

(19)



(11)

**EP 2 426 360 A2**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**07.03.2012 Patentblatt 2012/10**

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

(21) Anmeldenummer: **11180480.3**

(22) Anmeldetag: **07.09.2011**

(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**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA ME**

(72) Erfinder:  
• **Diesing, Marc**  
**53757 Sankt Augustin (DE)**  
• **Senkowski, Martin**  
**53819 Neunkirchen-Seelscheid (DE)**  
• **Petridis, Vassilios**  
**53804 Much (DE)**

(30) Priorität: **07.09.2010 DE 102010037379**

(71) Anmelder: **HOMA Pumpenfabrik GmbH**  
**53819 Neunkirchen-Seelscheid (DE)**

(74) Vertreter: **Oberwalleney, Stephan et al**  
**Neumann Müller Oberwalleney & Partner**  
**Patentanwälte**  
**Overstolzenstrasse 2a**  
**50677 Köln (DE)**

(54) **Pumpenanordnung mit integrierter Vibrationsmessung**

(57) Die Erfindung betrifft eine Pumpenanordnung zur Förderung eines Fluids, umfassend ein Gehäuse 3, eine Antriebswelle 5, die mittels eines Lagers 28 in dem Gehäuse 3 um eine Drehachse A drehbar gelagert ist, einen Beschleunigungssensor 36, der mit dem Gehäuse 3 fest verbunden ist, und eine Elektronikeinheit 40, die mit dem Beschleunigungssensor 36 zur Datenübertragung verbunden ist, wobei der Beschleunigungssensor 36 und die Elektronikeinheit 40 innerhalb des Gehäuses 3 angeordnet sind.

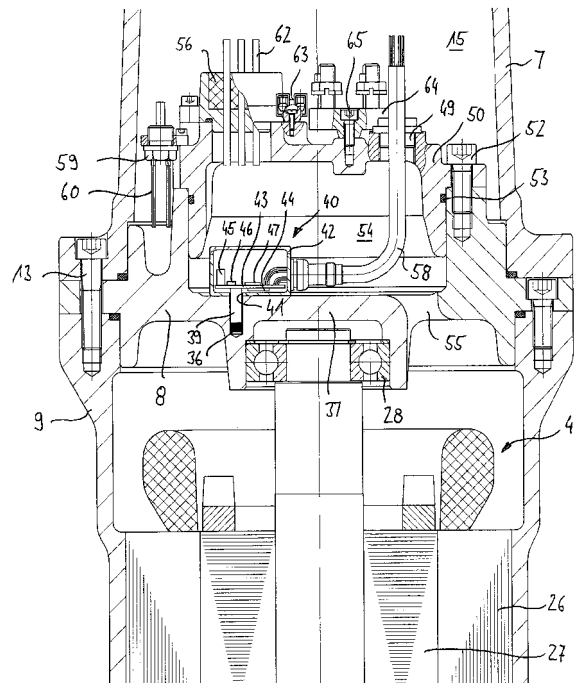


FIG. 2

**EP 2 426 360 A2**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Pumpenanordnung zum Fördern eines Fluids, insbesondere eine Kreiselpumpe. Derartige Pumpenanordnungen heben Flüssigkeiten bzw. erhöhen deren Druck oder Geschwindigkeiten. Bei Kreiselpumpen erfolgt dies, indem mechanische Arbeit durch die Fliehkraft und Umlenkung des Mediums in Schaufelrädern übertragen wird. Fördermedien können neben Wasser bzw. Abwasser auch aggressive Medien, Chemikalien, Schlämme oder zähe Flüssigkeiten sein. Pumpenanordnungen der genannten Art umfassen üblicherweise einen Elektromotor, der in einem Gehäuse der Pumpenanordnung drehbar gelagert ist.

**[0002]** Aus der DE 20 2004 009 580 U1 ist eine Tauchpumpe für geringe Wasserstände mit einer untenliegenden Ansaugöffnung bekannt. Die Tauchpumpe umfasst einen Sensorschalter, der oberhalb einer Bodenaufstandsfläche einen elektrischen Kontakt hat, der bei Überflutung durch Wasser ein Einschalten der Tauchpumpe ansteuert.

**[0003]** Aus der DE 10 2008 038 661 A1 ist ein Verfahren zur Reduzierung der Geräuschemission eines Pumpenaggregats mit einer Pumpe und einem Elektromotor bekannt, welcher die Pumpe antreibt. Das Pumpenaggregat umfasst einen Sensor zur Erfassung mechanischer Schwingungen an einer Stelle eines Bauteils des Pumpenaggregats oder eines damit mechanisch in Verbindung stehenden Bauteils sowie eine Auswertelektronik zur Bestimmung eines Vibrationswertes und mit einer Steuereinheit zur Bestromung der Statorspulen des Elektromotors.

**[0004]** Aus der DE 199 56 768 A1 ist ein Verfahren zum Betrieb eines regelbaren Elektromotors für eine Kreiselpumpe bekannt. Es ist eine Elektronik mit einem Regler und einem Vibrationssensor vorgesehen. Dem Regler werden die von dem Vibrationssensor gemessenen Amplituden der Vibration des Pumpengehäuses als Regeleingangsgröße über ein Kabel zugeführt. Der Vibrationssensor weist zwei leitende Metallplatten auf, zwischen denen ein Piezoelement angeordnet ist. Eine der Platten ist direkt auf die Stirnseite des Pumpengehäuses aufgeklebt.

**[0005]** Aus der DE 196 17 570 C1 ist eine Tauchpumpe mit einer elektronischen Pegelüberwachungseinrichtung zum automatischen Ein- und Ausschalten der Pumpe in Abhängigkeit vom Pegelstand bekannt. Die Pegelüberwachungseinrichtung umfasst einen optischen Sensor, der die Drehzahl der Pumpe misst. Basierend auf der gemessenen Drehzahl kann die Pumpe ausgeschaltet werden.

