betriebsgröße größer als oder um einen Grenzwert größer als die Referenzgröße ist.

[0033] Der Kerngedanke der genannten Maßnahme besteht darin, dass bei Pumpen, die in einer seriellen Konfiguration laufen, zu erwarten ist, dass jede Pumpe die gleiche Menge an Volumen fördert, zumindest im Mittel über einen betrachteten Zeitraum hinweg. Anstatt den genauen Durchfluss zu messen, wird im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens eine mögliche Leckage durch den Vergleich der Summen der Betriebsdauern der in Reihe geschalteten Pumpen über einen Betrachtungszeitraum hinweg festgestellt. Ist die Summe der Be-

triebsdauern des ersten Abwasserpumpenaggregats in dem Aktivitätszeitraum größer als die Summe der Betriebsdauern des zweiten Abwasserpumpenaggregats kann auf eine Leckage geschlossen werden. Somit kann in einer Ausführungsvariante die jeweilige Betriebsgröße des ersten und zweiten Abwasserpumpenaggregats die Summe der Betriebsdauern der in einem gemeinsamen Aktivitätszeitraum durchgeführten Betriebe des jeweiligen Abwasserpumpenaggregats sein. Somit kann auf einfache Weise, allein aufgrund der Verwendung von EIN/AUS-Informationen der einzelnen Pumpen, erkannt werden, ob ein fehlerhafter Zustand des Abwasserpumpensystems vorliegt, genauer gesagt ob die Abwasserleitung beschädigt ist und Abwasser unkontrolliert und ungewollt in die Umwelt abfließt.

[0034] Es gibt Abwassersysteme, in denen Oberflächenwasser, wie Regenwasser, einerseits und Grau- und/ oder Schwarzwasser andererseits, separat voneinander transportiert werden, um bei Regen die Menge aufzubereitenden Wassers für die Kläranlage oder Abwassertreinigungsanlage auf das Grau- und/ oder Schwarzwasser zu begrenzen. Immer wieder gibt es jedoch Fälle, in denen private Entwässerungsleitungen, die auch Regenwasser führen, verbotenerweise in den Grau- oder Schwarzwasser führenden Teil eines öffentlichen, das beschriebene Trennungskonzept verwendenden Abwassersystems münden. Um einen solchen unzulässigen Zulauf von Regenwasser zu erkennen, kann ebenfalls ein Vergleich der Betriebsdauern oder Betriebsgrößen des ersten und zweiten Abwasserpumpenaggregats miteinander oder jeweils mit der Referenzbetriebsdauer bzw. Referenzgröße erfolgen und ausgewertet werden.

[0035] Es kann deshalb erfindungsgemäß vorgesehen sein, dass die Summe der in einem bestimmten Betrachtungszeitraum vorliegenden Betriebsdauern des ersten Abwasserpumpenaggregats gebildet und als Betriebsgröße verwendet wird und die Summe der in dem Betrachtungszeitraum vorliegenden Betriebsdauern des zweiten Abwasserpumpenaggregats gebildet und als Referenzgröße verwendet wird, und dass auf einen Fehler des Abwasserpumpensystems in Gestalt eines unzulässigen Zulaufs in die Abwasserleitung geschlossen wird, wenn die Betriebsgröße kleiner als oder um einen Grenzwert kleiner als die Referenzbetriebsdauer oder die Referenzgröße ist.

[0036] Gemäß einer Weiterbildung kann bei einer seriellen Konfiguration zweier Abwasserpumpenaggregate vorgesehen sein, dass nach der Annahme eines unzulässigen Zulaufs in die Abwasserleitung eine Datenbank mit Wetterdaten über den Aufstellungsort oder Installationsort des Abwasserpumpensystems abgefragt und ermittelt wird, ob eine Korrelation der Betriebsdauer oder Betriebsgröße mit am Ort des Abwasserpumpensystems erfolgtem Niederschlag besteht. Somit kann festgestellt werden, ob Regenwasser in das System gelangt.

[0037] Die beschriebene Zulauferkennung und die Leckageerkennung bei hydraulisch hintereinander angeordneten Abwasserpumpenaggregaten kann alternativ

oder kumulativ verwendet werden.

[0038] Das zweite Abwasserpumpenaggregat kann in einer Ausführungsvariante des erfindungsgemäßen Verfahrens gemeinsam mit dem ersten Abwasserpumpenaggregat in dem Behältnis angeordnet oder damit verbunden sein. Somit können die beiden Pumpen auch in dieser Ausführungsvariante entweder Tauchpumpen für die Anordnung im Behältnis oder trocken aufgestellte Pumpen außerhalb des Behältnisses sein. Zudem kann eine der beiden Pumpen im Behältnis und die andere Pumpe außerhalb des Behältnisses angeordnet sein. Dies dient der Redundanz, so dass im Falle eines Defekts des einen Abwasserpumpenaggregats das andere Abwasserpumpenaggregat eingesetzt werden kann. Praktischerweise werden die beiden Abwasserpumpenaggregate nicht gleichzeitig, sondern abwechselnd betrieben, um einen gleichmäßigen Verschleiß der Abwasserpumpenaggregate zu erreichen. Mit anderen Worten sind die beiden Abwasserpumpenaggregate in dieser Ausführungsvariante hydraulisch parallel angeordnet.

[0039] Für eine solche Anordnung kann bei dem erfindungsgemäßen Verfahren vorgesehen sein, dass auf einen fehlerhaften Zustand in Gestalt einer Verstopfung des ersten Abwasserpumpenaggregats, eines Lager- oder Laufradschadens des ersten Abwasserpumpenaggregats oder einer Verstopfung einer daran angeschlossenen Abwasserleitung geschlossen wird, wenn die Betriebsdauer des ersten Abwasserpumpenaggregats oder die davon abgeleitete Betriebsgröße größer als oder um einen Grenzwert größer als die Referenzbetriebsdauer oder die Referenzgröße ist. Die Referenzbetriebsdauer ist in diesem Fall die Betriebsdauer des zweiten Abwasserpumpenaggregats. Alternativ ist die Referenzgröße von der Betriebsdauer des zweiten Abwasserpumpenaggregats abgeleitet. Selbstverständlich könnte in äquivalenter Weise auch der umgekehrte Fall geprüft werden, nämlich ob die Betriebsdauer des zweiten Abwasserpumpenaggregats oder die davon abgeleitete Betriebsgröße kleiner als oder um einen Grenzwert kleiner als die Referenzbetriebsdauer oder die Referenzgröße ist, wobei die Referenzbetriebsdauer in diesem Fall die Betriebsdauer des ersten Abwasserpumpenaggregats ist und/ oder die Referenzgröße davon abgeleitet ist.

[0040] In einer Ausführungsvariante kann die Mehrinformation das vom Abwasserpumpenaggregat gepumpte Abwasservolumen sein, das in Schritt d) aus der Betriebsdauer bestimmt wird. Wie bereits zuvor genannt, kann das gepumpte Abwasservolumen durch die Multiplikation der Betriebsdauer mit einer Pumpleistung (Volumen pro Zeiteinheit) berechnet werden, die im Normalbetrieb (Nennbetrieb) des Abwasserpumpenaggregats nach seinem Einschalten vorliegt.

[0041] Alternativ zur Betriebsdauer kann in Schritt c) die Betriebspausendauer berechnet und in Schritt d) ausgewertet werden, um die wenigstens eine Mehrinformation über das Abwasserpumpensystem zu erhalten. Die Mehrinformation kann in einer solchen Ausführungsvariante beispielsweise eine solche Information sein, ob ein

unzulässiger Zulauf in das Abwasserpumpensystem vorliegt. Wie zuvor bereits angesprochen, liegt ein solcher, unzulässiger Zulauf beispielsweise vor, wenn Regenwasser in das Abwasserpumpensystem eindringt, das bestimmungsgemäß kein Regenwasser führt. Werden die Schritte a) bis c) wiederholt und die jeweils berechnete Betriebspausendauer in Schritt d) mit einer Referenzpausendauer verglichen oder eine aus der oder den Betriebspausendauer(n) bestimmte Betriebspausengröße mit einer Referenzpausengröße verglichen, kann auf einen fehlerhaften Zustand in Gestalt eines abnormalen Zulaufs von Wasser in das Abwasserpumpensystem geschlossen werden, wenn die Betriebspausendauer wiederholt kleiner als oder um einen Grenzwert kleiner als die Referenzpausendauer ist.

[0042] In gleicher Weise kann mit dem zuvor genannten Vergleich bei einem Regenwasser transportierenden Abwasserpumpensystem erkannt werden, ob dieses unzureichend klein dimensioniert ist. Liegt die Betriebspausendauer bei einem Regenereignis wiederholt unter der Referenzpausendauer, und sind in Zukunft stärkere Regenereignisse zu erwarten, kann ein Alarm ausgelöst werden und der Betreiber über die unzureichende Dimensionierung benachrichtigt werden. Es ist deshalb auch in dieser Hinsicht vorteilhaft, Wetterdaten abzufragen, in Korrelation mit dem durch den erfindungsgemäßen Vergleich erkannten abnormalen Verhalten zu setzen, und daraus weitere Erkenntnisse zu gewinnen, insbesondere Alarm- oder Hinweismeldungen an den Betreiber des Abwasserpumpensystems zu senden.

[0043] Es ist außerdem möglich, eine maximale Zulaufmenge zu berücksichtigen und die Betriebspausendauer im Hinblick auf diese maximale Zulaufmenge festzulegen. Beträgt der maximale Zulauf beispielsweise 50 L/min und fasst das Schaltvolumen im Behälter (Volumen zwischen Minimal- und Maximalpegel in dem Behälter) 500 Liter, so dauert es 10 Minuten, bis das Behälter vollgelaufen ist und das Abwasserpumpenaggregat eingeschaltet wird. Pumpt dieses dann das Abwasser mit einem Fördervolumen von 200 l/min, dauert es bei anhaltendem maximalen Zulauf ca. 3 Minuten und 20 Sekunden bis der Minimalpegel erreicht und das Abwasserpumpenaggregat abgeschaltet wird. Entsprechend gibt es eine Betriebspause zwischen der Abschaltung und der erneuten Einschaltung bei Erreichen des Maximalpegels von 6 Minuten und 40 Sekunden. Diese Betriebspause kann als Referenzpausendauer verwendet werden. Ergibt der Vergleich der ermittelten Betriebspausendauer mit der zu erwartenden Referenzpausendauer, dass die Betriebspausendauer kleiner ist, deutet dies auch auf einen Fehler im System hin, z.B. dem Eindringen von Regenwasser. Dies ist dann ebenfalls eine gewonnene Mehrinformation.

[0044] Die Referenzpausendauer kann in einer Ausführungsvariante aus komplett externen Größen wie z. B. Wetterdaten berechnet werden und gegebenenfalls auch dynamisch angepasst werden.

