

(19)



(11)

EP 2 743 509 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
01.07.2015 Patentblatt 2015/27

(51) Int Cl.:
F04D 15/00^(2006.01) F04D 15/02^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **12196489.4**

(22) Anmeldetag: **11.12.2012**

(54) Trockenlauferkennung einer Förderpumpe

Feed pump dry run detection

Détection de fonctionnement à sec de pompe d'alimentation

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

- **Joschko, Witold**
47906 Kempen (DE)
- **Riefers, Stephan**
47803 Krefeld (DE)
- **Stevanovic, Predrag**
40667 Meerbusch (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
18.06.2014 Patentblatt 2014/25

(74) Vertreter: **Patentanwälte ter Smitten Eberlein Rütten Partnerschaftsgesellschaft Burgunderstraße 29 40549 Düsseldorf (DE)**

(73) Patentinhaber:
 • **Pierburg GmbH**
41460 Neuss (DE)
 • **Pierburg Pump Technology GmbH**
41460 Neuss (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A2- 1 387 087 DE-A1- 10 101 099
JP-A- 61 083 423 JP-B2- 2 860 408
US-A1- 2009 151 801

(72) Erfinder:
 • **Zimmermann, Josef**
46236 Bottrop (DE)

EP 2 743 509 B1

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

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Überwachen des Trockenlaufes einer Förderpumpe, insbesondere einer Strömungspumpe für Kühlmittelkreisläufe, die von einem elektrischen Antriebsmotor angetrieben wird, wobei zur Überwachung des Trockenlaufes ein Drehzahlerfassungssensor genutzt wird.

[0002] Förderpumpen werden vielfältig eingesetzt, z. B. um Wasser von einem Niveau auf ein Höheres zu heben, von einem Behälter in einen Anderen zu fördern oder in einem geschlossenen System zirkulieren zu lassen, Strömungspumpen für Kühlmittelkreisläufe dienen allgemein der Förderung eines flüssigen Kühlmittels zur Kühlung eines Verbrennungsmotors.

[0003] Förderpumpen, wie sie in Kühlmittelkreisläufen verwendet werden, sind solche, die saugseitig und druckseitig in eine Rohrleitung eingebaut werden. Förderpumpen sind nicht selbst-ansaugend, daher müssen die Saugleitungen stets mit Flüssigkeit gefüllt sein, bzw. ein hinreichend großes Flüssigkeitsvolumen vor dem eigentlichen Pumpen-Einlass vorhanden sein. Derartige Förderpumpen sind deshalb sehr anfällig gegen auch nur kurzzeitigen Trockenlauf, da sich beispielsweise der elektrische Antriebsmotor oder eine Dichtungsanordnung überhitzen kann, so dass es zu Spannungsrissen, dadurch zu Undichtigkeiten und sogar zu Beschädigungen bzw. Ausfall des elektrischen Antriebsmotors kommen kann. Des Weiteren kann ein längerer Betrieb im Zustand des Trockenlaufes bei Strömungspumpen für Kühlmittelkreisläufe u.a. zu Lagerschäden führen. Eine weitere Folge eines Trockenlaufes kann darin gesehen werden, dass bei länger anhaltendem Trockenlauf die Kühlmittelsysteme versagen, da kein Kühlmittel mehr gefördert wird, und es somit zu Beschädigungen des Verbrennungsmotors kommen kann.

[0004] Aufgrund dessen muss bei derartigen Pumpen sichergestellt werden, dass ein Trockenlauf, beispielsweise durch eine Steuereinheit, gemeldet wird und die Pumpe bei Vorliegen eines Trockenlaufes gestoppt wird. Dieses kann beispielsweise durch eine Trockenlaufüberwachung sichergestellt werden. Durch diese Trockenlaufüberwachung können elektrische Antriebsmotoren vor einer Überlastung beziehungsweise Überhitzung geschützt werden.

[0005] Eine solche Überwachung des Trockenlaufes der Förderpumpe kann im Weiteren beispielsweise auch dazu eingesetzt werden, dass die bei der Befüllung der Kühlmittelkreisläufe teilweise entstehenden Luftblasen im Pumpengehäuse erkannt werden. Größere Luftansammlungen in Kühlmittelkreisläufen oder sogar Leckagen mit einer Entleerung des Kühlmittelkreisläufes können zur Folge haben, dass keine zuverlässige Kühlung des zu kühlenden Systems mehr gewährleistet werden kann und dass die Förderpumpe selbst beschädigt werden kann.

[0006] Aus dem Stand der Technik sind verschiedene Trockenlaufüberwachungen zum Schutz von Förder-

bzw. Strömungspumpen vor Beschädigungen durch Vorliegen eines Trockenlaufes im Pumpengehäuse bekannt.

[0007] Laut der DE 101 01 099 A1 ist ein Verfahren zum Überwachen des Trockenlaufes einer Förderpumpe bekannt, bei welcher der Betriebs- bzw. Aufnahme Strom des Antriebsmotors für die Beurteilung des Trockenlaufes erfasst und gemessen werden kann. Der elektrische Strom des Antriebsmotors ist dabei abhängig von dem zu fördernden Medium, d.h. je höher die Viskosität des zu fördernden Mediums ist, desto höher steigt der Betriebsstrom. Dies bedeutet, dass bei Trockenlauf der vom elektrischen Antriebsmotor gezogene Betriebsstrom mittels eines Drehzahlsensors genau gemessen und auf der Grundlage des erzielten Messwertes ein Betriebszustand eindeutig zugeordnet werden kann. Dieser minimale Betriebsstrom kann dann, wenn er mit einem Sollwert verglichen wird, zum Abschalten des Antriebsmotors verwendet werden.

[0008] Bei einer Vielzahl der aus dem Stand der Technik bekannten Ausführungen bestehen die Nachteile, dass zum Motorschutz bzw. zum Überwachen des Trockenlaufes zusätzliche Sensoren notwendig sind. Durch den Einbau zusätzlicher Sensoren entstehen höhere Kosten und eine im Aufbau kompliziertere Vorrichtung. Daher soll in der vorliegenden Erfindung auf zusätzliche Sensoren und dergleichen verzichtet werden.