**[0006]** Aus der DE 10 2009 005 154 A1 ist ein Pumpenaggregat in Gestalt eines vertikal angeordneten Trockenläufers mit einer elektromotorischen Antriebs-einheit, einer Pumpeneinheit und einer dazwischen angeordneten Vorrichtung bekannt. Die Vorrichtung weist eine Laterne auf, welche mechanische Verbindungsmittel zum Antreiben der Pumpeneinheit durch die Antriebs-

einheit umgreift und an der sich an einer Stirnseite die Antriebseinheit und an der axial gegenüberliegenden Stirnseite die Pumpeneinheit anschließt. An oder in der Laterne ist eine Überwachungselektronik zur Erfassung des Betriebszustandes der Pumpeneinheit angeordnet. Mit der Überwachungselektronik sind verschiedene Sensoren verbunden. Ein Vibrationssensor steht in mechanisch fester Wirkverbindung mit der Laterne und erfasst die mechanischen Schwingungen an dem Pumpenaggregat.

**[0007]** Aus der GB 2 450 157 A ist ein System zur Überwachung einer Tauchmotorpumpe zum Einsetzen in ein Bohrloch einer Ölquelle bekannt. Die Tauchmotorpumpe weist einen Rotations- oder Winkelmesssensor auf, der eine Drehbewegung der Tauchmotorpumpe erkennen kann. Es ist ein Mikroprozessor vorgesehen, an den die Messdaten des Sensors weitergegeben werden. Der Sensor und der Mikroprozessor sind in einem Messgerät an der Tauchmotorpumpe angeordnet.

**[0008]** Beim Betrieb von Pumpenanordnungen kann es beispielsweise durch Verschleiß oder im Fördermedium enthaltene Körper an dem Laufrad oder den Lagern zu Schädigungen kommen. Dies kann sich negativ auf das Laufverhalten der Pumpenanordnung auswirken und letztendlich zu einer verminderten Lebensdauer führen.

**[0009]** Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Pumpenanordnung vorzuschlagen, mit der das Laufverhalten bzw. der Betriebszustand überwacht werden können, so dass Schädigungen an der Pumpenanordnung vermieden werden und deren Lebensdauer verlängert wird. Die Aufgabe besteht weiter darin, ein Verfahren zum Auswerten von Schwingungsdaten einer solchen Pumpenanordnung vorzuschlagen, mit dem Schäden an der Pumpenanordnung rechtzeitig erkannt und insbesondere einer möglichen Ursache zugeordnet werden können.

**[0010]** Die Lösung besteht in einer Pumpenanordnung zur Förderung eines Fluids, umfassend eine Antriebswelle, die mittels eines Lagers in dem Gehäuse um eine Drehachse drehbar gelagert ist, einen Beschleunigungssensor, der mit dem Gehäuse fest verbunden ist, und eine Elektronikeinheit, die mit dem Beschleunigungssensor zur Datenübertragung verbunden ist, wobei der Beschleunigungssensor und die Elektronikeinheit innerhalb des Gehäuses angeordnet sind. Vorzugsweise ist die Pumpenanordnung in Form einer Tauchmotorpumpe gestaltet und umfasst einen im Gehäuse angeordneten Elektromotor zum Antreiben der Antriebswelle. Das Gehäuse ist nach außen hin abgedichtet, damit kein Fluid ungewünscht in den Innenraum der Tauchmotorpumpe gelangt.

**[0011]** Der Vorteil besteht darin, dass der Beschleunigungssensor Schwingungen der Antriebswelle unmittelbar innerhalb des Gehäuses erfassen kann. Die erfassten Schwingungsdaten können dann in der Elektronikeinheit weiterverarbeitet werden, um Rückschlüsse auf eventuelle Störfaktoren ziehen zu können. Auf diese

Weise kann das Laufverhalten der Pumpenanordnung verbessert werden und es können Schädigungen an der Pumpe frühzeitig erkannt und vermieden werden. Dadurch, dass sowohl der Beschleunigungssensor, als auch die Elektronikeinheit innerhalb des Gehäuses angeordnet sind, sind diese frei von äußeren Störeinflüssen. Die Pumpe kann in der Elektronikeinheit bereits eine Auswerteeinheit beinhalten, welche Schwingungsdaten erfasst und weiterverarbeitet und/oder Kennwerte aus den Schwingungsdaten berechnet. Eine separate Auswerteeinheit außerhalb der Pumpenanordnung ist somit nicht erforderlich.

**[0012]** Eine bevorzugte Verwendung der erfindungsgemäßen Pumpenanordnung ist der Einsatz als Tauchmotorpumpe, das heißt eine Kreiselpumpe, die in das zu fördernde Fluid eingetaucht wird und die üblicherweise durch elektrischen Strom angetrieben wird. Die Verwendung als Tauchmotorpumpe ist besonders günstig, weil neben den spannungsführenden Teile auch die Messsensorik und die Elektronik durch die Integration in die Pumpe gegen die Umwelt und damit verbundene Störeinflüssen isoliert sind.

**[0013]** Vorzugsweise ist innerhalb des Gehäuses eine wasserdichte und/oder druckgekapselte Kammer vorgesehen, in welcher der Beschleunigungssensor angeordnet ist. Diese wasserdichte bzw. druckgekapselte separate Kammer wird durch Gehäuseteile des Gehäuses eingeschlossen und schützt die darin angeordneten Bauteile zuverlässig vor äußeren Einflüssen. Der Beschleunigungssensor kann somit unverfälschte und genaue Daten über der Zeit liefern, da er aufgrund der Anordnung in der abgedichteten Kammer keinen äußeren Einflüssen ausgesetzt ist. Der Beschleunigungssensor ist insbesondere an bzw. in einem der die Kammer umgebenden Gehäuseteile angeordnet und mit diesem verbunden. Es versteht sich, dass nicht nur ein sondern auch mehrere Beschleunigungssensoren innerhalb des Gehäuses vorgesehen sein können, wobei bei Verwendung mehrerer Sensoren genauere Messdaten bzw. Messdaten von verschiedenen Teilen der Pumpe erfasst werden können.