[0045] In einer Ausführungsvariante kann die Mehrin-

formation das vom Abwasserpumpenaggregat geförderte Volumen oder der Zulauf in das Behälter sein. Hierzu kann vorgesehen sein, dass aus dem Einschaltzeitpunkt und dem darauffolgenden Ausschaltzeitpunkt die Betriebsdauer und außerdem aus der erfassten Größe nach einer sich an den Ausschaltzeitpunkt anschließenden Betriebspause der Wiedereinschaltzeitpunkt des Abwasserpumpenaggregats ermittelt wird, und dass aus dem letzten Ausschaltzeitpunkt und dem darauffolgenden Wiedereinschaltzeitpunkt die Betriebspausendauer berechnet wird. Somit liegt sowohl eine Betriebsdauer als auch eine Betriebspausendauer vor. In Schritt d) kann dann aus der Betriebsdauer und der Betriebspausendauer näherungsweise der Volumenstrom des Abwasserpumpenaggregats, d.h. der Ablauf aus dem Behälter, und/ oder der Zulauf in das Behälter bestimmt werden.

[0046] Der Volumenstrom des Abwasserpumpenaggregats kann zum Beispiel gemäß der Gleichung:

$$Q_{out} = \frac{T_{on} + T_{off}}{T_{on} \cdot T_{off}} \cdot A(h_{off} - h_{on})$$

bestimmt werden.

[0047] Ferner kann der Zulauf in das Behälter gemäß der Gleichung:

$$Q_{in} = \frac{T_{on}}{T_{on} \cdot T_{off}} \cdot A(h_{off} - h_{on})$$

bestimmt werden.

[0048] In den Gleichungen sind Q_{out} der Volumenstrom des Abwasserpumpenaggregats, T_{on} die Betriebsdauer, T_{off} die Betriebspausendauer, A der Querschnitt eines zylindrischen Behältnisses, h_{on} ein Einschaltpegel im Behälter, bei dem das Abwasserpumpenaggregat einschaltet, und h_{off} ein Ausschaltpegel im Behälter, bei dem das Abwasserpumpenaggregat ausschaltet. Der Einschaltpegel kann dem oben genannten Maximalpegelstand entsprechen. Ferner kann der Ausschaltpegel dem oben genannten Minimalpegelstand entsprechen.

[0049] Geeigneterweise steht der Sensor mit einer Auswerteeinheit in Verbindung, welches das Sensorsignal auswertet und die Betriebsdauer und/ oder Betriebspausendauer berechnet. So kann der Sensor sein Sensorsignal an die Auswerteeinheit übertragen, welches dann die genannte Auswertung vornimmt. In einer Ausführungsvariante kann die Auswerteeinheit auch die Auswertung der Betriebsdauer und/ oder Betriebspausendauer durchführen und somit die Mehrinformation gemäß Schritt d) gewinnen. Bevorzugt wird Schritt d) jedoch außerhalb der Auswerteeinheit ausgeführt, beispielsweise auf einem entfernten, insbesondere mit dem Internet verbundenen Server. Zu diesem kann die Auswerteeinheit die Betriebsdauer und/ oder Betriebspausendauer

zum Zwecke der Auswertung übertragen, insbesondere über das Internet.

[0050] Der Sensor kann aber auch in das Auswertegerät integriert sein. Ferner kann der Zeitpunkt der Übertragung der Betriebsdauer und/ oder Betriebspausendauer an den Server abhängig vom aktuellen Betriebszustand getriggert werden, z.B. wenn das Abwasserpumpenaggregat ausschaltet bzw. ausgeschaltet ist. Dies ist sinnvoll, wenn der Sensor, respektive das Auswertegerät, unter Wasser angebracht ist, weil es dann einer mechanisch und hydraulisch ruhigeren Umgebung ausgesetzt ist. Dies ist aber auch sinnvoll, wenn der Sensor, respektive das Auswertegerät, nicht unter Wasser angebracht ist, weil die Datenübertragung bei ausgeschaltetem Motor nicht durch Interferenzen der Leistungselektronik beeinträchtigt ist.

[0051] Vorteilhaft ist es, wenn eine Servicemitteilung erzeugt und an einen Nutzer übertragen wird, wenn ein fehlerhafter Zustand erkannt worden ist. Die Servicemitteilung kann von der Auswerteeinheit oder dem Server erzeugt werden, je nachdem, wo Schritt d) ausgeführt wird.

[0052] Als separater Sensor ist im Rahmen der Erfindung ein solcher Sensor zu verstehen, der baulich vom Abwasserpumpenaggregat unabhängig ist, mit diesem jedoch in irgendeiner Weise zusammengebracht, gegebenenfalls auch daran montiert werden kann, um eine physikalische Größe des Abwasserpumpenaggregats zu erfassen. Der Sensor bildet somit ein zum Abwasserpumpenaggregat separates Bauteil, das gegebenenfalls auch nachgerüstet werden kann. Mit anderen Worten handelt es sich bei dem Sensor nicht um ein in das Abwasserpumpenaggregat fest integriertes Bauteil, sondern ein Zusatzbauteil, das in räumlicher Hinsicht am Abwasserpumpenaggregat oder am Abwasserpumpensystem ergänzt, und vorzugsweise auch zerstörungsfrei vom Abwasserpumpenaggregat oder Abwasserpumpensystem wieder getrennt werden kann. Der Sensor ist aber im montierten Zustand Teil des Abwasserpumpensystems.

[0053] Der Sensor kann ausschließlich dazu bestimmt sein, für die Ermittlung des Einschaltzeitpunktes und des Ausschaltzeitpunktes des Abwasserpumpenaggregats verwendet zu werden. Mit anderen Worten kann der Sensor für den ordnungsgemäßen Betrieb des Abwasserpumpenaggregats irrelevant sein. So kann es sich bei dem Sensor weder um einen solchen Sensor handeln, der im Rahmen der Regelung- und/ oder Steuerung des Abwasserpumpenaggregats bzw. Elektromotors benötigt, noch hierzu verwendet wird. Vielmehr kann er ein Zusatzbauteil bilden, das in funktionaler Hinsicht wenigstens eine Zusatzfunktion für das Abwasserpumpenaggregat oder das Abwasserpumpensystem bereitstellt, nämlich nichtinvasiv den Einschaltzeitpunkt und den Ausschaltzeitpunkt des Pumpenaggregats ermittelt. Zusätzlich kann der Sensor eine weitere Funktion erfüllen, die aber für den ordnungsgemäßen Betrieb des Abwasserpumpenaggregats irrelevant sein.

[0054] Beispielsweise kann der Sensor außen an dem Abwasserpumpenaggregat oder an einem damit in Wirkverbindung stehenden Teil des Abwasserpumpensystems, wie zum Beispiel an dem Antriebsmotor, der Pumpeneinheit, einem Getriebe, einer Laterne, einem Gestänge, einer Druckleitung oder einem Versorgungskabel des Abwasserpumpenaggregats, insbesondere abnehmbar angebracht ist.

[0055] Der Sensor kann bevorzugt ein Vibrationssensor, ein Stromsensor oder ein Magnetfeldsensor sein.

[0056] Der Vibrationssensor kann ein Beschleunigungssensor sein, um mechanische Schwingungen des Abwasserpumpenaggregats zu erfassen, deren Existenz den Betrieb des Abwasserpumpenaggregats angeben. Der Sensor kann an einer nahezu beliebigen Stelle am Abwasserpumpenaggregat oder einem anderen Teil des Abwasserpumpensystems angebracht sein bzw. werden, auf das sich die Schwingungen übertragen. Im Hinblick auf den Aspekt des Nachrüstens bietet sich zur Anordnung des Sensors besonders die Druckleitung an, die mit dem Druckausgang des Abwasserpumpenaggregats verbunden ist und das gepumpte Abwasser führt. Alternativ bietet sich ein Gestänge an, das in dem Behälter angeordnet ist und dessen Ende fest mit dem Abwasserpumpenaggregat verbunden ist. Druckleitung und Gestänge ragen auch bei Maximalpegelstand aus dem Abwasser und besitzen somit stets trocken liegende und leicht zugängliche Abschnitte, an denen der Sensor besonders einfach montiert, vor allem nachgerüstet werden kann. Aufgrund seiner trockenen Anordnung muss der Sensor außerdem nicht wasserdicht sein. Es genügt ein IP67-Schutz der Sensorelektronik.

[0057] Der Stromsensor kann ein induktiver Stromwandler in Form eines sogenannten Durchsteckwandlers sein. Ein solcher Durchsteckwandler weist einen mit einer Spule zumindest teilbewickelten Ringkern auf, durch den das Versorgungskabel des Abwasserpumpenaggregats geführt werden kann. Zum Einsetzen des Versorgungskabels kann ein Segment des Ringkerns abnehmbar sein. Somit kann der Sensor in diesem Fall ebenfalls trocken angeordnet und einfach nachgerüstet werden. Im Betrieb fließt durch das Versorgungskabel ein Strom, der ein Magnetfeld um das Versorgungskabel herum erzeugt, welches wiederum den Ringkern durchsetzt und eine Spannung in die Spule induziert, die wiederum gemessen werden kann.

[0058] Der Magnetfeldsensor kann ein Reed-Kontakt oder eine Spule sein, der bzw. die bestimmungsgemäß am Elektromotor des Abwasserpumpenaggregats derart anzuordnen ist, dass er/ sie das im Betrieb erzeugte Magnetfeld des Elektromotors bzw. des Stators erfasst. Ist ein Statorfeld vorhanden, schließt der Reed-Kontakt, und in die Spule wird eine messbare Spannung induziert. Beides ermöglicht somit die Erkennung, ob das Abwasserpumpenaggregat ein- oder ausgeschaltet ist.

[0059] Je nach verwendetem Sensor kann dieser ein kontinuierliches Signal (z.B. 0-10V oder 0-20mA) oder ein binäres, vorzeichenloses (z.B. 0V, 5V) oder vorzei-

chenbehaftetes (z.B. $\pm 5V$) Signal liefern. Der Einschaltzeitpunkt und der Ausschaltzeitpunkt können beispielsweise dadurch festgestellt werden, dass das von dem Sensor gelieferte Signal einen Signalgrenzwert über- oder unterschreitet, eine steigende oder fallende Flanke aufweist oder ein Vorzeichenwechsel hat.

[0060] Es kann dementsprechend vorgesehen sein, dass der Sensor mit einer Auswerteeinheit verbunden ist, die eingerichtet ist, das Sensorsignal daraufhin zu prüfen, ob das Signal den Signalgrenzwert über- oder unterschreitet, eine steigende oder fallende Flanke aufweist oder ein Vorzeichenwechsel hat, um je nach verwendetem Sensor das Einschalten und das Ausschalten des Abwasserpumpenaggregats zu erkennen. Ein Vorzeichenwechsel kann verwendet werden, wenn der Sensor nur ein binäres Signal liefert, dass entweder positiv oder negativ ist. So kann ein Überschreiten des Signalgrenzwerts, das Auftreten einer steigenden Flanke und/oder ein positiver Vorzeichenwechsel (von minus zu plus) das Einschalten des Abwasserpumpenaggregats und ein Unterschreiten des Signalgrenzwerts, das Auftreten einer fallenden Flanke und/oder ein negativer Vorzeichenwechsel (von plus zu minus) das Ausschalten des Abwasserpumpenaggregats anzeigen.