[0009] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es deshalb, ein Verfahren zum Überwachen des Trockenlaufes einer Förderpumpe ohne zusätzliche Sensoren der eingangs genannten Art zu schaffen, bei der die Trockenlaufüberwachung in verfahrens- und vorrichtungstechnisch einfacher Art und Weise erfolgt.

[0010] Zur Lösung dieser Aufgabe sind bei einem Verfahren zum Überwachen des Trockenlaufes einer Förderpumpe der genannten Art die im Anspruch 1 angegebenen Merkmale vorgesehen. Bevorzugte Ausführungsformen und vorteilhafte Weiterbildungen ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

[0011] Entsprechend wird ein Verfahren zum Überwachen des Trockenlaufes einer Förderpumpe beschrieben, wobei zur Überwachung des Trockenlaufes ein Drehzahlerfassungssensor genutzt wird. Vorzugsweise ist die Förderpumpe eine Strömungspumpe für Kühlmittelkreisläufe. Die Förderpumpe wird durch einen elektrischen Antriebsmotor angetrieben. Erfindungsgemäß wird dem elektrischen Antriebsmotor ausgehend von einem bekannten Anfangszustand eine zuvor angelegte Spannung weggenommen oder ein definierter Energieeintrag in den elektrischen Antriebsmotor eingebracht, woraufhin der elektrische Antriebsmotor bis zu einem definierten Endzustand ausgelaufen lassen wird. Durch den Drehzahlerfassungssensor werden ausgehend von dem definierten Zeitpunkt, der entweder durch das Anlegen oder die Wegnahme der zuvor angelegten Spannung definiert sein kann, oder vom Zeitpunkt des definierten Energieeintrages an, bis zum Erreichen des definierten Endzustandes des elektrischen Antriebsmotors

die Anzahl der Umdrehungen eines Motorrotors detektiert. Die detektierte Anzahl der Umdrehungen wird mit einem zuvor definierten Schwellenwert verglichen. Bei Überschreiten des definierten Schwellenwertes wird auf einen Trockenlauf der Förderpumpe geschlossen.

[0012] Erfindungsgemäß beruht das beschriebene Verfahren darauf, dass der Motorrotor des elektrischen Antriebsmotors, je nach Kühlmittelstand am Motorrotor, unterschiedlich stark abgebremst wird. Da Luft im Gegensatz zu Kühlmittel einen deutlich geringeren Widerstand aufweist, dreht sich der Motorrotor, bei Vorliegen von mehr Luft im Raum der Förderpumpe und somit einem möglichen Trockenlauf des Motorrotors, mit einer deutlich größeren Umdrehungszahl. Durch die unterschiedlich starke Abbremsung und der daraus resultierenden Drehzahldifferenz kann durch den Drehzahlerfassungssensor eine eindeutige Anzahl an Umdrehungen des Motorrotors detektiert werden. Durch die detektierte Anzahl an Umdrehungen kann eine sichere Unterscheidung zwischen Nass- und Trockenlauf erfolgen. Bei Überschreiten eines zuvor definierten Schwellenwertes wird durch eine Steuereinheit ein Trockenlauffehler ausgelöst.

[0013] In einer bevorzugten Ausführungsform wird der Drehzahlerfassungssensor durch einen Hallsensor realisiert. Zudem ist auch eine opto-elektronische Trockenlaufüberwachung denkbar, bei der ein Lichtstrahl auf den Motorrotor gerichtet und das reflektierte Licht beispielsweise durch eine Fotodiode registriert wird.

[0014] Vorzugsweise detektiert der Drehzahlerfassungssensor die Anzahl der Umdrehungen des Motorrotors beim Auslaufen des elektrischen Antriebsmotors. In einer weiteren Ausführungsform ist es aber auch denkbar, dass durch den Drehzahlerfassungssensor sowohl beim Anlauf-, als auch bei dem Auslaufvorgang ein Aufzeichnen der Umdrehungen des Motorrotors vollzogen wird. In einer dritten Ausführungsform kann durch den Drehzahlerfassungssensor zudem sowohl während des Anlauf- als auch während des Auslaufvorganges eine Detektion der Umdrehungen vorgenommen werden. Durch diese Maßnahme wird das Zeitintervall der Messung vergrößert und eine aussagekräftigere Detektion der Umdrehungen ermöglicht.

[0015] Der definierte Anfangszustand des elektrischen Antriebsmotors kann auf verschiedene Weise festgelegt werden. So kann der definierte Anfangszustand beispielsweise durch eine definierte Anfangsspannung festgelegt werden. Alternativ kann der definierte Anfangszustand auch durch eine definierte Anfangsdrehzahl festgelegt werden. Je nach Ausführungsform ergeben sich dabei für die unterschiedlichen Anfangszustände entsprechende individuelle Vorteile.

[0016] Vorzugsweise wird der definierte Endzustand durch eine definierte Enddrehzahl festgelegt. Diese Ausführungsform ist besonders vorteilhaft, wenn als definierter Anfangszustand eine definierte Anfangsdrehzahl gewählt wird. Weiterhin ist eine definierte Enddrehzahl vorteilhaft, da eine Drehzahl ungleich Null bedeutet, dass

der elektrische Antriebsmotor nicht komplett angehalten werden muss und somit in deren Folge erneut hochgefahren werden muss, sondern dass der definierte Endzustand während des normalen Betriebs des elektrischen Antriebsmotors realisiert werden kann.

[0017] In einer bevorzugten Ausführung wird die definierte Enddrehzahl durch den Stillstand des elektrischen Antriebsmotors festgelegt. Der Stillstand des elektrischen Antriebsmotors ist dabei definiert durch eine Drehzahl von 0 Umdrehungen pro Minute. Ein Stillstand des elektrischen Antriebsmotors ist vorteilhaft, da dieser Zustand sehr genau eingestellt werden kann und es somit nur zu geringeren Messfehlern kommen kann.