**[0014]** Nach einer bevorzugten Ausgestaltung umfasst das Gehäuse ein Lagergehäuseteil, in dem das Lager zur Lagerung der Antriebswelle aufgenommen ist, wobei der Beschleunigungssensor unmittelbar mit dem Lagergehäuseteil verbunden ist. Das Lagergehäuseteil ist deckelförmig gestaltet und bildet einen innenliegenden Teil des Gehäuses. Der Beschleunigungssensor ist unmittelbar an dem Lagergehäuseteil befestigt, das heißt er ist an einer Oberfläche des Lagergehäuseteils angebracht oder in das Lagergehäuseteil eingesetzt. Dadurch, dass der Beschleunigungssensor direkt mit dem Lagergehäuseteil verbunden ist, ist das erfasste Signal unverfälscht. Auf diese Weise ergibt sich eine hohe Messgenauigkeit, was sich wiederum positiv auf die Weiterverarbeitung der erfassten Rohdaten auswirkt. Mögliche Ursachen für ein ungewünschtes Schwingungsverhalten lassen sich damit genau zuordnen, so dass eine

Fehlerdiagnose vereinfacht und ein plötzlicher Ausfall der Pumpe verhindert wird. Es versteht sich, dass die Lagerung der Antriebswelle mittels eines, zwei oder mehr Lager erfolgen kann. Die Messung der Beschleunigungssignale mittels des Beschleunigungssensor erfolgt vorzugsweise an einem der Lager, kann jedoch auch an mehreren der Lager vorgenommen werden.

**[0015]** Die Pumpenanordnung umfasst vorzugsweise einen in dem Gehäuse angeordneten Elektromotor zum Antreiben der Antriebswelle und ein Laufrad, welches an der Antriebswelle befestigt ist und zum Fördern des Fluids dient. Nach einer bevorzugten Ausgestaltung ist das Lagergehäuseteil mit einem Motorgehäuseteil, in dem der Elektromotor zum Antreiben der Antriebswelle aufgenommen ist, fest verbindbar, beispielsweise mittels Schraubverbindungen. Das Gehäuse weist neben dem ersten Lagergehäuseteil für das erste Lager und dem Motorgehäuseteil für den Elektromotor noch ein zweites Lagergehäuseteil mit einem zweiten Lager auf.

**[0016]** Die Antriebswelle wird in dem ersten Lager und dem zweiten Lager um die Drehachse drehbar gelagert und ist von dem Elektromotor antreibbar. Dabei ist der Stator des Elektromotors im Motorgehäuse befestigt, das heißt insbesondere im Drehsinn abgestützt, während der innenliegende Rotor mit der Antriebswelle fest verbunden ist. Die Antriebswelle ist durch das zweite Lager und die zweite Lagergehäuse hindurchgeführt und trägt an ihrem Ende das Pumpenlaufrad. Bei einer Pumpenanordnung mit vertikaler Drehachse ist der Sensor vorzugsweise dem oberen Lagergehäuse zugeordnet.

**[0017]** Nach einer bevorzugten Ausgestaltung ist vorgesehen, dass das Lagergehäuseteil, an dem der Sensor vorgesehen ist, auf seiner der Antriebswelle abgewandten Seite mittels eines Deckelteils verschließbar ist, wobei zwischen dem Lagergehäuseteil und dem Deckelteil eine Kammer gebildet ist. Das Lagergehäuseteil bildet somit zur einen Seite zumindest weitestgehend einen räumlichen Abschluss für das Gehäuseteil, in dem der Elektromotor angeordnet ist. Zur anderen Seite bildet das Lagergehäuseteil zusammen mit dem Deckelteil eine Kammer, die als Kabelanschlussraum dient. Die Kammer ist vorzugsweise sicher gegen äußere Einflüsse abgekapselt, das heißt wasserdicht und/oder druckdicht gestaltet. Hierfür ist zwischen dem Lagergehäuseteil und dem Deckelteil vorzugsweise eine Dichtung vorgesehen. Die Befestigung der beiden Bauteile miteinander kann beispielsweise mittels mehrerer über den Umfang verteilter Schrauben erfolgen. Vorzugsweise ist der Beschleunigungssensor in der genannten Kammer angeordnet.

**[0018]** Nach einer bevorzugten Ausgestaltung ist der Beschleunigungssensor so gestaltet bzw. angeordnet, dass dieser in Bezug auf die Drehachse der Antriebswelle radiale und/oder in Umfangsrichtung gerichtete Bewegungskomponenten erfassen kann. Insbesondere ist vorgesehen, dass zumindest eine Messachse des Sensors radial zur Drehachse der Antriebswelle ausgerichtet ist, welche bei Schwingungen die Erregerachse ist. Auf

diese Weise wird eine sehr genaue Messung von Schwingungen der Antriebswelle ermöglicht.

**[0019]** Besonders günstig ist es, wenn der Beschleunigungssensor in einer Bohrung des Lagergehäuseteils angeordnet ist, und zwar in unmittelbarer Nähe zur Lagerung der Antriebswelle. Vorzugsweise ist der Beschleunigungssensor in einer Gießmasse in der Bohrung vergossen, das heißt der zwischen dem Beschleunigungssensor und der Bohrungswandung gebildete Hohlraum ist mit einem Füllmedium, insbesondere mit einem aushärtbarem Kunstharz, ausgefüllt. So wird eine unmittelbare und unverfälschte Übertragung von Schwingungen von der Antriebswelle bzw. dem Lager auf das Lagergehäuseteil und den darin aufgenommenen Sensor gewährleistet. Außerdem ist der Sensor auf diese Weise vor äußeren Einflüssen geschützt. Besonders günstig ist es, wenn der Beschleunigungssensor radial benachbart zum Lager angeordnet ist, insbesondere im Bereich eines hülsenförmigen Lagersitzes, in dem das Lager aufgenommen ist.