[0061] Es sei angemerkt, dass in einer Ausführungsvariante die Referenzbetriebsdauer oder die Referenzgröße aus externen Größen festgelegt werden können, die in der Cloud bzw. auf einem mit dem Internet verbundenen Server vorliegen.

[0062] Ferner kann die Referenzbetriebsdauer oder die Referenzgröße dynamisch im Betrieb angepasst werden. So kann sie z.B. aus historischen Werten ermittelt werden und beispielsweise einen gleitenden Mittelwert bilden, d.h. einen solchen Mittelwert bilden, der auch die letzte Betriebsaktivität des Abwasserpumpenaggregats oder -systems mitberücksichtigt.

[0063] Die Betriebsgröße kann beispielsweise ein Mittelwert, der Trend oder die Ableitung vergangener Betriebsdauer sein. Ferner kann die Betriebspausengröße beispielsweise ein Mittelwert, der Trend oder die Ableitung vergangener Betriebspausendauer sein.

[0064] Weitere Merkmale, Vorteile und Eigenschaften der Erfindung werden nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen und den beigegeführten Figuren näher erläutert. In den Figuren bezeichnen identisch Bezugsziffern oder -zeichen identische oder zumindest wirkungsgleiche äquivalente Komponenten, Teile, Fläche oder Richtungen.

[0065] Es sei darauf hingewiesen, dass im Rahmen der vorliegenden Beschreibung die Begriffe "aufweisen", "umfassen" oder "beinhalten" keinesfalls das Vorhandensein weiterer Merkmale ausschließen. Ferner schließt die Verwendung des unbestimmten Artikels bei einem Gegenstand nicht dessen Plural aus.

[0066] Merkmale einer Ausführungsvariante der Erfindung können auch bei einer anderen Ausführungsvariante vorhanden sein, sofern dies nicht technisch ausgeschlossen ist.

[0067] Es zeigen:

Fig. 1 bis 3: jeweils eine schematische Darstellung eines Abwasserpumpensystems mit einem Abwasserpumpenaggregat und einem Sensor in unterschiedlichen Anordnungen.

Fig. 4: eine schematische Darstellung eines Abwasserpumpensystems mit zwei Abwasserpumpenaggregaten in einem Behältnis

Fig. 5: eine schematische Darstellung eines Abwasserpumpensystems mit zwei Behältnissen und jeweils einem Abwasserpumpenaggregat darin

Fig. 6 und 7: eine Veranschaulichung von Vergleichen einer ermittelten Betriebsdauer T_{on} mit einer Referenzbetriebsdauer $T_{on,ref}$

Fig. 8: eine Veranschaulichung einer mit der Zeit t ansteigenden, trendbehafteten Betriebsdauer T_{on} .

Fig. 9: den allgemeinen Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens

[0068] Figur 1 zeigt ein Abwasserpumpensystem 1 umfassend ein Behältnis 3 zum Sammeln von Abwasser 4, das über eine Zulaufleitung 8 in das Behältnis 3 gelangt. Im Behältnis 3 ist ein Abwasserpumpenaggregat 2 angeordnet, um das Abwasser 4 aus dem Behältnis 3 über eine Druckleitung 9 herauszupumpen. Hierzu ist die Druckleitung 9 mit der Druckseite 7 des Abwasserpumpenaggregats 2 verbunden. Die Saugseite 6 des Abwasserpumpenaggregats 2 mündet in den bodennahen Bereich des Behältnisses, um das Abwasser 4 von dort abzusaugen. Das Abwasserpumpenaggregat 2 ist hier folglich als Tauchpumpe ausgebildet. Es ist aber in einer nicht dargestellten Ausführungsvariante ebenso möglich und sinnvoll, das Abwasserpumpenaggregat 2 außerhalb des Behältnisses 3 aufzustellen. In diesem Fall erstreckt sich die Saugseite 6 über ein Saugrohr in das Behältnis 3 hinein. Das Abwasserpumpenaggregat 2 wird über eine Versorgungsleitung 12 bestromt, die mit einer Steuerung 10 verbunden ist. Ebenfalls verbunden mit dieser Steuerung 10 ist ein Pegelsensor 5, der den Wasserstand 13 im Behältnis 3 erfasst und über eine Messleitung 11 an die Steuerung 10 gibt. Ein solches Abwasserpumpensystem 1 ist an sich bekannt. Es arbeitet autark. Die Steuerung 10 schaltet das Abwasserpumpenaggregat 2 ein, wenn ein Einschaltpegel oder Maximalpegel im Behältnis 3 erreicht ist und schaltet es wieder aus, wenn das Abwasser 4 bis zu einem Ausschaltpegel oder Minimalpegel abgepumpt worden ist.

[0069] Bei dem Abwasserpumpensystem 1 wird nun ein Verfahren zur Informationsgewinnung, insbesondere zur Zustandsüberwachung, eingesetzt, dessen Schritte in Figur 9 genannt sind.

[0070] Erfindungsgemäß ist nun ein Sensor 14 vorge-

sehen, um eine von außen messbare physikalische Größe des Abwasserpumpenaggregats 2 zu erfassen, Schritt Sa in Figur 9. Der Sensor 14 ist in der in Figur 1 dargestellten ersten Ausführungsvariante außen an einem Gehäuseteil des Abwasserpumpenaggregats 2 angeordnet und zum Abwasserpumpenaggregat 2 somit separat. Der Sensor 14 kann an das Gehäuseteil angeschraubt, angeklemt und/ oder über eine magnetische Halterung daran befestigt sein. Der Sensor 14 ist über eine Signalleitung 19 mit einer Auswerteeinheit 15 verbunden. Die Auswerteeinheit 15 ist eingerichtet, das erfasste Größe, genauer gesagt das Signal des Sensors 14 kontinuierlich daraufhin zu prüfen, ob das Abwasserpumpenaggregat 2 eingeschaltet worden ist oder ausgeschaltet worden sind. Je nach Typ des Sensors 14 bzw. der Art seines Ausgangssignals kann dies auf unterschiedliche Weise erfolgen. Gegebenenfalls kann die Auswerteeinheit 15 bei Bedarf auch einen Messstrom in den Sensor 14 einprägen.

[0071] Der Sensor 14 kann ein Vibrationssensor oder ein Magnetfeldsensor sein. Im Falle eines Vibrationssensors ist die physikalische Größe des Abwasserpumpenaggregats 2 seine mechanische Schwingung, die aufgrund der im Abwasserpumpenaggregat 2 rotierenden Teile erzeugt wird. Das Vorhandensein von Vibrationen ist ein Indikator für den Betrieb des Pumpenaggregats. Der Vibrationssensor kann ein Beschleunigungssensor sein. Im Falle eines Magnetfeldsensors ist die physikalische Größe des Abwasserpumpenaggregats 2 das magnetische Feld des Stators, das sich im Betrieb des Abwasserpumpenaggregats 2 als Streufeld auch außerhalb des Gehäuseteils erstreckt. Der Magnetfeldsensor kann ein Reed-Kontakt oder eine Spule sein. Ein Reed-Kontakt ist ein Schalter, der in einem magnetischen Feld schließt, und in die Spule wird eine Spannung induziert. Das Vorhandensein eines Streufeldes, mithin ein geschlossener Reed-Kontakt oder eine in die Spule induzierte Spannung, sind ebenfalls jeweils ein Indikator für den Betrieb des Abwasserpumpenaggregats.

[0072] Die Auswerteeinheit 15 kann das Sensorsignal gegebenenfalls aufbereiten, z.B. verstärken und/ oder filtern. Anschließend prüft sie es daraufhin, ob es einen Grenzwert über- oder unterschreitet, eine steigende oder fallende Flanke aufweist oder ein Vorzeichenwechsel hat. Diese Ereignisse lassen auf das Einschalten und das Ausschalten des Abwasserpumpenaggregats schließen. Im Falle eines Vibrationssensors kann die Auswerteeinheit 15 eingerichtet sein, das Sensorsignal daraufhin zu prüfen, ob darin ein Wechselanteil enthalten ist oder die Amplitude des Wechselanteils einen bestimmten Grenzwert überschreitet, was in beiden Fällen einen Betrieb des Abwasserpumpenaggregats anzeigt. Alternativ kann je nach Sensorsignal das Auftreten einer steigenden Flanke und/ oder ein positiver Vorzeichenwechsel (von minus zu plus) das Einschalten des Abwasserpumpenaggregats und ein Unterschreiten des Grenzwerts, das Auftreten einer fallenden Flanke und/ oder ein negativer Vorzeichenwechsel (von plus zu mi-

nus) das Ausschalten des Abwasserpumpenaggregats anzeigen.

[0073] Aus der erfassten Größe, genauer gesagt aus dem Auftreten bestimmter Ereignisse in dem Signal des Sensors 14, wird von der Auswerteeinheit 15 anschließend der Einschaltzeitpunkt t_{on} und der Ausschaltzeitpunkt t_{off} des Abwasserpumpenaggregats 2 ermittelt, Schritt Sb in Figur 9. Im Falle eines Vibrationssensors kann der Einschaltzeitpunkt t_{on} beispielsweise derjenige Zeitpunkt sein, zu dem in dem Sensorsignal ein Wechselanteil auftritt oder einen Grenzwert überschreitet. Entsprechend kann der Ausschaltzeitpunkt t_{off} beispielsweise derjenige Zeitpunkt sein, zu dem in dem Sensorsignal der Wechselanteil verschwindet oder den Grenzwert unterschreitet. Im Falle eines Magnetfeldsensors in der Art einer Spule kann der Einschaltzeitpunkt t_{on} beispielsweise derjenige Zeitpunkt sein, zu dem das Sensorsignal bzw. die in die Spule induzierte Spannung betragsmäßig größer null wird oder einen Grenzwert überschreitet. Entsprechend kann der Ausschaltzeitpunkt t_{off} beispielsweise derjenige Zeitpunkt sein, zu dem das Sensorsignal bzw. die in die Spule induzierte Spannung null wird oder den Grenzwert unterschreitet. Im Falle eines Magnetfeldsensors in der Art eines Reed-Kontakts kann der Einschaltzeitpunkt t_{on} beispielsweise derjenige Zeitpunkt sein, zu dem das Sensorsignal eine von einer Messspannung auf OV fallende Flanke zeigt. Entsprechend kann der Ausschaltzeitpunkt t_{off} beispielsweise derjenige Zeitpunkt sein, zu dem das Sensorsignal eine von OV auf eine Messspannung steigende Flanke zeigt. Dies sind lediglich Beispiele für mögliche Ereignisse in dem Sensorsignal.

[0074] Einschaltzeitpunkt t_{on} und Ausschaltzeitpunkt t_{off} beziehen sich auf einen gemeinsamen Referenzzeitpunkt t_0 . In der Auswerteeinheit 15 kann eine Echtzeituhr vorhanden sein, so dass der Einschaltzeitpunkt t_{on} und der Ausschaltzeitpunkt t_{off} jeweils durch eine Uhrzeit ausgedrückt sein kann. Alternativ kann in der Auswerteeinheit 15 ein Zähler laufen, so dass der Einschaltzeitpunkt t_{on} und der Ausschaltzeitpunkt t_{off} jeweils einen Zählerstand wiedergeben kann.