[0018] In einer hierzu weiterführenden Ausführung des Verfahrens kann der definierte Endzustand, neben dem Stillstand des elektrischen Antriebsmotors, auch durch den Ablauf eines definierten Zeitintervalls festgesetzt werden. Das definierte Zeitintervall beträgt dabei insbesondere 500 bis 2000 ms.

[0019] In diesem Zusammenhang ist zu beachten, dass übliche Antriebe eine Massenträgheit aufweisen, die dazu führt, dass Änderungen am elektrischen Antriebsmotor nur verzögert ausgeführt werden, so dass ein definiertes Zeitintervall zwischen 500 und 2000 ms zu wählen ist. Durch dieses definierte Zeitintervall wird sichergestellt, dass eine repräsentative Auswertung der Anzahl der Umdrehungen des Motorrotors möglich ist, wobei die Länge des Zeitintervalls so zu wählen ist, dass in diesem Zeitintervall keine den elektrischen Antriebsmotor schädigende Überlastung durch einen Trockenlauf möglich ist.

[0020] Vorzugsweise kann die Beschleunigung des elektrischen Antriebsmotors sowohl ausgehend von einem Stillstand des elektrischen Antriebsmotors, als auch aus dem bestehenden Betrieb heraus erfolgen. Hierdurch wird berücksichtigt, dass das Verfahren sowohl zu Beginn des Startvorganges des elektrischen Antriebsmotors, d.h. aus dem Stillstand heraus, als auch während des laufenden Betriebes, d.h. ausgehend von einer definierten Anfangsdrehzahl, erfolgen kann.

[0021] In einer hierzu weiterführenden Ausführung des Verfahrens kann die Beschleunigung des elektrischen Antriebsmotors durch die Elektronikeinheit aufgrund von entsprechenden Signalen für ein definiertes Zeitintervall von 200 bis 1000 ms erfolgen. Dadurch wird eine ausreichend hohe Drehzahl erreicht und ein schädigender Trockenlauf der Pumpe vermieden.

[0022] In einer weiteren Ausführungsform ist es zudem denkbar, den elektrischen Antriebsmotor neben dem Beschleunigen durch ein entsprechend definiertes Zeitintervall auch durch einen definierten Energieeintrag aus dem Stillstand heraus zu beschleunigen. Dieser konstante Energieeintrag wird beispielsweise durch eine Pulsweitenmodulation (PWM) gesteuert, indem die am elektrischen Antriebsmotor anliegende Spannung auf einem konstanten Wert gehalten wird. Ein Beschleunigen des Motors auf ca. 10% seiner Normaldrehzahl ist für die Fehlererkennung ausreichend.

[0023] Besonders vorteilhaft ist es, wenn bei Detektion eines Trockenlaufes durch Überschreiten des definierten Schwellenwertes das Verfahren zur Verifikation ein zweites Mal durchgeführt wird, wobei bei erneutem Überschreiten des definierten Schwellenwertes eine Fehlermeldung durch eine Steuereinheit ausgegeben wird. So wird verhindert, dass die Überwachungsfunktion des Trockenlaufes bereits bei kurzzeitigem und somit für den elektrischen Antriebsmotor unkritischen Zustand eingeschaltet wird, sondern erst zu dem Zeitpunkt, wenn der Trockenlauf sich durch eine zweite Messung verifizieren lässt, und somit ein tatsächliches Vorliegen des Trockenlaufes bestätigt wird.

[0024] Die Steuereinheit zur Ausgabe der Fehlermeldung beinhaltet beispielsweise einen Prozessor, in welchem ein Kennfeld mit einem entsprechenden Schwellenwert vorgegeben und eingespeichert wird. Der Prozessor vergleicht die jeweilige Umdrehungszahl mit diesem zuvor definierten Schwellenwert und bewirkt gegebenenfalls die Ausgabe einer Fehlermeldung.

[0025] In einer bevorzugten Ausführungsform wird der zur Kommutierung verwendete Sensor bei dem erfindungsgemäßen Verfahren auch zur Detektion der Umdrehungen des Motorrotors des elektrischen Antriebsmotors eingesetzt. Auf diese Weise wird eine Überwachung und rechtzeitige Reaktion auf einen Trockenlauf in einfacher Weise ohne konstruktive Eingriffe in die Förderpumpe möglich. Durch die Verwendung des schon bereits im elektrischen Antriebsmotor befindlichen Drehzahlerfassungssensors sind keine zusätzlichen Bauteile erforderlich. Dadurch kommt es zur Einsparung von Kosten.

[0026] Vorzugsweise wird in der Steuereinheit eine entsprechende erste Kennfeldgruppe hinterlegt, auf deren Grundlage der Schwellenwert, welcher für das Ausgeben der Fehlermeldung durch die Steuereinheit ausschlaggebend ist, definiert wird. Dadurch kann von verschiedenen Drehzahlen aus die Trockenlauferkennung durchgeführt werden.

[0027] In einer bevorzugten Ausführungsform wird zusätzlich zu dem im elektrischen Antriebsmotor befindlichen Drehzahlerfassungssensor ein dynamischer Sensor verwendet. Durch den dynamischen Sensor wird eine Abweichung des in einem zweiten Kennfeld hinterlegten Verhältnisses von Motorspannung und Drehzahl registriert. Dieser dynamische Sensor ist, im Gegensatz zum Sensor für die Detektion der Umdrehungen des Motorrotors, kontinuierlich aktiv. Aufgrund der kontinuierlichen Aktivität können die Sensoren gegenseitig als Sicherheitssensoren gesehen werden. Bei Ausfall einer der beiden Sensoren wird durch den jeweils anderen Sensor eine Registrierung der aktuellen Betriebszustände vorgenommen und im Notfall eine entsprechende Fehlermeldung ausgegeben.