**[0020]** Der Beschleunigungssensor ist vorzugsweise ein digitaler Sensor. Dies hat den Vorteil, dass eine direkte Weiterverarbeitung der erfassten Schwingungsdaten in einem Prozessor vorgenommen werden kann; ein Analog/Digital-Wandler ist nicht erforderlich. Nach einer günstigen Ausgestaltung wird ein 1D-Sensor verwendet, der Schwingungsmessungen in einer Dimension erfassen kann, wobei die sensitive Achse des Sensors radial zur Drehachse der Antriebswelle angeordnet ist. Für ein noch genaueres Messergebnis kann selbstverständlich auch ein 2D-Sensor verwendet werden, der Messungen in zwei Dimensionen ermöglicht. Dabei wird der Sensor vorzugsweise so angeordnet, dass eine erste sensitive Achse in einer ersten radialen Richtung zur Drehachse der Antriebswelle liegt und eine zweite sensitive Achse in einer zweiten radialen Richtung zur Drehachse liegt, die zur ersten radialen Richtung senkrecht verläuft. Der Beschleunigungssensor weist vorzugsweise ein oder mehrere Piezoelemente auf. Dabei wandelt ein piezokeramisches Sensorplättchen dynamische Druckschwankungen in elektrische Signale um, die entsprechend in der Elektronikeinheit weiterverarbeitet werden können. Alternativ kann auch ein mikro-elektromechanisches System (MEMS) als Beschleunigungssensor verwendet werden, welches auch als Feder-Masse-System bezeichnet werden kann. Durch die Auslenkung bei Beschleunigung kann zwischen dem gefedert aufgehängten Teil und einer festen Bezugselektrode eine Änderung der elektrischen Kapazität gemessen werden. Es versteht sich, dass auch beliebige andere Beschleunigungssensoren verwendet werden können.

**[0021]** Nach einer bevorzugten Ausgestaltung ist die mit dem Sensor verbundene Elektronikeinheit in der Kammer angeordnet, die zwischen dem Lagergehäuseteil und dem Deckelteil gebildet ist. Auf diese Weise ist die Elektronikeinheit von äußeren Einflüssen gut geschützt. Die Elektronikeinheit umfasst vorzugsweise einen Prozessor, an den die vom Beschleunigungssensor

erfassten Rohdaten weitergegeben werden, wobei der Prozessor die Rohdaten weiterverarbeitet. Insbesondere ist nach einer günstigen Ausgestaltung vorgesehen, dass der Prozessor aus den vom Beschleunigungssensor erfassten Schwingungsdaten Referenzwerte, Kennwerte und/oder Frequenzspektren berechnet, die es erlauben, spezifische Schwingungen entsprechenden mechanischen Ursachen zuzuordnen. Dabei kann insbesondere zwischen Vibrationen unterschieden werden, die vom Laufrad bzw. der Hydraulik ausgehen, wie beispielsweise Laufradbeschädigungen, Verstopfung, Unwuchten oder andere ungünstige Betriebsbedingungen, sowie Vibrationen, die aufgrund von Wellenlager-Schäden entstehen, oder Schwingungen der gesamten Pumpenanordnung, einschließlich der angeschlossenen Armaturen und Rohrleitungen.

**[0022]** Vorzugsweise weist die Elektronikeinheit einen Datenspeicher auf, in dem die vom Beschleunigungssensor erfassten Rohdaten und/oder vom Prozessor durch Weiterverarbeitung der Rohdaten ermittelte Kennwerte und Auswertedaten speicherbar sind. Diese Ausgestaltung mit integriertem Prozessor und Datenspeicher ist insofern besonders vorteilhaft, als eine Auswertung des Laufverhaltens der Pumpe unmittelbar in der Pumpenanordnung erfolgen kann. Dies ermöglicht wiederum eine einfache Überwachung, Wartung und Fehlerdiagnose der Pumpe. Es ist ferner nach einer bevorzugten Weiterbildung eine Schnittstelle vorgesehen, mit dem die im Datenspeicher gespeicherten Daten an ein externes Peripheriegerät, insbesondere eine speicherprogrammierte Steuerungseinheit (SPS), weitergegeben werden können.

**[0023]** Die Elektronikeinheit weist vorzugsweise ein Gehäuse auf, das insbesondere aus einem metallischen Werkstoff, beispielsweise Aluminium hergestellt ist. Das Gehäuse wird fest mit dem Lagergehäuseteil verbunden, beispielsweise über Schraubverbindungen. Dabei ist insbesondere vorgesehen, dass das Gehäuse mit innenliegender Elektronik auf einer Stirnseite des Lagergehäuseteils angebracht wird, und zwar vorzugsweise unmittelbar im Bereich, in dem der Beschleunigungssensor mit dem Lagergehäuseteil verbunden ist. Das Gehäuse hat eine Durchgangsöffnung, durch die der Beschleunigungssensor zum Lagergehäuseteil hindurchgeführt ist. Auf diese Weise ist sichergestellt, dass der Beschleunigungssensor unmittelbar mit dem Lagergehäuseteil verbunden ist, gleichzeitig aber durch das Gehäuse der Elektronikeinheit geschützt ist. Von der Elektronikeinheit führen Kabel durch das Deckelteil nach außerhalb der Kammer. Hierfür hat das Deckelteil eine Kabeldurchführung, die insbesondere abgedichtet bzw. druckgekapselt ist.