[0075] Aus dem Einschaltzeitpunkt t_{on} und dem Ausschaltzeitpunkt t_{off} berechnet die Auswerteeinheit 15 anschließend eine Betriebsdauer T_{on} , siehe Schritt Sc in Figur 9, wenn der Einschaltzeitpunkt t_{on} zeitlich vor dem Ausschaltzeitpunkt t_{off} lag, oder eine Betriebspausendauer T_{off} , wenn der Ausschaltzeitpunkt t_{off} zeitlich vor dem Einschaltzeitpunkt t_{on} lag. Allerdings wird das Verfahren sinnvollerweise kontinuierlich durchgeführt, so dass auch ein Wiedereinschalten nach einem Ausschalten des Abwasserpumpenaggregats 2 bzw. ein Wiedereinschalten nach einem Einschalten des Abwasserpumpenaggregats 2 erfasst wird bzw. werden, so dass wiederholt sowohl eine aktuelle Betriebsdauer T_{on} und eine aktuelle Betriebspausendauer T_{off} berechnet.

[0076] Die Betriebsdauer T_{on} ergibt sich aus der Differenz des Ausschaltzeitpunkts t_{off} und des Einschaltzeitpunktes t_{on} : $T_{on} = t_{off} - t_{on}$. Die Betriebspausendauer

T_{off} ergibt sich aus der Differenz des Einschaltzeitpunkts t_{on} bzw. des nächsten Einschaltzeitpunkts t_{on+1} und des letzten Ausschaltzeitpunktes t_{off} : $T_{on} = t_{on+1} - t_{off}$.

[0077] Es sei angemerkt, dass der Sensor 14 ausschließlich dafür verwendet wird, den Einschaltzeitpunkt t_{on} und den Ausschaltzeitpunkt t_{off} des Abwasserpumpenaggregats 2 zu ermitteln. Denn für den ordnungsgemäßen Betrieb bzw. Funktion des Abwasserpumpenaggregats 2 wird er nicht benötigt. Dieses ist vom Sensor 14 völlig unbeeinflusst.

[0078] Die Betriebsdauer T_{on} oder die Betriebspausendauer T_{off} wird anschließend ausgewertet, um wenigstens eine Mehrinformation über das Abwasserpumpenaggregat 2 und/oder das Abwasserpumpensystem 1 zu erhalten, siehe Schritt Sd in Figur 9.

[0079] Die Auswertung kann in der Auswerteeinheit 15 erfolgen. In der in Figur 1 gezeigten Ausführungsvariante ist jedoch vorgesehen, dass die Auswertung auf einem entfernten Server 18 erfolgt, der mit dem Internet 17 verbunden ist und zu dem die Auswerteeinheit 15 die aktuelle Betriebsdauer T_{on} und/ oder die aktuelle Betriebspausendauer T_{off} schickt. Letzteres erfolgt hier über eine Funkverbindung 16, beispielsweise über ein Mobilfunknetz, das diese Daten über das Internet an den Server 18 weiterleitet. Seitens des Servers 18 kann eine Überwachung und Verwaltung des Abwasserpumpensystems 1, insbesondere einer Vielzahl von Abwasserpumpensystemen 1 zentralisiert erfolgen. Technische Fehler und/ oder die Notwendigkeit einer Wartung können dadurch von Fachpersonal unverzüglich erkannt und entsprechende Maßnahmen in die Wege geleitet werden.

[0080] Es sei angemerkt, dass der Sensor 14 auch direkt in der Auswerteeinheit 15 integriert sein kann, so dass ein Gehäuse der Auswerteeinheit 15 am Motor befestigt wird. Ist die Auswerteeinheit 15 dann unter Wasser angeordnet, würde eine Kommunikation nicht funktionieren, so dass die Auswerteeinheit 15 bevorzugt nach Ausschalten des Abwasserpumpenaggregats 2, d.h. nachdem das Behältnis 3 leergesaugt und die Auswerteeinheit 15 nicht mehr unter Wasser liegt, eine Verbindung zum Internet 17 bzw. Server 18 herstellen und die gespeicherten Informationen, über den Einschaltzeitpunkt t_{on} , den Ausschaltzeitpunkt t_{off} , die aktuelle Betriebsdauer T_{on} und/ oder die aktuelle Betriebspausendauer T_{off} zur Verfügung stellen.

[0081] Je nach gewünschter Mehrinformation kann die Auswertung seitens des Servers 18 auf unterschiedliche Weise erfolgen.

[0082] Zum Beispiel kann die Mehrinformation das vom Abwasserpumpenaggregat 2 gepumpte Abwasservolumen sein. In diesem Fall wird die aktuelle Betriebsdauer T_{on} mit einer nominalen oder durchschnittlichen Pumpleistung multipliziert, die das Abwasserpumpenaggregat 2 im Betrieb hat. Als Randbedingung hierfür ist zu berücksichtigen, dass das Abwasserpumpenaggregat 2 nach dem Einschalten mit einer konstanten Drehzahl läuft. Dies kann eine feste Drehzahl oder eine von einem Frequenzumrichter des Abwasserpumpenaggre-

gats 2 vorgegebene Drehzahl sein. Die nominale oder durchschnittliche Pumpleistung kann bei einem baugleichen Abwasserpumpenaggregat 2 herstellerseitig gemessen worden sein und somit seitens des Servers 18 vorliegen. Zudem können weitere Daten zu der konkreten Anwendung, in der das Abwasserpumpenaggregat 2 betrieben wird, seitens des Servers 18 vorliegen, wie beispielsweise die geodätische Förderhöhe oder die Anlagenkurve, um die Pumpleistung bei dem Abwasserpumpenaggregats 2 korrekt zu bestimmen.

[0083] Ist die Betriebsdauer T_{on} beispielsweise 10 Minuten, beträgt das gepumpte Abwasservolumen bei einer Pumpleistung von 60 m³/h (1 m³/min) 10 m³. Fließt kein neues Abwasser während des Pumpvorgangs in das Behältnis 3, sollte das gepumpte Abwasservolumen dem sogenannten Schaltvolumen entsprechen, das dem Behältervolumen zwischen dem Maximalpegelstand h_{on} und dem Minimalpegelstand h_{off} entspricht. Entspricht es nicht dem Schaltvolumen, deutet das auf einen fehlerhaften Zustand des Abwasserpumpensystems 1, wie nachfolgend noch verdeutlicht wird.

[0084] In einer anderen Ausführungsvariante kann die Mehrinformation näherungsweise der Volumenstrom Q_{out} des Abwasserpumpenaggregats 2 sein, der aus dem Behältnis herausgefördert wird. Er wird gemäß der Gleichung

$$Q_{out} = \frac{T_{on} + T_{off}}{T_{on} \cdot T_{off}} \cdot A(h_{off} - h_{on})$$

bestimmt.

[0085] In einer wiederum anderen Ausführungsvariante kann die Mehrinformation näherungsweise der Zulauf Q_{in} in das Behältnis 3 sein. Er wird gemäß der Gleichung:

$$Q_{in} = \frac{T_{on}}{T_{on} \cdot T_{off}} \cdot A(h_{off} - h_{on})$$

bestimmt.

[0086] In den beiden Gleichungen sind Q_{out} der Volumenstrom des Abwasserpumpenaggregats 2, T_{on} die Betriebsdauer, T_{off} die Betriebspausendauer, A der Querschnitt (Grundfläche) eines zylindrischen Behältnisses 3, h_{on} der Einschaltpegel im Behältnis 3, bei dem das Abwasserpumpenaggregat 2 eingeschaltet wird, und h_{off} der Ausschaltpegel im Behältnis 3, bei dem das Abwasserpumpenaggregat 2 ausgeschaltet wird.

[0087] Besonders bevorzugt sind jedoch Ausführungsvarianten, bei denen die Mehrinformation den Zustand des Abwasserpumpenaggregats 2 oder des Abwasserpumpensystems 1 betrifft, insbesondere angibt, ob ein fehlerhafter Zustand vorliegt.

[0088] So wird in einer Ausführungsvariante die ermittelte Betriebsdauer T_{on} mit einer Referenzbetriebsdauer

$T_{on,ref}$ verglichen und aus dem Ergebnis des Vergleichs auf den Zustand des Abwasserpumpenaggregats 2 und/oder des Abwasserpumpensystems 1 geschlossen. Die Referenzbetriebsdauer ist dabei entweder eine Standardbetriebsdauer, die ein baugleiches Referenz-Abwasserpumpenaggregat benötigt, um das Schaltvolumen aus dem Behältnis 3 herauszupumpen, oder eine frühere Betriebsdauer des Abwasserpumpenaggregats 2, die beispielsweise während des Erstbetriebs nach der Installation des Abwasserpumpensystems erfasst worden ist. Die Referenzbetriebsdauer $T_{on,ref}$ ist in einem Speicher im Server 18 oder in einer Datenbank hinterlegt, auf die der Server 18 Zugriff hat. Ein Vergleich der ermittelten Betriebsdauer T_{on} mit der Referenzbetriebsdauer $T_{on,ref}$ ist in Figur 6 visualisiert. Auf einen fehlerhaften Zustand A in Gestalt einer Verstopfung des Abwasserpumpenaggregats 2, eines Lager- oder Laufradschadens des Abwasserpumpenaggregats 2 oder einer Verstopfung der daran angeschlossenen Druckleitung 9 wird geschlossen, wenn die Betriebsdauer T_{on} größer als oder um einen Grenzwert t_{lim} größer als die Referenzbetriebsdauer $T_{on,ref}$ ist. In diesem Fall kann der Server 18 eine Servicemittlung mit einem Alarm erzeugen und an einen Nutzer übertragen, der unverzüglich eine Wartung oder Reparatur durchführen oder veranlassen kann.

[0089] Alternativ zum Vergleich der Betriebsdauer T_{on} mit der Referenzbetriebsdauer $T_{on,ref}$ kann aus der Betriebsdauer T_{on} auch zunächst eine Betriebsgröße des Abwasserpumpenaggregats 2 abgeleitet werden, wie z. B. ein theoretisch gepumptes Volumen, und diese mit einer Referenzgröße, z.B. das Schaltvolumen, verglichen werden. Übersteigt die Betriebsgröße die Referenzgröße oder übersteigt sie sie um einen Grenzwert, wird ebenfalls der genannte fehlerhafte Zustand angenommen.

[0090] Der Grenzwert t_{lim} kann beispielsweise zwischen 5% und 20% der Referenzbetriebsdauer $T_{on,ref}$ bzw. der Referenzgröße betragen, um Messungenauigkeiten zu berücksichtigen.

[0091] Gemäß einer anderen Ausführungsvariante kann auf einen fehlerhaften Zustand B in Gestalt einer Ablagerung wie z.B. einer Sedimentansammlung in dem Behältnis 3 geschlossen werden, wenn die Betriebsdauer T_{on} oder die davon abgeleitete Größe kleiner als oder um einen Grenzwert t_{lim} kleiner als die Referenzbetriebsdauer $T_{on,ref}$ oder die Referenzgröße ist. Den Vergleich zwischen Betriebsdauer T_{on} und Referenzbetriebsdauer $T_{on,ref}$ veranschaulicht Figur 7.