[0028] Es wird somit ein Verfahren zur Überwachung des Trockenlaufes eines elektrischen Antriebsmotors bereitgestellt, mit dem vor allem der im Betrieb auftretende Trockenlauf detektiert werden kann, ohne dabei

den eigentlichen Betrieb der Pumpe vollständig unterbrechen zu müssen. Zudem müssen aufgrund des sich schon im elektrischen Antriebsmotor befindlichen Drehzahlerfassungssensors keine konstruktiven Änderungen vorgenommen werden und keine zusätzlichen Bauelemente verbaut werden. So wird ein Trockenlauf der Förderpumpe und somit Beschädigungen sowohl an der Förderpumpe als auch am elektrischen Antriebsmotor vermieden, ohne dass zusätzliche Sensoren oder Ähnliches verwendet werden müssen.

[0029] Ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Verfahrens ist in den folgenden Figuren 1 bis 3 schematisch dargestellt und wird nachfolgend beschrieben.

Figur 1 zeigt einen schematischen Ablaufplan des erfindungsgemäßen Verfahrens,

Figur 2 zeigt ein Diagramm zur Darstellung der Betriebszustände des elektrischen Antriebsmotors des in Fig. 1 dargestellten Verfahrens, und

Figur 3 zeigt ein Diagramm zur Darstellung der Betriebszustände des Trockenlaufes und des Normalbetriebs der Förderpumpe.

[0030] Ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Verfahrens ist in der Figur 1 als schematischer Ablaufplan dargestellt und wird nachfolgend beschrieben.

[0031] Das in Figur 1 dargestellte erfindungsgemäße Verfahren beginnt mit dem Starten der Funktion zur Überwachung des Trockenlaufes, ausgehend von einem bekannten Anfangszustand. Zur Einstellung des bekannten Anfangszustandes wird die Förderpumpe aus dem Stillstand für 500 ms mit einer definierten Spannung beaufschlagt und der elektrische Antriebsmotor somit beschleunigt. Nach Ablauf der 500 ms wird die durch den elektrischen Antriebsmotor zuvor angelegte Spannung weggenommen und der elektrische Antriebsmotor über ein Zeitintervall von 1000 ms bis zu einem definierten Endzustand ausgelaufen lassen. Während des Auslaufens des elektrischen Antriebsmotors auf den definierten Endzustand, in diesem konkreten Ausführungsbeispiel dem Stillstand des elektrischen Antriebsmotors, d.h. einer Drehzahl von 0 Umdrehungen pro Minute, wird die Anzahl der vom Hallsensor registrierten Hallflanken detektiert, siehe Figur 2. Diese Figur 2 veranschaulicht die Auftragung der Anzahl der Hallflanken über das definierte Zeitintervall bzw. die definierte Drehzahl. Erst bei abfallender Flanke wird die Anzahl der Hallflanken durch den Hallsensor registriert.

[0032] In einer davon abweichenden Ausführungsform kann auch bereits während des Anlaufens, d.h. bei ansteigender Flanke die Anzahl der Hallflanken registriert werden. Dadurch wird die Summe der registrierten Hallflanken vergrößert und eine genauere Aussagefähigkeit

erzielt. In einer dritten Ausführungsform kann bereits während des Anlaufvorganges eine Aussage über eine Tendenz zum Trockenlauf getroffen werden. D.h. liegt im System ein steilerer Anstieg der Flanke vor, so ist mit einem Trockenlauf des elektrischen Antriebsmotors zu rechnen. Hierzu wird jeweils ein definierter Energieeintrag über ein PWM-Signal dem Motor zugeführt.

[0033] Die Anzahl der Hallflanken wird mit einem zuvor definierten Schwellenwert, beispielsweise 150 Hallflanken, verglichen. Sollte die detektierte Hallflankenanzahl, beispielsweise mit 115 Hallflanken, den zuvor definierten Schwellenwert von 150 Hallflanken unterschreiten, wird durch die Steuereinheit kein Trockenlauffehler ausgelöst und das Verfahren läuft im normalen Betrieb weiter. In diesem Fall liegt kein Trockenlauf vor. Überschreitet die detektierte Hallflankenanzahl, beispielsweise bei einer Hallflankenanzahl von 170 Hallflanken, den vordefinierten Schwellenwert von 150 Hallflanken, wird das Verfahren, aufgrund einer durchzuführenden Verifikation, ein zweites Mal gestartet. Dafür wird erneut von dem bekannten Anfangszustand ausgegangen und die Anzahl der Hallflanken nach Wegnahme der angelegten Spannung bis zum Auslaufen des elektrischen Antriebsmotors auf einen definierten Endzustand detektiert. Überschreitet die Anzahl der Hallflanken ein zweites Mal den zuvor definierten Schwellenwert, so wird durch die Steuereinheit ein Trockenlauffehler ausgelöst. Liegt die Anzahl der Hallflanken unterhalb des zuvor definierten Schwellenwertes von beispielsweise 150 Hallflanken, wird keine Trockenlauffehlermeldung durch die Steuereinheit ausgesendet. Der definierte Schwellenwert wurde zuvor durch Versuche ermittelt und festgelegt.

[0034] Figur 3 zeigt die Betriebszustände des die Förderpumpe antreibenden elektrischen Antriebsmotors. Im Normalbetrieb, d.h. dann, wenn die Förderpumpe ein flüssiges Medium fördert, liegt die Anzahl der Hallflanken unterhalb eines definierten Schwellenwertes. Figur 3 zeigt oberhalb einer definierten Hallflankenanzahl den Trockenlaufbetrieb. Die definierte Hallflankenanzahl stellt sich dann ein, wenn die Strömungspumpe kein flüssiges Fördermedium beinhaltet, d.h. nur Luft fördert und somit trocken läuft. Unterhalb dieser definierten Hallflankenanzahl läuft die Förderpumpe im Normalbetrieb mit ausreichend Flüssigkeit innerhalb der Förderpumpe. Diese Betriebszustände und die damit verbundene Hallflankenanzahl lassen sich für jede Kombination aus Strömungspumpe und elektrischen Antriebsmotor empirisch ermitteln.