**[0024]** Die Lösung der obengenannten Aufgabe besteht weiter in einem Verfahren zur Auswertung von Schwingungsdaten einer Pumpenanordnung, die eines oder mehrere der obengenannten Ausgestaltungsmerkmale aufweisen kann, wobei das erfindungsgemäße Verfahren die folgenden Verfahrensschritte aufweist:

Festsetzen zumindest eines Referenzwertes eines die Schwingungen der Pumpenanordnung repräsentierenden Signals;

Einlesen und Festsetzen zumindest eines Referenzfrequenzspektrums auf Basis von mittels des Beschleunigungssensors über der Zeit ermittelten Schwingungsdaten bei der Inbetriebnahme der Pumpenanordnung;

Erfassen zumindest eines die Schwingungen der Pumpenanordnung repräsentierenden Schwingungssignals mittels des Beschleunigungssensors über der Zeit; Berechnen zumindest eines Kennwertes und zumindest eines Frequenzspektrums aus dem vom Beschleunigungssensor erfassten zumindest einen Schwingungssignal;

Vergleichen des zumindest einen berechneten Kennwertes mit dem zumindest einen Referenzwert; Vergleichen des zumindest einen Frequenzspektrums mit dem zumindest einen Referenzfrequenzspektrum;

Speichern des zumindest einen Referenzwertes, des Schwingungssignals, des zumindest einen Referenzfrequenzspektrums, des zumindest einen Kennwertes und des zumindest einen Frequenzspektrums.

**[0025]** Die erfindungsgemäße Pumpenanordnung eignet sich zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens. Dabei werden mit dem Verfahren zur Auswertung von Schwingungsdaten im wesentlichen dieselben Vorteile erreicht, wie mit der erfindungsgemäßen Pumpenanordnung. Insbesondere wird ermöglicht, dass während des Betriebs eine Berechnung und Überwachung von die Schwingungen repräsentierenden Kennwerten erfolgt. Hierüber lassen sich Rückschlüsse auf das Laufverhalten der Pumpenanordnung ziehen und es können Schädigungen an der Pumpe frühzeitig erkannt und vermieden werden. Dabei kann über die Verwendung des zumindest einen Kennwertes einerseits und des zumindest einen Frequenzspektrums andererseits, eine besonders genaue Analyse des Schwingungsverhaltens der Pumpenanordnung erfolgen. Beide Datensätze werden bei der Analyse berücksichtigt, so dass Rückschlüsse über das Schwingungsverhalten bzw. der Gründe für ein bestimmtes Schwingungsverhalten der Pumpenanordnung ermöglicht werden.

**[0026]** Das Festsetzen des zumindest einen Referenzwertes eines die Schwingungen der Pumpenanordnung repräsentierenden Signals erfolgt vorzugsweise im Rahmen eines Testlaufs bei Inbetriebnahme der Pumpenanordnung in der jeweiligen Einbausituation. Dasselbe gilt für das Ermitteln des Referenzfrequenzspektrums, was bei der ersten Inbetriebnahme der Pumpenanordnung geschieht. Der zumindest eine Referenzwert wird aus dem berechneten Frequenzspektrum und/oder aus einem Schwingungskennwert definiert. Bei dem zumindest einen Referenzwert kann es sich beispielsweise um einen Mittelwert (Effektivwert) oder Maximalwert eines ge-

messenen Zeitraums handeln. Bei dem Referenzfrequenzspektrum kann es sich beispielsweise um einen Datensatz handeln, der eine bestimmte Anzahl von Werten pro Zeiteinheit beinhaltet.

**[0027]** Im späteren Betrieb der Pumpenanordnung werden über der Zeit die Schwingungskennwerte bzw. Frequenzspektren laufend berechnet und mit dem hinterlegten Referenzwerten verglichen. Dies erfolgt vorzugsweise im Prozessor der Elektronikeinheit. Der zumindest eine Referenzwert, das zumindest eine Referenzfrequenzspektrum, die hieraus berechneten Kennwerte und/oder das berechnete Frequenzspektrum werden in dem Datenspeicher über der Zeit hinterlegt. Dabei werden die Daten eines bestimmten Zeitintervalls aufgezeichnet und gespeichert. Die hier hinterlegten Daten lassen sich zu jeder Zeit auslesen. So kann der Benutzer anhand der gespeicherten Daten des letzten Zeitintervalls Rückschlüsse auf den Betriebszustand der Pumpenanordnung ziehen. Bezüglich der Datenspeicherung ist insbesondere vorgesehen, dass der zumindest eine Referenzwert bzw. das zumindest eine Referenzfrequenzspektrum permanent in dem Datenspeicher gespeichert sind. Demgegenüber kann vorzugsweise vorgesehen sein, dass die über der Zeit berechneten Werte bzw. Spektren nur ein begrenztes Zeitintervall gespeichert werden. Beispielsweise ist es denkbar, dass jeweils nur die letzten 10 bis 15 Minuten der Daten gespeichert und danach wieder überschrieben werden.

**[0028]** Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Pumpenanordnung ist in den Zeichnungsfiguren dargestellt und wird nachstehend beschrieben. Es zeigt

Figur 1 eine erfindungsgemäße Pumpenanordnung im Längsschnitt und

Figur 2 den oberen Abschnitt der Pumpenanordnung nach Figur 1 im Detail.

**[0029]** Die beiden Figuren 1 und 2 werden nachstehend gemeinsam beschrieben. Es ist eine erfindungsgemäße Pumpenanordnung 2 gezeigt, die in Form einer Tauchmotorpumpe gestaltet ist. Die Pumpenanordnung 2 weist ein Gehäuse 3, einen in dem Gehäuse 3 aufgenommenen Elektromotor 4, eine vom Elektromotor 4 angetriebene Antriebswelle 5 und ein mit der Antriebswelle 5 fest verbundenes Laufrad 6 auf.