[0092] In einer Ausführungsvariante werden die Betriebsdauer T_{on} oder die Betriebspausendauer T_{off} bei jedem Betrieb des Abwasserpumpenaggregats 2 berechnet und aus den berechneten Betriebsdauern T_{on} oder Betriebspausendauern T_{off} ein Trend ermittelt. Figur 8 veranschaulicht den Fall, dass die Betriebsdauer T_{on} bei jedem Betrieb des Abwasserpumpenaggregats 2 höher als zuvor ist, so dass ein Trend $\Delta T_{on}/\Delta t$ größer null vorliegt. Der Trend kann mit einem Grenzwert verglichen

werden, um festzustellen, ob die allmähliche Zunahme der Betriebsdauer T_{on} auf einen zu erwartenden Verschleiß zurückzuführen oder durch einen fehlerhaften Zustand bedingt ist. Auf einen fehlerhaften Zustand in Gestalt einer Verstopfung des Abwasserpumpenaggregats 2, eines Lager- oder Laufradschadens des Abwasserpumpenaggregats 2 oder einer Verstopfung der daran angeschlossenen Druckleitung 9 wird geschlossen, wenn der Trend $\Delta T_{on}/\Delta t$ der Betriebsdauern T_{on} positiv ist und betraglich einen Grenzwert überschreitet. Alternativ oder kumulativ wird auf einen fehlerhaften Zustand in Gestalt einer Ablagerung, insbesondere einer Sedimentansammlung in dem Behältnis 3 geschlossen, wenn der Trend der Betriebsdauer T_{on} negativ ist und betraglich einen Grenzwert unterschreitet.

[0093] Figuren 2 und 3 zeigen zu Figur 1 alternative Ausführungsvarianten. Sie unterscheiden sich von der Variante in Figur 1 lediglich in der örtlichen Anordnung des Sensors 14. So ist der Sensor in der Ausführungsvariante gemäß Figur 2 an der Druckleitung 9 angeordnet. Da diese mechanisch mit dem Abwasserpumpenaggregat 2 verbunden ist, übertragen sich dessen Vibrationen auch auf die Druckleitung 9. Der Sensor 14 ist in dieser Anordnung somit ebenfalls ein Vibrationssensor. Der Vorteil dieser Variante besteht darin, dass der Sensor trocken positioniert ist und somit sehr einfach nachgerüstet werden kann. In der in Figur 3 dargestellten Ausführungsvariante ist der Sensor 14 ein induktiver Stromsensor mit einem Ringkern, durch den das Versorgungskabel 12 des Abwasserpumpenaggregats 2 geführt ist. Die vom Abwasserpumpenaggregat 2 erfasste physikalische Größe ist somit dessen Stromaufnahme. Beim Einschalten des Abwasserpumpenaggregats 2 gibt das Signal des Sensors 14 einen Stromfluss an. Nach dem Ausschalten des Abwasserpumpenaggregats 2 ist das Sensorsignal null. Somit gibt eine steigende Flanke im Sensorsignal oder eine Überschreitung eines Signalgrenzwerts den Einschaltzeitpunkt t_{on} und eine fallende Flanke im Sensorsignal oder eine Unterschreitung eines Signalgrenzwerts den Ausschaltzeitpunkt t_{off} an. Die Auswerteeinheit 15 überprüft das Sensorsignal auf das Auftreten eines der genannten Ereignisse (Flanke, Grenzwertüber-/ unterschreitung), um den Einschaltzeitpunkt t_{on} und den Ausschaltzeitpunkt t_{off} festzustellen. Daraus berechnet sie dann wie zuvor die Betriebsdauer T_{on} und/ oder die Betriebspausendauer T_{off} und leitet diese an den Server 18 weiter, welcher dann wie oben beschrieben eine Auswertung vornimmt.

[0094] In anderen Ausführungsvarianten, die in Figuren 4 und 5 gezeigt sind, umfasst das Abwasserpumpensystem 1 ein erstes Abwasserpumpenaggregat 2a und wenigstens ein zweites Abwasserpumpenaggregat 2b. Das erfindungsgemäße Verfahren wird bei dem zweiten Abwasserpumpenaggregat 2b ebenfalls durchgeführt, d. h. dessen Betriebsdauer T_{on} und/ oder Betriebspausendauer T_{off} berechnet und daraus wenigstens eine Mehrinformation über das zweite Abwasserpumpenaggregat 2b und/oder das Abwasserpumpensystem 1 bestimmt,

wie dies vorstehend bezogen auf das erste Abwasserpumpenaggregat 2a bzw. den Fall eines einzigen Abwasserpumpenaggregats 2 erläutert ist. Beide Abwasserpumpenaggregate 2a, 2b haben jeweils einen Sensor 14, der über eine entsprechende Signalleitung 19 mit einer Auswerteeinheit 15, 15a, 15b verbunden ist, die, wie zuvor beschrieben, die Auswertung des jeweiligen Sensorsignals vornimmt.

[0095] In einer Ausführungsvariante wird dabei jedoch nicht die jeweilige Betriebsdauer T_{on} mit einer Standardbetriebsdauer $T_{on,ref}$ oder einer früheren Betriebsdauer des jeweiligen Abwasserpumpenaggregats 2a, 2b verglichen, vielmehr wird die Betriebsdauer T_{on} des ersten Abwasserpumpenaggregats 2a mit der Betriebsdauer T_{on} des zweiten Abwasserpumpenaggregats 2b verglichen. Mit anderen Worten ist die Referenzbetriebsdauer $T_{on,ref}$ hier die berechnete Betriebsdauer T_{on} des zweiten Abwasserpumpenaggregats 2b.

[0096] Figur 4 veranschaulicht ein Abwasserpumpensystem 1, bei dem das zweite Abwasserpumpenaggregat 2b gemeinsam mit dem ersten Abwasserpumpenaggregat 2a in dem Behältnis 3 angeordnet ist und abwechselnd mit diesem betrieben wird. Beide Abwasserpumpenaggregate 2a werden von derselben Steuerung 10 ein- und ausgeschaltet. Auf einen fehlerhaften Zustand in Gestalt einer Verstopfung des ersten Abwasserpumpenaggregats 2a, eines Lager- oder Laufradschadens des ersten Abwasserpumpenaggregats 2a oder einer Verstopfung der daran angeschlossenen Abwasserleitung 9 wird geschlossen, wenn die Betriebsdauer T_{on} des ersten Abwasserpumpenaggregats 2a größer als oder um einen Grenzwert größer als die Betriebsdauer T_{on} des zweiten Abwasserpumpenaggregats 2b ist. Umgekehrt kann auf einen fehlerhaften Zustand in Gestalt einer Verstopfung des zweiten Abwasserpumpenaggregats 2b, eines Lager- oder Laufradschadens des zweiten Abwasserpumpenaggregats 2a oder einer Verstopfung der daran angeschlossenen Abwasserleitung 9 geschlossen werden, wenn die Betriebsdauer T_{on} des zweiten Abwasserpumpenaggregats 2b größer als oder um einen Grenzwert größer als die Betriebsdauer T_{on} des ersten Abwasserpumpenaggregats 2a ist. Der Vergleich wird auch hier vom Server 18 durchgeführt, der auch hier eine Servicemitteilung an einen Nutzer senden kann, wenn der fehlerhafte Zustand erkannt worden ist.

[0097] Figur 5 veranschaulicht ein Abwasserpumpensystem 1, bei dem das erste Abwasserpumpenaggregat 2a in einem ersten Behältnis 3a und das zweite Abwasserpumpenaggregat 2b in einem zweiten Behältnis 3b angeordnet sind. Jedes Abwasserpumpenaggregat 2a, 2b wird von einer eigenen Steuerung 10 ein- und ausgeschaltet, je nach dem Wasserstand 13 in dem jeweiligen Behältnis 3a, 3b, der jeweils von einem Pegelsensor 5 über eine Messleitung 11a, 11b an die jeweilige Steuerung 10 übertragen wird. Das zweite Behältnis 3b ist über eine Abwasserleitung 9a, 8b mit dem ersten Behältnis 3a verbunden. Die Abwasserleitung 9a, 8b besteht aus einer Druckleitung 9a, die mit dem ersten Abwasserpum-

penaggregat 2a verbunden ist und das von ihm gepumpte Abwasser transportiert, und einer sich daran anschließenden Zulaufleitung 8b, über die das Abwasser 4 in das zweite Behältnis 3b geführt wird. Das bedeutet, dass das erste Abwasserpumpenaggregat 2a im Betrieb über die Abwasserleitung 9a, 8b Abwasser 4 in das zweite Behältnis 3b pumpt. Einen weiteren Zulauf in das zweite Behältnis 3b gibt es nicht.

[0098] Das erste und zweite Behältnis 3a, 3b sind über eine längere Distanz voneinander getrennt, beispielsweise mehrere hundert Meter, um das Abwasser 4 zu einer Wasseraufbereitungsanlage zu transportieren. In der Praxis sind hierzu mehrere solcher hintereinandergeschalteten Behältnisse 3a, 3b mit Abwasserpumpenaggregaten 2a, 2b erforderlich.

[0099] Jedem Abwasserpumpenaggregat 2a, 2b ist auch hier ein entsprechender Sensor 14 zugeordnet, der hier beispielhaft ein Vibrationssensor ist. Jeder der Sensoren 14 überträgt sein Sensorsignal über eine Signalleitung 19 an eine entsprechende Auswerteeinheit 15a, 15b, die wie zuvor beschrieben, das jeweilige Sensorsignal auf das Auftreten eines den Einschaltzeitpunkt t_{on} und den Ausschaltzeitpunkt t_{off} angehenden Ereignisses auswertet und daraus dann die Betriebsdauer T_{on} und / oder die Betriebspausendauer T_{off} des jeweiligen Abwasserpumpenaggregats 2a, 2b berechnet. Jedes Auswerteeinheit 15a, 15b übermittelt diese dann an den Server 18 zur weiteren Auswertung bzw. zur Gewinnung der Mehrinformation über das Abwasserpumpensystem 1.

[0100] Aufgrund des fehlenden weiteren Zulaufs, kann in dem dargestellten Fall auf einen fehlerhaften Zustand des Abwasserpumpensystems 1 in Gestalt einer Leckage in der Abwasserleitung 9a, 8b geschlossen werden, wenn die Summe der in einem bestimmten Betrachtungszeitraum vorliegenden Betriebsdauern T_{on} des ersten Abwasserpumpenaggregats 2a größer als oder um einen Grenzwert größer als die Summe der in dem Betrachtungszeitraum vorliegenden Betriebsdauern T_{on} des zweiten Abwasserpumpenaggregats 2a ist, die in diesem Fall die Referenzbetriebsdauer $T_{on,ref}$ bildet.