[0035] Es versteht sich, dass der in der Steuereinheit einzugebende Schwellenwert nicht nur vom Typ der Förder- und Strömungspumpe und dem elektrischen Antriebsmotors, sondern auch beispielsweise von der Viskosität des zu fördernden flüssigen Mediums, der Rohrleistungsverluste und dergleichen Parameter abhängig ist. Zudem sind für die Festlegung des Schwellenwertes die Temperatur des Mediums sowie Fertigungstoleranzen des elektrischen Antriebsmotors bzw. der Motorroten relevant. Auf der Grundlage von experimentellen Versuchen konnte festgestellt werden, dass eine sichere Un-

terscheidung zwischen Nass- und Trockenlauf über einen großen Temperaturbereich des Mediums, beispielsweise Wasser bzw. Glykol von -10 °C bis +135 °C, möglich ist.

[0036] Zudem sollte deutlich sein, dass jeweils eine Anpassung der vordefinierten Schwellenwerte, sowie Drehzahlen und Zeitintervalle erforderlich ist.

[0037] Die definierte Anfangsspannung sollte dabei mindestens so hoch gewählt werden, dass das Anlaufmoment der Maschine gerade überwunden wird und der elektrische Antriebsmotor gleichmäßig anläuft. Bei zu gering eingestelltem Drehmoment verbraucht der elektrische Antriebsmotor unnötig Strom, der dann Verluste verursachen und die Motorschutzeinrichtung auslösen kann.

[0038] Es sollte darüber hinaus deutlich sein, dass die Erfindung nicht auf die vorbeschriebene Ausführungsform beschränkt ist, sondern in vielfältiger Weise abwandbar ist. So ist eine Anpassung der vordefinierten Schwellenwerte erforderlich. Der bekannte Anfangszustand kann sowohl durch eine definierte Anfangsspannung, als auch eine definierte Anfangsdrehzahl gekennzeichnet werden. Zudem kann der definierte Anfangszustand auch durch das Aufbringen eines definierten Energieeintrages auf den elektrischen Antriebsmotor realisiert werden. Ebenso kann der definierte Endzustand durch den Ablauf eines definierten Zeitintervalls, oder eine definierte Enddrehzahl gekennzeichnet werden. Sowohl die Anfangs-, als auch die Enddrehzahl können einen Stillstand definieren oder einen Wert ungleich Null aufweisen.

[0039] Auch ist der Schutzbereich des vorliegenden Hauptanspruchs nicht auf das beschriebene Verfahren beschränkt. So ist es denkbar, verschiedene Schwellenwerte für verschiedene Kühlmittel oder Pumpenausführungsformen zu definieren oder unterschiedliche Definitionen der Anfangs- und Endzustände vorzunehmen.

40 Patentansprüche

1. Verfahren zum Überwachen des Trockenlaufes einer Förderpumpe, insbesondere Strömungspumpe für Kühlmittelkreisläufe, die von einem elektrischen Antriebsmotor angetrieben wird, wobei zur Überwachung des Trockenlaufes ein Drehzahlerfassungssensor genutzt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** dem elektrischen Antriebsmotor ausgehend von einem bekannten Anfangszustand eine angelegte Spannung weggenommen oder ein definierter Energieeintrag in den elektrischen Antriebsmotor eingebracht wird, woraufhin der elektrische Antriebsmotor bis zu einem definierten Endzustand ausgefahren lassen wird, wobei durch den Drehzahlerfassungssensor beim Auslaufen des elektrischen Antriebsmotors bis zu dem definierten Endzustand die Anzahl der Umdre-

- hungen eines Motorrotors detektiert und mit einem zuvor definierten Schwellenwert verglichen wird, wobei bei Überschreiten des definierten Schwellenwertes auf einen Trockenlauf der Förderpumpe geschlossen wird.
2. Verfahren zum Überwachen des Trockenlaufes einer Förderpumpe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Drehzahlerfassungssensor durch einen Hallsensor realisiert wird. 5
 3. Verfahren zum Überwachen des Trockenlaufes einer Förderpumpe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch den Drehzahlerfassungssensor entweder beim Anlauf-, oder beim Auslaufvorgang oder beim Anlauf- und Auslaufvorgang des elektrischen Antriebsmotors die Anzahl der Umdrehungen des Motorrotors detektiert wird. 10
 4. Verfahren zum Überwachen des Trockenlaufes einer Förderpumpe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der bekannte Anfangszustand durch eine definierte Anfangsspannung festgelegt wird. 15
 5. Verfahren zum Überwachen des Trockenlaufes einer Förderpumpe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der bekannte Anfangszustand durch eine definierte Anfangsdrehzahl festgelegt wird. 20
 6. Verfahren zum Überwachen des Trockenlaufes einer Förderpumpe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der definierte Endzustand durch eine definierte Enddrehzahl festgelegt wird. 25
 7. Verfahren zum Überwachen des Trockenlaufes einer Förderpumpe nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die definierte Enddrehzahl durch den Stillstand des elektrischen Antriebsmotors, das heißt durch eine Drehzahl von 0 Umdrehungen pro Minute, festgesetzt wird. 30
 8. Verfahren zum Überwachen des Trockenlaufes einer Förderpumpe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der definierte Endzustand durch den Ablauf eines definierten Zeitintervalls festgesetzt wird. 35
 9. Verfahren zum Überwachen des Trockenlaufes einer Förderpumpe nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das definierte Zeitintervall 500 bis 2000 ms beträgt. 40
 10. Verfahren zum Überwachen des Trockenlaufes einer Förderpumpe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der elektrische Antriebsmotor entweder ausgehend von einem Stillstand des elektrischen Antriebsmotors, oder aus dem Betrieb heraus auf den bekannten Anfangszustand beschleunigt wird. 45
 11. Verfahren zum Überwachen des Trockenlaufes einer Förderpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der elektrische Antriebsmotor durch die Elektronikeinheit aufgrund von entsprechenden Signalen für ein definiertes Zeitintervall beschleunigt wird. 50
 12. Verfahren zum Überwachen des Trockenlaufes einer Förderpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der elektrische Antriebsmotor mit einem definierten Energieeintrag aus dem Stillstand beschleunigt wird. 55
 13. Verfahren zum Überwachen des Trockenlaufes einer Förderpumpe nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** das definierte Zeitintervall 200 bis 1000 ms beträgt.
 14. Verfahren zum Überwachen des Trockenlaufes einer Förderpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei Detektion eines Trockenlaufes durch Überschreiten des definierten Schwellenwertes das Verfahren zur Verifikation ein zweites Mal durchgeführt wird, wobei bei erneutem Überschreiten des definierten Schwellenwertes eine Fehlermeldung durch eine Steuereinheit ausgegeben wird.
 15. Verfahren zum Überwachen des Trockenlaufes einer Förderpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zur Kommutierung verwendete Sensor bei diesem Verfahren auch zur Trockenlaufüberwachung des elektrischen Antriebsmotors eingesetzt wird.
 16. Verfahren zum Überwachen des Trockenlaufes einer Förderpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Steuereinheit ein entsprechendes erstes Kennfeld hinterlegt wird, auf deren Grundlage der Schwellenwert definiert wird.
 17. Verfahren zum Überwachen des Trockenlaufes einer Förderpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