**[0030]** Es ist erkennbar, dass das Gehäuse 3 in mehrere Abschnitte unterteilt ist, die nachträglich miteinander verbunden werden. Das Gehäuse 3 umfasst insbesondere einen Gehäusedeckel 7, ein Lagergehäuseteil 8, das auch als Motorlagergehäuse bezeichnet werden kann, ein Motorgehäuseteil 9, ein unteres Lagergehäuseteil 10, das auch als Motorlagergehäuse bezeichnet werden kann, einen zweiten Gehäusedeckel 11 und ein daran angeschlossenes Pumpengehäuseteil 12, in dem sich das Laufrad 6 dreht. Das Pumpengehäuseteil 12 weist einen Druckstutzen 21 auf, der über eine Flansch-

verbindung mit einer nicht dargestellten Anschlussleitung verbindbar ist. Durch Drehen des Laufrads 6 wird Fluid von unten durch die Ansaugöffnung 31 in Richtung zum Druckstutzen 21 gefördert.

**[0031]** Es ist erkennbar, dass der Gehäusedeckel 7 über Schraubverbindungen 13 mit dem Motorgehäuseteil 9 verbunden ist. Zwischen dem Gehäusedeckel 7 und dem Motorgehäuseteil 9 ist das Lagergehäuseteil 8 angeordnet, welches über zweite Schraubverbindungen 14 ebenfalls mit dem Motorgehäuseteil 9 verbunden ist. Dabei hat das Lagergehäuseteil 8 radial außen einen Flanschabschnitt, der zwischen einem entsprechenden Anschlussflansch des Gehäusedeckels 7 und einem Anschlussflansch des Motorgehäuseteils 9 mittels der Schraubverbindungen 13, 14 fixiert wird. Der zwischen dem Gehäusedeckel 7 und dem Lagergehäuseteil 8 gebildete Raum 15 ist über eine erste Dichtung 16, die zwischen dem Lagergehäuseteil 8 und dem Gehäusedeckel 7 wirksam ist, abgedichtet. Der zwischen dem Lagergehäuseteil 8 und dem Motorgehäuseteil 9 gebildete Innenraum ist über eine zwischen den genannten Bauteilen angeordnete Dichtung 17 nach außen hin abgedichtet.

**[0032]** An seinem unteren Ende hat das Motorgehäuseteil 9 einen Flansch, der mit dem unteren Lagergehäuseteil 10 über Schrauben 18 verbunden ist. Die Abdichtung zwischen den beiden genannten Teilen erfolgt über einen weiteren Dichtungsring 19. Nach unten hin ist das untere Lagergehäuseteil 10 mittels des Gehäusedeckels 11 verschlossen und abgedichtet. Dabei erfolgt die Verbindung des Gehäusedeckels 11 mit dem unteren Lagergehäuseteil 10 mittels Schrauben 20, die in einen Flanschabschnitt des Lagergehäuseteils 10 eingedreht sind. Unterhalb des Gehäusedeckels 11 ist das Pumpengehäuseteil 12 angesetzt und mittels weiterer Schrauben 22 verschraubt, die von oben durch den Flanschabschnitt des Lagergehäuseteils 10 und einen Flanschabschnitt des Gehäusedeckels 11 hindurchführt und in das Pumpengehäuseteil 12 eingedreht sind. Das untere Lagergehäuseteil 10 und der Gehäusedeckel 11 bilden eine Kammer 23, die über einen Dichtungsring 24 nach außen hin abgedichtet ist. In der Kammer 23 ist ein Feuchtigkeitsüberwachung 61 vorgesehen, mit der rechtzeitig erkennbar ist, wenn Wasser ungewünscht in die Kammer 23 eindringt. Zwischen dem Gehäusedeckel 11 und dem Pumpengehäuse 12 ist eine weitere Dichtung 25 wirksam eingesetzt, welche diese beiden Bauteile gegeneinander abdichtet.

**[0033]** Der Elektromotor 4 ist insbesondere in Form eines Asynchronmotors gestaltet, der einen Stator 26 aufweist, der drehfest mit dem Motorgehäuseteil 9 verbunden ist, sowie einen innerhalb des Stators 26 liegenden Rotor 27, der drehfest mit der Antriebswelle 5 verbunden ist und diese antreibt. Die Antriebswelle 5 ist an ihrem oberliegenden ersten Ende mittels eines ersten Lagers 28 in dem Lagergehäuseteil 8 und mittels zweiter Lagermittel 29 in dem zweiten Lagergehäuseteil 10 um die Drehachse A drehbar gelagert. Das erste Lager 28 ist in Form eines Wälzlagers, vorliegend ein Kugellager,

gestaltet, wobei ein Lageraußenring des Lagers 28 in einem hülsenförmigen Lagersitz des Lagergehäuseteils 8 aufgenommen.

**[0034]** Unterhalb des Elektromotors 4 ist die Antriebswelle 5 mittels den Lagermitteln 29 in dem unteren Lagergehäuse 10 drehbar gelagert. Dabei ist die Antriebswelle 5 durch das Lagergehäuse 10 nach unten hindurchgeführt. An ihrem unteren zweiten Ende der Antriebswelle 5 ist das Laufrad 6 über eine Schraubverbindung 32 befestigt. Der Lagerraum der unteren Lagermittel 29 ist mittels eines Lagerdeckels 33 verschlossen. Dabei ist der zwischen dem Lagerdeckel 33 und der Antriebswelle 5 gebildete Ringraum über eine erste Wellendichtung 34 in Form einer Gleitringdichtung abgedichtet. Der zwischen dem Gehäusedeckel 11 und der Antriebswelle 5 gebildete Ringraum ist über eine zweite Wellendichtung 35 abgedichtet, die ebenfalls in Form einer Gleitringdichtung gestaltet ist. Die zweiten Lagermittel 29 umfassen zwei Wälzlager 30.