[0101] Zusätzlich oder alternativ wird auf einen fehlerhaften Zustand des Abwasserpumpensystems 1 in Gestalt eines unzulässigen Zulaufs von Wasser in die Abwasserleitung 9a, 8b geschlossen, wenn die Summe der in einem bestimmten Betrachtungszeitraum vorliegenden Betriebsdauern T_{on} des ersten Abwasserpumpenaggregats 2a kleiner als oder um einen Grenzwert kleiner als die Summe der in dem Betrachtungszeitraum vorliegenden Referenzbetriebsdauern $T_{on,ref}$ ist. In diesem Fall gelangt Wasser in das Abwasserpumpensystem 1, das bestimmungsgemäß nicht von diesem gefördert werden soll.

[0102] In einer anderen Ausführungsvariante wird die Betriebspausendauer T_{off} des zweiten Abwasserpumpenaggregats 2b, d.h. der Zeitraum zwischen zwei Betriebsen des zweiten Abwasserpumpenaggregats 2b, wiederholt ermittelt und mit einer Referenzpausendauer $T_{off,ref}$ verglichen. Auf einen fehlerhaften Zustand in Ge-

stalt eines abnormalen Zulaufs von Wasser in das Abwasserpumpensystem 2 wird geschlossen, wenn die Betriebspausendauer T_{off} wiederholt kleiner als oder um einen Grenzwert kleiner als die Referenzpausendauer $T_{\text{off,ref}}$ ist. Die Referenzpausendauer $T_{\text{off,ref}}$ kann in diesem Fall die mittlere Betriebspausendauer T_{off} des zweiten Abwasserpumpenaggregats 2b sein.

[0103] Wie bereits angemerkt, kann das erfindungsgemäße Verfahren in einer Vielzahl unterschiedlichen Abwasserpumpensysteme Anwendung finden.

[0104] Es sei darauf hingewiesen, dass die vorstehende Beschreibung lediglich beispielhaft zum Zwecke der Veranschaulichung gegeben ist und den Schutzbereich der Erfindung keineswegs einschränkt. Merkmale der Erfindung, die als "kann", "beispielhaft", "bevorzugt", "optional", "ideal", "vorteilhaft", "gegebenenfalls", "geeignet" oder dergleichen angegeben sind, sind als rein fakultativ zu betrachten und schränken ebenfalls den Schutzbereich nicht ein, welcher ausschließlich durch die Ansprüche festgelegt ist. Soweit in der vorstehenden Beschreibung Elemente, Komponenten, Verfahrensschritte, Werte oder Informationen genannt sind, die bekannte, naheliegende oder vorhersehbare Äquivalente besitzen, werden diese Äquivalente von der Erfindung mit umfasst. Ebenso schließt die Erfindung jegliche Änderungen, Abwandlungen oder Modifikationen von Ausführungsbeispielen ein, die den Austausch, die Hinzunahme, die Änderung oder das Weglassen von Elementen, Komponenten, Verfahrensschritte, Werten oder Informationen zum Gegenstand haben, solange der erfindungsgemäße Grundgedanke erhalten bleibt, ungeachtet dessen, ob die Änderung, Abwandlung oder Modifikationen zu einer Verbesserung oder Verschlechterung einer Ausführungsform führt.

[0105] Obgleich die vorstehende Erfindungsbeschreibung eine Vielzahl körperlicher, unkörperlicher oder verfahrensgegenständlicher Merkmale in Bezug zu einem oder mehreren konkreten Ausführungsbeispiel(en) nennt, so können diese Merkmale auch isoliert von dem konkreten Ausführungsbeispiel verwendet werden, jedenfalls soweit sie nicht das zwingende Vorhandensein weiterer Merkmale erfordern. Umgekehrt können diese in Bezug zu einem oder mehreren konkreten Ausführungsbeispiel(en) genannten Merkmale beliebig miteinander sowie mit weiteren offenbarten oder nicht offenbarten Merkmalen von gezeigten oder nicht gezeigten Ausführungsbeispielen kombiniert werden, jedenfalls soweit sich die Merkmale nicht gegenseitig ausschließen oder zu technischen Unvereinbarkeiten führen.

Bezugszeichenliste

[0106]

- 1 Abwasserpumpensystem
- 2 Abwasserpumpenaggregat
- 2a erstes Abwasserpumpenaggregat
- 2b zweites Abwasserpumpenaggregat

- 3 Behältnis
- 3a erstes Behältnis
- 3b zweites Behältnis
- 4 Abwasser
- 5 Pegelstandssensor
- 6 Saugseite
- 7 Druckseite
- 8 Zulaufleitung
- 8a erste Zulaufleitung
- 8b zweite Zulaufleitung
- 9 Druckleitung, Abwasserleitung
- 9a erste Druckleitung, Abwasserleitung
- 9b zweite Druckleitung, Abwasserleitung
- 10 Steuereinheit
- 11 Messleitung
- 11a erste Messleitung
- 11b zweite Messleitung
- 12 Versorgungsleitung
- 13 Pegelstand
- 14 Sensor
- 15 Auswertungseinheit
- 15a erste Auswertungseinheit
- 15b zweite Auswertungseinheit
- 16 Funkübertragung
- 17 Internet
- 18 Server
- 19 Signalleitung

30 Patentansprüche

1. Verfahren zur Informationsgewinnung, insbesondere zur Zustandsüberwachung, bei einem Abwasserpumpenaggregat (2) eines Abwasserpumpensystems (1) und/oder bei einem zumindest ein Abwasserpumpenaggregat (2, 2a) umfassendes Abwasserpumpensystem (1), wobei das Abwasserpumpenaggregat (2, 2a) im Betrieb Abwasser (4) aus einem Behältnis (3) zum Sammeln des Abwassers (4) abpumpt, **dadurch gekennzeichnet, dass**

a) mit Hilfe eines separaten Sensors (14), eine von außen messbare physikalische Größe des Abwasserpumpenaggregats (2, 2a) und/oder des Abwasserpumpensystems (1) erfasst wird,

b) aus der erfassten Größe der Einschaltzeitpunkt (t_{on}) und der Ausschaltzeitpunkt (t_{off}) des Abwasserpumpenaggregats (2, 2a) ermittelt wird,

c) aus dem Einschaltzeitpunkt (t_{on}) und dem Ausschaltzeitpunkt (t_{off}) eine Betriebsdauer (T_{on}) oder Betriebspausendauer (T_{off}) berechnet wird, wobei der Sensor (14) dafür verwendet wird, den Einschaltzeitpunkt (t_{on}) und den Ausschaltzeitpunkt (t_{off}) des Abwasserpumpenaggregats (2, 2a) zu ermitteln, und

d) die Betriebsdauer (T_{on}) oder die Betriebspausendauer (T_{off}) ausgewertet wird, um wenig-

- tens eine Mehrinformation über das Abwasserpumpenaggregat (2, 2a) und/oder das Abwasserpumpensystem (1) zu erhalten.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** in Schritt d) die Betriebsdauer (T_{on}), oder eine daraus bestimmte Betriebsgröße, mit einer Referenzbetriebsdauer ($T_{on,ref}$) oder einer Referenzgröße verglichen wird, wobei aus dem Ergebnis des Vergleichs auf den die Mehrinformation bildenden Zustand, insbesondere einen Fehlerzustand des Abwasserpumpenaggregats (2, 2a) und/oder des Abwasserpumpensystems (1) geschlossen wird. 5
 3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Referenzbetriebsdauer ($T_{on,ref}$) eine frühere Betriebsdauer des Abwasserpumpenaggregats (2, 2a) ist oder dass die Referenzgröße eine aus einer früheren Betriebsdauer des Abwasserpumpenaggregats (2, 2a) bestimmte Größe ist. 10
 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf einen fehlerhaften Zustand in Gestalt einer Verstopfung des Abwasserpumpenaggregats (2, 2a), eines Lager- oder Laufradschaden des Abwasserpumpenaggregats (2, 2a) oder einer Verstopfung einer daran angeschlossenen Druckleitung (9) geschlossen wird, wenn die Betriebsdauer (T_{on}) oder die davon abgeleitete Betriebsgröße größer als oder um einen Grenzwert (t_{lim}) größer als die Referenzbetriebsdauer ($T_{on,ref}$) oder die Referenzgröße ist. 15
 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf einen fehlerhaften Zustand in Gestalt einer Ablagerung, insbesondere einer Sedimentansammlung in dem Behältnis (3) geschlossen wird, wenn die Betriebsdauer T_{on} oder die davon abgeleitete Größe kleiner als oder um einen Grenzwert (t_{lim}) kleiner als die Referenzbetriebsdauer ($T_{on,ref}$) oder die Referenzgröße ist. 20
 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Betriebsdauer (T_{on}) oder die Betriebspausendauer (T_{off}) gemäß der Schritte a) bis c) bei jedem Betrieb des Abwasserpumpenaggregats (2, 2a) wiederholt berechnet wird und aus den berechneten Betriebsdauern (T_{on}) oder Betriebspausendauern (T_{off}) ein die Betriebsgröße bildender Trend ermittelt wird, und dass die Referenzgröße einen Grenzwert für den Trend bildet. 25
 7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf einen fehlerhaften Zustand in Gestalt einer Verstopfung des Abwasserpumpenaggregats (2, 2a), eines Lager- oder Laufradschaden des Abwasserpumpenaggregats (2, 2a) oder einer 30
 8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf einen fehlerhaften Zustand in Gestalt einer Ablagerung, insbesondere einer Sedimentansammlung in dem Behältnis (3) geschlossen wird, wenn der Trend der Betriebsdauer (T_{on}) negativ ist und betraglich einen Grenzwert unterschreitet. 35
 9. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Abwasserpumpensystem (1) wenigstens ein zweites Abwasserpumpenaggregat (2b) umfasst, bei dem die Schritte a) bis c) durchgeführt werden, um eine Betriebsdauer (T_{on}) des zweiten Abwasserpumpenaggregats (2b) zu berechnen, und dass die Referenzbetriebsdauer ($T_{on,ref}$) die berechnete Betriebsdauer (T_{on}) dieses zweiten Abwasserpumpenaggregats (2b) ist oder die Referenzgröße eine aus der berechneten Betriebsdauer (T_{on}) dieses zweiten Abwasserpumpenaggregats (2b) bestimmte Betriebsgröße ist. 40
 10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zweite Abwasserpumpenaggregat (2b) in einem zweiten Behältnis (3b) angeordnet oder damit verbunden ist, um Abwasser aus dem zweiten Behältnis (3b) zu pumpen, und das erste Abwasserpumpenaggregat (2a) im Betrieb über eine Abwasserleitung (9a, 8b) Abwasser (4) aus dem ersten Behältnis (3a) in das zweite Behältnis (3b) pumpt, und dass die Summe der in einem bestimmten Betrachtungszeitraum vorliegenden Betriebsdauern (T_{on}) des ersten Abwasserpumpenaggregats (2a) gebildet und als Betriebsgröße verwendet wird und die Summe der in dem Betrachtungszeitraum vorliegenden Betriebsdauern (T_{on}) des zweiten Abwasserpumpenaggregats (2b) gebildet und als Referenzgröße verwendet wird, und dass auf einen fehlerhaften Zustand des Abwasserpumpensystems (1) in Gestalt einer Leckage in der Abwasserleitung (9a, 8b) geschlossen wird, wenn die Betriebsgröße größer als oder um einen Grenzwert größer als die Referenzgröße ist. 45
 11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zweite Abwasserpumpenaggregat (2b) in einem zweiten Behältnis (3b) angeordnet oder damit verbunden ist, um Abwasser aus dem zweiten Behältnis (3b) zu pumpen, und das erste Abwasserpumpenaggregat (2a) im Betrieb über eine Abwasserleitung (9a, 8b) Abwasser (4) aus dem ersten Behältnis (3a) in das zweite Behältnis (3b) pumpt, und dass die Summe der in einem bestimmten Betrachtungszeitraum vorliegenden Betriebs- 50

dauern (T_{on}) des ersten Abwasserpumpenaggregats (2a) gebildet und als Betriebsgröße verwendet wird und die Summe der in dem Betrachtungszeitraum vorliegenden Betriebsdauern (T_{on}) des zweiten Abwasserpumpenaggregats (2b) gebildet und als Referenzgröße verwendet wird, und dass auf einen fehlerhaften Zustand des Abwasserpumpensystems (1) in Gestalt eines unzulässigen Zulaufs von Wasser in die Abwasserleitung (9a, 8b) geschlossen wird, wenn die Betriebsgröße kleiner als oder um einen Grenzwert kleiner als die Referenzgröße ist.

12. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zweite Abwasserpumpenaggregat (2b) gemeinsam mit dem ersten Abwasserpumpenaggregat (2a) in dem Behältnis (3) angeordnet oder damit verbunden ist und abwechselnd mit dem ersten Abwasserpumpenaggregat (2a) betrieben wird, wobei auf einen fehlerhaften Zustand in Gestalt einer Verstopfung, eines Lager- oder Laufradschadens des ersten Abwasserpumpenaggregats (2a) oder einer Verstopfung einer daran angeschlossenen Abwasserleitung (9) geschlossen wird, wenn die Betriebsdauer (T_{on}) des ersten Abwasserpumpenaggregats (2a) oder die davon abgeleitete Betriebsgröße größer als oder um einen Grenzwert größer als die Referenzbetriebsdauer ($T_{on,ref}$) oder die Referenzgröße ist.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 5 oder 9 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Betriebsgröße ein aus der Betriebsdauer berechnetes Abwasservolumen und die Referenzgröße ein entsprechendes Referenzabwasservolumen ist.

14. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schritte a) bis c) wiederholt werden und die jeweils berechnete Betriebspausendauer (T_{off}) in Schritt d) oder eine daraus bestimmte Betriebspausengröße mit einer Referenzpausendauer ($T_{off,ref}$) oder einer Referenzpausengröße verglichen und auf einen fehlerhaften Zustand in Gestalt eines unzulässigen Zulaufs von Wasser in das Abwasserpumpensystem (2) geschlossen wird, wenn die Betriebspausendauer (T_{off}) wiederholt kleiner als oder um einen Grenzwert kleiner als die Referenzpausendauer ($T_{off,ref}$) ist.

15. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** in Schritt d) aus der Betriebsdauer (T_{on}) das vom Abwasserpumpenaggregat (2, 2a) gepumpte Abwasservolumen bestimmt wird, das die Mehrinformation bildet.

16. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** aus dem Einschaltzeitpunkt (t_{on}) und dem darauf folgenden Aus-

schaltzeitpunkt (t_{off}) die Betriebsdauer (T_{on}) und aus der erfassten Größe nach einer sich an den Ausschaltzeitpunkt (t_{off}) anschließenden Betriebspause der Wiedereinschaltzeitpunkt (t_{on}) des Abwasserpumpenaggregats (2, 2a) ermittelt und aus dem letzten Ausschaltzeitpunkt (t_{off}) und dem darauf folgenden Wiedereinschaltzeitpunkt (t_{on}) die Betriebspausendauer (T_{off}) berechnet wird, wobei in Schritt d) aus der Betriebsdauer (T_{on}) und der Betriebspausendauer (T_{off}) näherungsweise

- der Volumenstrom (Q_{out}) des Abwasserpumpenaggregats (2, 2a) als Mehrinformation gemäß der Gleichung:

$$Q_{out} = \frac{T_{on} + T_{off}}{T_{on} \cdot T_{off}} \cdot A(h_{off} - h_{on})$$

bestimmt wird, und/ oder

- der Zulauf (Q_{in}) in das Behältnis (3) als Mehrinformation gemäß der Gleichung:

$$Q_{in} = \frac{T_{on}}{T_{on} \cdot T_{off}} \cdot A(h_{off} - h_{on})$$

bestimmt wird, wobei

Q_{out} der Volumenstrom des Abwasserpumpenaggregats (2, 2a),

T_{on} die Betriebsdauer,

T_{off} die Betriebspausendauer,

A der Querschnitt eines zylindrischen Behältnisses (3)

h_{on} ein Einschaltpegel im Behältnis (3), bei dem das Abwasserpumpenaggregat (2, 2a) einschaltet und

h_{off} ein Ausschaltpegel im Behältnis (3), bei dem das Abwasserpumpenaggregat (2, 2a) ausschaltet, ist.

17. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Sensor (14) sein Sensorsignal an eine Auswerteeinheit (15) überträgt, welches das Sensorsignal auswertet, die Betriebsdauer (T_{on}) und/ oder Betriebspausendauer (T_{off}) berechnet und anschließend an einen entfernten, insbesondere mit dem Internet (17) verbundenen Server (18) überträgt, auf dem Schritt d) ausgeführt wird.

18. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Servicemittlung erzeugt und an einen Nutzer übertragen wird, wenn ein fehlerhafter Zustand erkannt worden ist.

19. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Sensor (14) außen an dem Abwasserpumpenaggregat (2, 2a) oder an einem damit in Wirkverbindung stehenden Teil des Abwasserpumpensystems (1), insbesondere an einem Antriebsmotor, einer Pumpeneinheit, einem Getriebe, einer Laterne, einem Gestänge, einer Druckleitung (9) oder einem Versorgungskabel (12) des Abwasserpumpenaggregats (2, 2a) angebracht ist.
20. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der der Sensor (14) ein Vibrationssensor, ein Stromsensor oder ein Magnetfeldsensor ist.
21. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Einschaltzeitpunkt (t_{on}) und der Ausschaltzeitpunkt (t_{off}) dadurch festgestellt werden, dass ein von dem Sensor (14) geliefertes Signal einen Grenzwert über- oder unterschreitet, eine steigende oder fallende Flanke aufweist oder ein Vorzeichenwechsel hat.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