zusätzlich zum sich im elektrischen Antriebsmotor befindlichen Drehzahlerfassungssensor ein dynamischer Sensor verwendet wird, wobei durch den dynamischen Sensor eine Abweichung des in einem entsprechenden zweiten Kennfeld hinterlegten Verhältnisses von Motorspannung und Drehzahl registriert wird.

Claims

1. A method for detecting a dry run of a feed pump, in particular a flow pump for coolant circuits, driven by an electric drive motor, wherein a rotational speed detection sensor is used to detect the dry run, **characterized in that** based on a known initial state, a voltage applied is removed from the electric drive motor or a defined energy input is introduced into the electric drive motor, whereupon the electric drive motor is allowed to run down to a defined final state, wherein, as the electric drive motor runs down to the defined final state, the rotational speed detection sensor detects the number of rotations of a motor rotor and compares the same with a predefined threshold value, wherein a dry run of the feed pump is concluded when the defined threshold value is exceeded.
2. The method for detecting a dry run of a feed pump as defined in claim 1, **characterized in that** the rotational speed detection sensor is embodied by a Hall sensor.
3. The method for detecting a dry run of a feed pump as defined in claim 1, **characterized in that** either during the starting or the running down process or during the starting and the running down process of the electric drive motor, the rotational speed detection sensor detects the number of rotations of the motor rotor.
4. The method for detecting a dry run of a feed pump as defined in claim 1, **characterized in that** the known initial state is fixed by a defined initial voltage.
5. The method for detecting a dry run of a feed pump as defined in claim 1, **characterized in that** the known initial state is fixed by a defined initial rotational speed.
6. The method for detecting a dry run of a feed pump as defined in claim 1, **characterized in that** the known final state is fixed by a defined final rotational speed.
7. The method for detecting a dry run of a feed pump as defined in claim 6, **characterized in that** the defined final rotational speed is defined by the standstill of the electric drive motor, i.e. by a rotational speed of 0 rotations per minute.
8. The method for detecting a dry run of a feed pump as defined in claim 1, **characterized in that** the defined final state is fixed by the lapse of a defined time interval.
9. The method for detecting a dry run of a feed pump as defined in claim 8, **characterized in that** the defined time interval is 500 to 2000 ms.
10. The method for detecting a dry run of a feed pump as defined in claim 1, **characterized in that** the electric drive motor is accelerated to the known initial state either from a standstill of the electric drive motor or out of the operation thereof.
11. The method for detecting a dry run of a feed pump as defined in one of the preceding claims, **characterized in that** the electric drive motor is accelerated for a defined time interval by an electronic unit based on corresponding signals.
12. The method for detecting a dry run of a feed pump as defined in one of the preceding claims, **characterized in that** the electric drive motor is accelerated from standstill by means of a defined energy input.
13. The method for detecting a dry run of a feed pump as defined in claim 12, **characterized in that** the defined time interval is 200 to 1000 ms.
14. The method for detecting a dry run of a feed pump as defined in one of the preceding claims, **characterized in that** upon the detection of a dry run by exceeding the defined threshold value, the method is executed a second time for verification, wherein, if the defined threshold value is exceeded again, an error indication is supplied by a control unit.
15. The method for detecting a dry run of a feed pump as defined in one of the preceding claims, **characterized in that** the sensor used for commutation is also used in this method to detecting a dry run of the electric drive motor.
16. The method for detecting a dry run of a feed pump as defined in one of the preceding claims, **characterized in that** a corresponding first characteristic map is stored in the control unit, the threshold value being defined on the basis thereof.
17. The method for detecting a dry run of a feed pump as defined in one of the preceding claims, **characterized in that** in addition to the rotational speed

detection sensor situated in the electric drive motor, a dynamic sensor is used, wherein the dynamic sensor detects a deviation in the ration of motor voltage and rotational speed stored in a corresponding second characteristic map.