**[0035]** Es ist insbesondere in Figur 2 erkennbar, dass an dem Lagergehäuseteil 8 ein Beschleunigungssensor 36 angeordnet ist, der vom Lager 28 auf das Lagergehäuse 8 übertragene Schwingungen erfassen kann. Das Lagergehäuse 8 hat einen Boden 37 in dem eine Bohrung 38 auf der dem Lager abgewandten Seite vorgesehen ist. Dabei sitzt der Sensor 36 in der Bohrung 38 des Lagergehäuses 8 ein. Der Beschleunigungssensor 36 ist derart gestaltet beziehungsweise angeordnet, dass er in Bezug auf die Drehachse A der Antriebswelle 5 zumindest in eine radiale Richtung, vorzugsweise in zwei radiale und zueinander orthogonale Richtungen, wirksame Bewegungskomponenten erfassen kann. Die Bohrung 38 ist in unmittelbarer Nähe zum Lager 28 angeordnet, und zwar radial benachbart zum Lager 28. Dabei ist der radiale Abstand zwischen dem Lageraußenring und der Bohrung 38 kleiner als die radiale Erstreckung des Lagers 28. Der axiale Abstand zwischen dem Sensor 36 und dem Lager 28 ist kleiner als die axiale Erstreckung des Lagers 28. Der Beschleunigungssensor 36 kann jedoch auch innerhalb des Außendurchmessers des Lagers 28 angeordnet sein. Es ist insbesondere vorgesehen, dass der Sensor in Form eines Digitalensors gestaltet ist. Es kann ein 1D-Sensor verwendet werden, der Messungen in eine radiale Richtung zur Drehachse A erfassen kann. Selbstverständlich kann auch ein 2D-Sensor verwendet, der Messungen in zwei radiale Richtungen in Bezug auf die Drehachse A ermöglicht.

**[0036]** Der Sensor 36 ist über eine Leiterplatte 39 mit einer Elektronikeinheit 40 verbunden. Die Elektronikeinheit 40 umfasst ein vorzugsweise zweiteiliges Gehäuse 42, das mit dem Lagergehäuse 8 fest verbunden ist, beispielsweise über hier nicht dargestellte Schraubverbindungen. In dem Gehäuse 42 ist eine Elektronik angeordnet mit einer Platine 43, einem Prozessor 44, einem Spannungsregler 45, einem Datenspeicher 46 und einem Schnittstellenwandler 47. Der Prozessor 44 verarbeitet die von dem Beschleunigungssensor 36 erfassten Daten weiter und berechnet hieraus insbesondere ver-

schiedene Vibrationsdiagnosewerte, Referenzwerte, Kennwerte und/oder Frequenzspektren. Diese berechneten Diagnosewerte und Frequenzspektren können dann in den Datenspeicher 46 hinterlegt werden, genauso wie die vom Beschleunigungssensor 36 erfassten Rohdaten. Die berechneten Werte erlauben es, spezifische Schwingungen der Pumpenanordnung entsprechenden mechanischen Ursachen zuzuordnen. Dadurch, dass die Elektronikeinheit 40 integriert ist, ist eine Auswertung des Laufverhaltens der Pumpe unmittelbar in der Pumpenanordnung 2 möglich. Auf diese Weise werden Überwachung, Wartung und Fehlerdiagnose der Pumpe wesentlich verbessert.

**[0037]** Das Gehäuse 42 hat eine Durchgangsöffnung 41, durch welche die Leiterplatte 39 in die Bohrung 38 des Lagergehäuses 8 hindurchgeführt ist. Es ist vorgesehen, dass der Beschleunigungssensor 36 samt Leiterplatte 39 sowie die in dem Gehäuse 42 befindliche Elektronik in einer aushärtbaren Gießmasse vergossen wird. Auf diese Weise sind die genannten Elektronikbauteile vor Stößen geschützt.

**[0038]** Das Lagergehäuse 8 ist nach oben hin mittels eines Deckelteils 50 wasserdicht, gegebenenfalls auch druckdicht bzw. explosionsgeschützt, verschlossen. Die Verbindung des Deckelteils 50 mit dem Lagergehäuse 8 erfolgt über mehrere Schrauben 52. Die Abdichtung erfolgt über einen Dichtungsring 53, der in einer Nut zwischen dem Deckelteil 50 und dem Lagergehäuse 8 einsetzt. In dem Deckelteil 50 beziehungsweise zwischen dem Lagergehäuse 8 und dem Deckelteil 50 ist eine Kammer 54 gebildet, die über eine Durchgangsöffnung 55 mit dem Innenraum des Motorgehäuses 9 verbunden ist. Die hier nicht dargestellte Verkabelung wird vom Elektromotor 4 durch die Öffnung 55, und die Kammer 54 sowie entsprechende Kabeldurchführungen 56 in den vom Gehäusedeckel 7 eingeschlossenen Raum 15 geführt. Von der Elektronikeinheit 40 führen weitere Kabel 58 durch das Deckelteil 50 nach Außerhalb der Kammer 54 in die Kammer 15. Hierfür hat das Deckelteil 50 eine weitere Kabeldurchführung 49, die wasserdicht beziehungsweise druckgekapselt ist.

**[0039]** An dem Deckelteil 50 ist eine Dichtungsüberwachung 59 vorgesehen, welche zwei elektrisch leitende Stifte 60 zur Feuchtigkeitsüberwachung des Kabelanschlussraums 15 aufweist. Weiter sind einige Steuerkabel 62 erkennbar, die zur Motorsteuerung des Elektromotors 4 dienen und durch die Kabeldurchführung 56 von der Kammer 54 in den Kabelanschlussraum 15 geführt sind. Neben den Steuerkabeln 62 ist eine Klemme 63 für eine Steuerleitung, das beispielsweise ein Kabel zur Temperaturmessung sein kann, erkennbar. An dem Deckelteil 50 ist ferner ein Klemmbrett 64 mittels Schrauben 65 befestigt, dass zur Verschaltung der Bestromung für den Elektromotor 4 mit den Kabelverbindungen nach außen dient.

**[0040]** Nach oben hin ist die Pumpenanordnung 2 durch den Gehäusedeckel 7 verschlossen, der den Kabelanschlussraum 15 einschließt. An dem Gehäusedeckel

7 ist ein Ringschraube 48 befestigt, beispielsweise eingeschraubt, der zu Handhabungs- und Transportzwecken dient. Ferner ist an dem Gehäusedeckel 7 die zentrale Kabeldurchführungen 51 der Pumpenkabel vorgesehen.