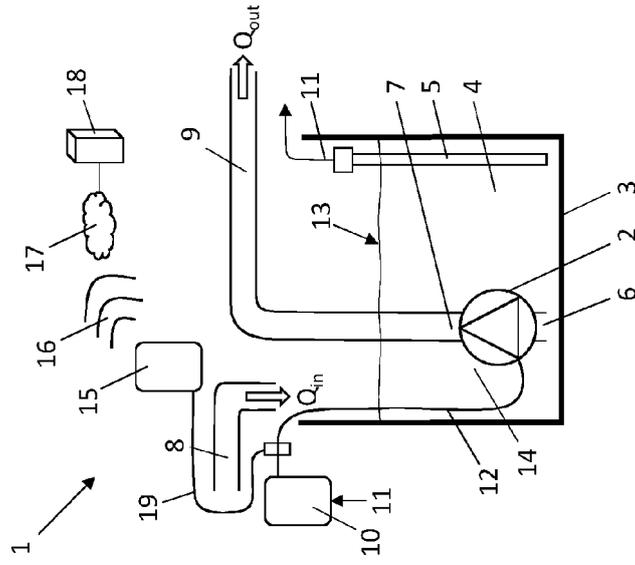


Fig. 1

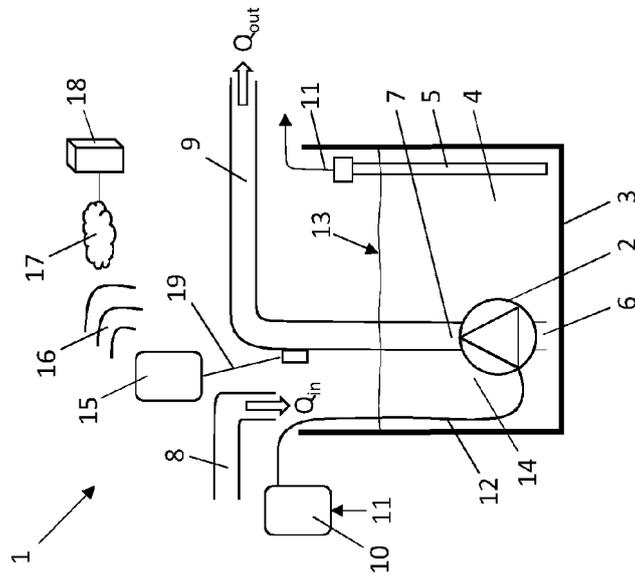


Fig. 2

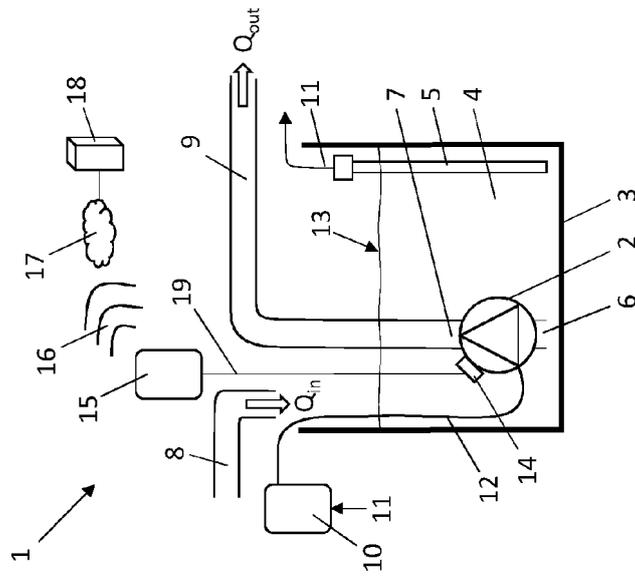


Fig. 3

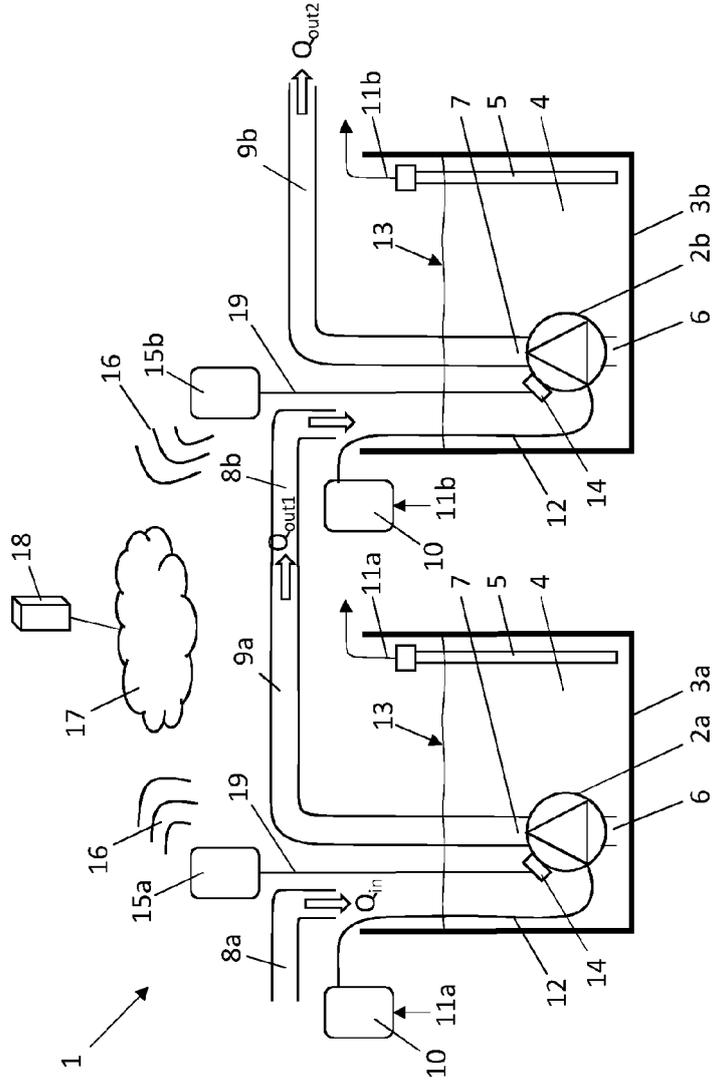


Fig. 5

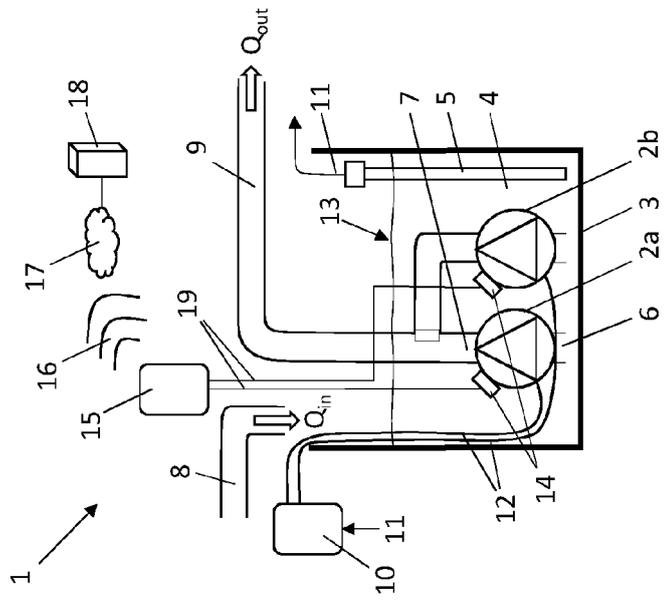


Fig. 4

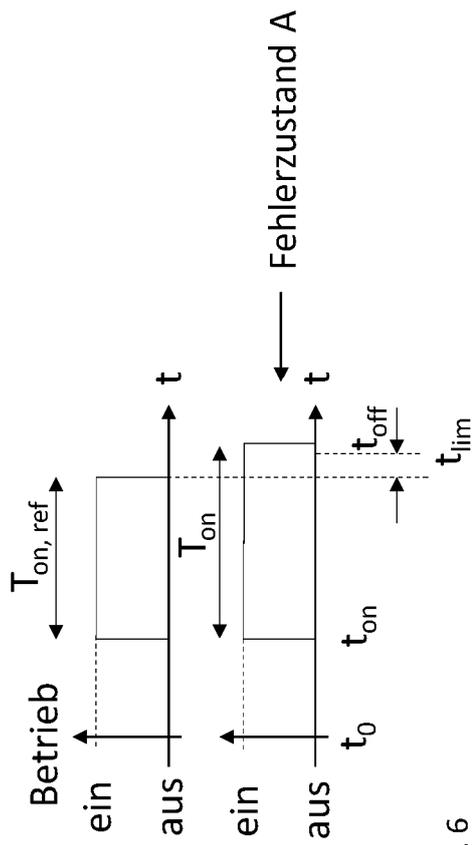


Fig. 6

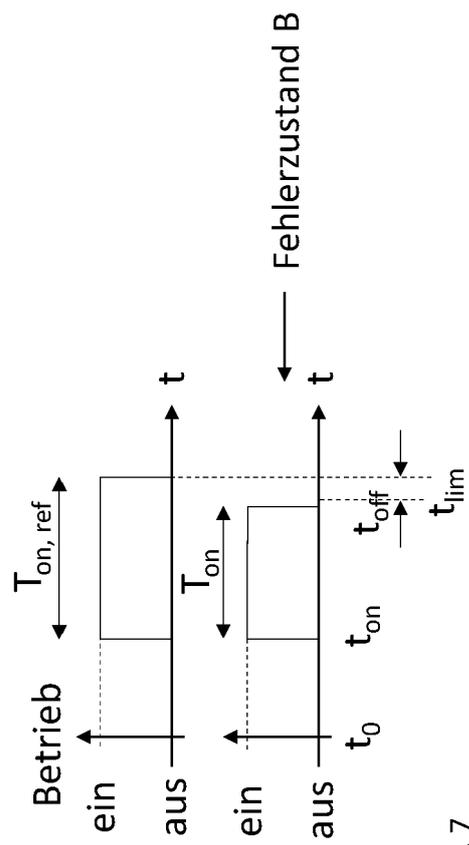


Fig. 7

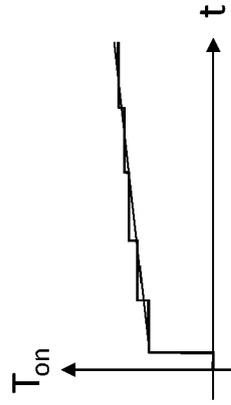


Fig. 8

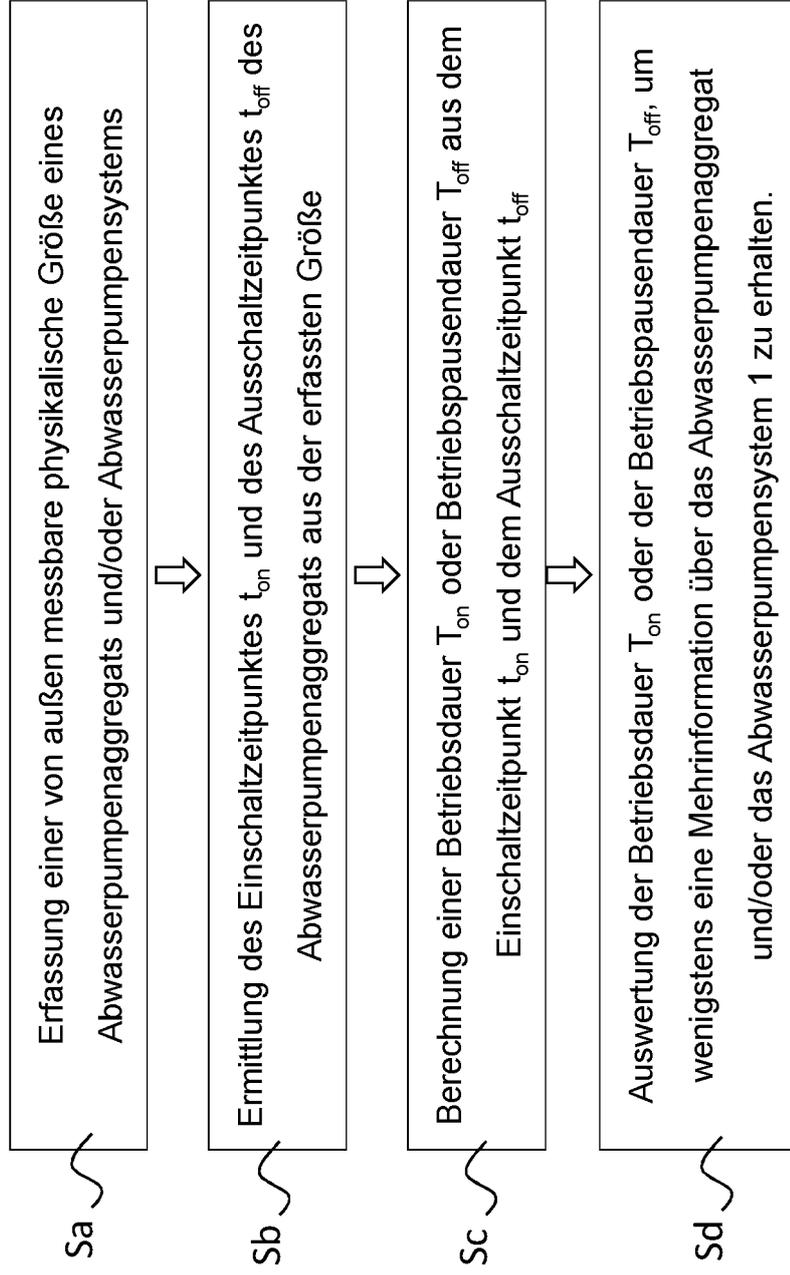


Fig. 9



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 23 21 3077

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	JP 2015 034513 A (KUBOTA KK) 19. Februar 2015 (2015-02-19) * Zusammenfassung * * Abbildungen 1, 2, 4, 9 * -----	1-21	INV. E03F5/22 F04D13/08 F04D15/00 F04D13/14
X A	US 2003/171895 A1 (HARRIS CASEY A [US] ET AL) 11. September 2003 (2003-09-11) * Absatz [0009] * * Absatz [0023] - Absatz [0024] * * Absatz [0027] * * Absatz [0033] - Absatz [0041] * * Absatz [0058] - Absatz [0060] * * Abbildungen 1, 2 * -----	1-9, 12-21 10,11	
A	JP H08 82298 A (HITACHI LTD) 26. März 1996 (1996-03-26) * Zusammenfassung * -----	1-21	
A	DE 39 18 294 A1 (SARLIN AB OY E [FI]) 14. Dezember 1989 (1989-12-14) * Spalte 3, Zeile 41 - Zeile 45 * * Abbildung 2 * -----	1-21	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) E03F F04D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 5. April 2024	Prüfer Oliveira, Damien
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 : nichtschriftliche 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			

1
EPO FORM 1503 03.82 (F04C03)

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

EP 23 21 3077

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

05-04-2024

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 2015034513 A	19-02-2015	JP 6234732 B2 JP 2015034513 A	22-11-2017 19-02-2015
US 2003171895 A1	11-09-2003	KEINE	
JP H0882298 A	26-03-1996	JP 3216437 B2 JP H0882298 A US 5752785 A	09-10-2001 26-03-1996 19-05-1998
DE 3918294 A1	14-12-1989	DE 3918294 A1 ES 2013523 A6 FI 882711 A GB 2221073 A NO 166547 B SE 469434 B US 4999117 A	14-12-1989 01-05-1990 09-12-1989 24-01-1990 29-04-1991 05-07-1993 12-03-1991

EPO FORM P0461

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