Revendications

1. Procédé de contrôle du fonctionnement à sec d'une pompe d'alimentation, notamment une pompe de circulation pour circuits réfrigérant, entraînée par un moteur d'entraînement électrique, dans lequel un capteur de vitesse de rotation est utilisé pour contrôler le fonctionnement à sec, **caractérisé en ce que** basé sur un état initial connu, une tension appliquée est enlevée du moteur d'entraînement ou un apport d'énergie défini est introduit dans ledit moteur d'entraînement électrique, après quoi on laisse ledit moteur d'entraînement électrique décélérer jusqu'à un état final défini, dans lequel le nombre de rotations d'un rotor de moteur est détecté par ledit capteur de vitesse de rotation pendant la décélération du moteur d'entraînement électrique jusqu'à l'état final défini, et est comparé à une valeur de seuil définie préalablement, dans lequel, lors d'un dépassement de la valeur de seuil définie, l'on déduit un fonctionnement à sec de la pompe d'alimentation.
 2. Procédé de contrôle du fonctionnement à sec d'une pompe d'alimentation selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** ledit capteur de vitesse de rotation est un capteur à effet Hall.
 3. Procédé de contrôle du fonctionnement à sec d'une pompe d'alimentation selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** ledit capteur de vitesse de rotation détecte le nombre de rotations du rotor de moteur soit lors du processus de démarrage ou lors du processus de décélération, soit lors du processus de démarrage et de décélération du moteur d'entraînement électrique.
 4. Procédé de contrôle du fonctionnement à sec d'une pompe d'alimentation selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'état initial connu est fixé par une tension initiale définie.
 5. Procédé de contrôle du fonctionnement à sec d'une pompe d'alimentation selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'état initial connu est fixé par une vitesse de rotation initiale définie.
 6. Procédé de contrôle du fonctionnement à sec d'une pompe d'alimentation selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'état final défini est fixé par une
- vitesse de rotation finale définie.
 7. Procédé de contrôle du fonctionnement à sec d'une pompe d'alimentation selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** la vitesse de rotation finale définie est fixée par l'arrêt du moteur d'entraînement électrique, à savoir par une vitesse de rotation de 0 rotations per minute.
 8. Procédé de contrôle du fonctionnement à sec d'une pompe d'alimentation selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'état final défini est fixé par l'expiration d'un intervalle de temps défini.
 9. Procédé de contrôle du fonctionnement à sec d'une pompe d'alimentation selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** l'intervalle de temps défini est de 500 à 2000 ms.
 10. Procédé de contrôle du fonctionnement à sec d'une pompe d'alimentation selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le moteur d'entraînement électrique est accéléré jusqu'à l'état initial connu soit à partir de l'arrêt du moteur d'entraînement électrique, soit en cours d'opération.
 11. Procédé de contrôle du fonctionnement à sec d'une pompe d'alimentation selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le moteur d'entraînement électrique est accéléré par une unité électronique sur la base de signaux appropriées pour un intervalle de temps défini.
 12. Procédé de contrôle du fonctionnement à sec d'une pompe d'alimentation selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le moteur d'entraînement électrique est accéléré avec un apport d'énergie défini à partir de l'arrêt.
 13. Procédé de contrôle du fonctionnement à sec d'une pompe d'alimentation selon la revendication 12, **caractérisé en ce que** l'intervalle de temps défini est de 200 à 1000 ms.
 14. Procédé de contrôle du fonctionnement à sec d'une pompe d'alimentation selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** lors de la détection d'un fonctionnement à sec par le dépassement de la valeur de seuil définie, le procédé est exécuté une deuxième fois pour le but de vérification, une unité de commande fournissant un message d'erreur lors d'un autre dépassement de la valeur de seuil définie.
 15. Procédé de contrôle du fonctionnement à sec d'une pompe d'alimentation selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que**, dans ce procédé, le capteur utilisé pour la commu-

tation est aussi utilisé pour le contrôle du fonctionnement à sec du moteur d'entraînement électrique.

16. Procédé de contrôle du fonctionnement à sec d'une pompe d'alimentation selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'un** champ caractéristique correspondant stocké dans ladite unité de commande, sur la base duquel la valeur de seuil est définie. 5
10
17. Procédé de contrôle du fonctionnement à sec d'une pompe d'alimentation selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'en plus** du capteur de vitesse de rotation situé dans ledit moteur d'entraînement électrique, un capteur dynamique est utilisé, ledit capteur dynamique détectant une déviation du rapport de la tension du moteur et la vitesse de rotation stocké dans un deuxième champ caractéristique correspondant. 15
20

25

30

35

40

45

50

55

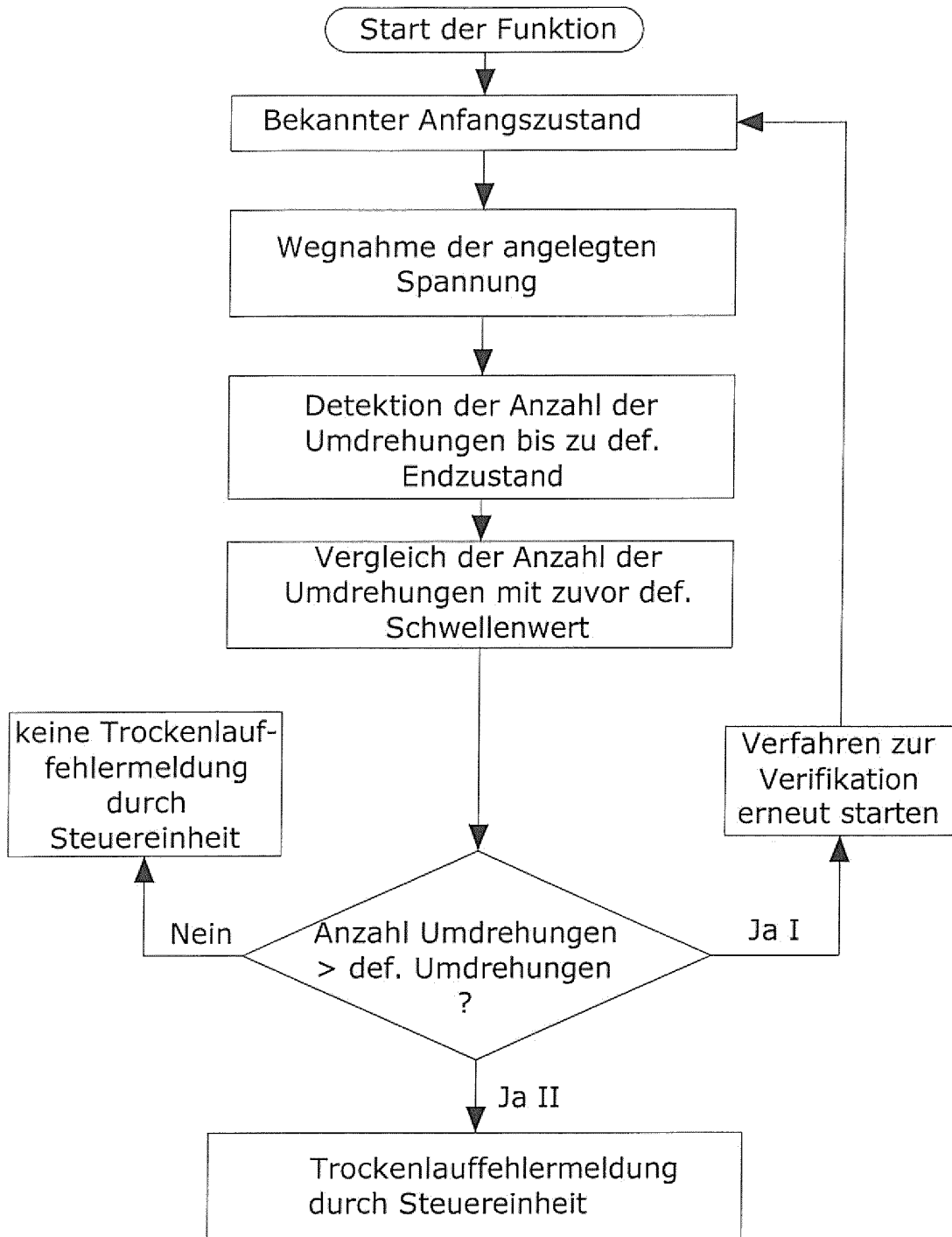
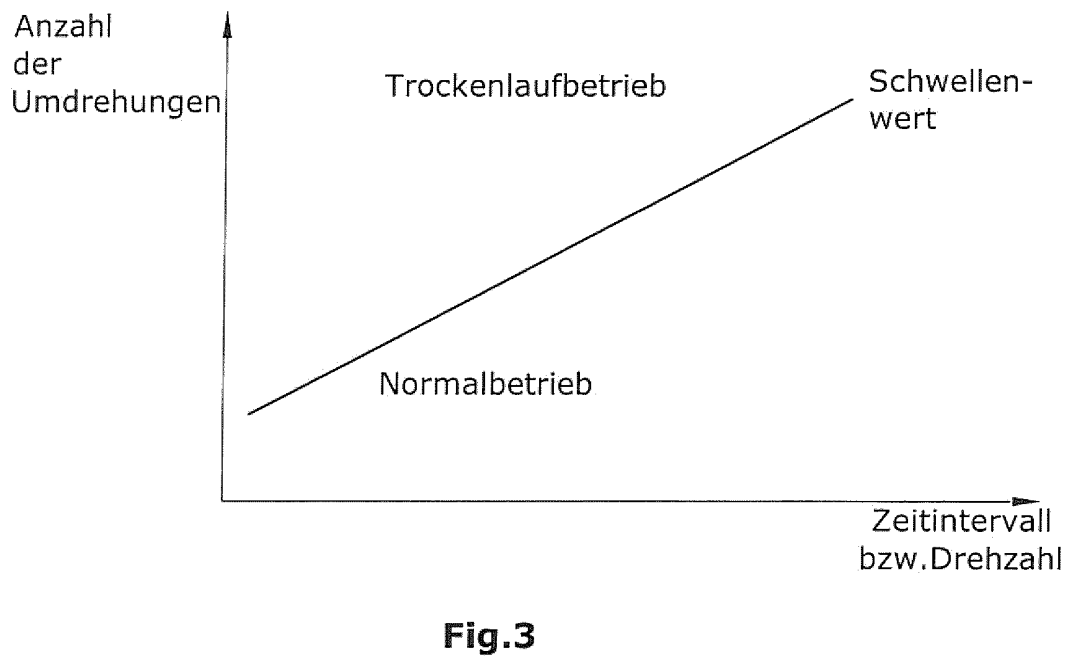
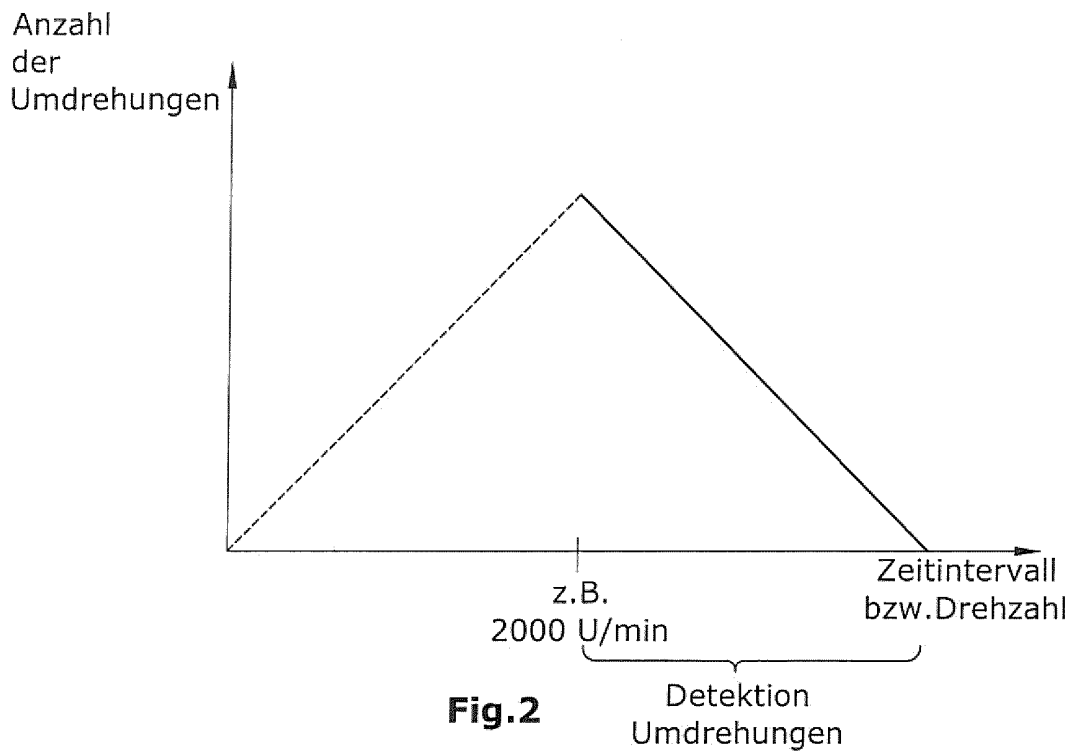


Fig.1



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 10101099 A1 [0007]