**[0041]** Die erfindungsgemäße Pumpenanordnung hat den Vorteil, dass der Beschleunigungssensor 36 Schwingungen, die von der Antriebswelle 5 beziehungsweise den Lagern 28, 29 ausgehen, sehr genau erfassen kann. Die Daten werden unmittelbar innerhalb der Pumpenanordnung in der Elektronikeinheit 40 weiterverarbeitet. Die hier ermittelten Daten ermöglichen auf einfache Weise Rückschlüsse über den Betriebszustand des Laufrads 6 beziehungsweise der Lager 28, 29. Mögliche Ursachen für ein ungewünschtes Schwingungsverhalten lassen sich damit genau zuordnen, so dass eine Fehlerdiagnose vereinfacht ein plötzlicher Ausfall der Pumpe 2 verhindert wird.

**[0042]** Bezugszeichenliste

2	Pumpenanordnung
3	Gehäuse
4	Elektromotor
5	Antriebswelle
6	Laufrad
7	Gehäusedeckel
8	Lagergehäuseteil
9	Motorgehäuseteil
10	Lagergehäuseteil
11	Gehäusedeckel
12	Pumpengehäuseteil
13	Schraube
14	Schraube
15	Kammer
16, 17	Dichtung
18	Schraube
19	Dichtung
20	Schraube
21	Druckstutzen

22 Schraube  
 23 Kammer  
 24, 25 Dichtung  
 26 Stator  
 27 Rotor  
 28 Lager  
 29 Lager  
 30 Wälzlager  
 31 Ansaugöffnung  
 32 Verschraubung  
 33 Deckel  
 34 Wellendichtung  
 35 Wellendichtung  
 36 Beschleunigungssensor  
 37 Boden  
 38 Bohrung  
 39 Leiterplatte  
 41 Durchgangsöffnung  
 40 Elektronikeinheit  
 42 Gehäuse  
 43 Platine  
 44 Prozessor  
 45 Spannungsregler  
 46 Datenspeicher  
 47 Schnittstellenwandler  
 48 Ringschraube  
 49 Kabeldurchführung  
 50 Deckelteil  
 51 Kabeldurchführung

52 Schraube  
 53 Dichtung  
 5 54 Kammer  
 55 Öffnung  
 56 Kabeldurchführung  
 10 58 Kabel  
 59 Feuchtigkeitsüberwachung  
 15 60 Stift  
 61 Feuchtigkeitsüberwachung  
 62 Steuerkabel  
 20 63 Klemme  
 64 Klemmbrett  
 25 65 Schraube  
 A Drehachse

### 30 Patentansprüche

1. Pumpenanordnung zur Förderung eines Fluids, die in Form einer Tauchmotorpumpe gestaltet ist, umfassend  
 35 ein Gehäuse (3),  
 einen in dem Gehäuse (3) aufgenommenen Elektromotor (4),  
 eine vom Elektromotor (4) angetriebene Antriebswelle (5), die mittels eines Lagers (28) in dem Gehäuse (3) um eine Drehachse (A) drehbar gelagert ist,  
 40 einen Beschleunigungssensor (36), der mit dem Gehäuse (3) fest verbunden ist, und  
 eine Elektronikeinheit (40), die mit dem Beschleunigungssensor (36) zur Datenübertragung verbunden ist,  
 45 wobei das Gehäuse (3) nach außen hin abgedichtet ist, und  
 wobei der Beschleunigungssensor (36) und die Elektronikeinheit (40) innerhalb des Gehäuses (3) angeordnet sind.  
 50
2. Pumpenanordnung nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
 55 **dass** innerhalb des Gehäuses (3) eine wasserdichte und/oder druckgekapselte Kammer (54) vorgesehen ist, wobei der Beschleunigungssensor (36) in der wasserdichten und/oder druckgekapselten

- Kammer (54) angeordnet ist.
3. Pumpenanordnung nach Anspruch 1 oder 2,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** das Gehäuse (3) ein Lagergehäuseteil (8) umfasst, in dem das Lager (28) zur Lagerung der Antriebswelle (5) aufgenommen ist, wobei der Beschleunigungssensor (36) unmittelbar mit dem Lagergehäuseteil (8) verbunden ist. 5
  4. Pumpenanordnung nach Anspruch 3,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** das Lagergehäuseteil (8) deckelförmig gestaltet ist und mit einem Motorgehäuseteil (9), in dem ein Elektromotor (4) zum Antreiben der Antriebswelle (5) aufgenommen ist, fest verbunden ist. 10
  5. Pumpenanordnung nach Anspruch 3 oder 4,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** das Lagergehäuseteil (8) auf seiner der Antriebswelle (5) abgewandten Seite mittels eines Deckelteils (50) verschließbar ist, wobei die Kammer (54) zwischen dem Lagergehäuseteil (8) und dem Deckelteil (50) gebildet ist. 15
  6. Pumpenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** mit dem Beschleunigungssensor (36) in Bezug auf die Drehachse (A) der Antriebswelle (5) radiale und/oder in Umfangsrichtung gerichtete Bewegungskomponenten erfassbar sind. 20
  7. Pumpenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** der Beschleunigungssensor (36) in einer Bohrung (38) des Gehäuses (3) angeordnet ist, wobei der zwischen dem Beschleunigungssensor (36) und der Bohrungswandung gebildete Hohlraum mit einem Füllmedium, insbesondere mit einem aushärtbarem Kunstharz, ausgefüllt ist. 25
  8. Pumpenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 7,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** der Beschleunigungssensor (36) radial benachbart zum Lager (28) angeordnet ist, insbesondere im Bereich eines Lagersitzes, in dem das Lager (28) aufgenommen ist. 30
  9. Pumpenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 8,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Elektronikeinheit (40) in der Kammer (54) angeordnet ist, und insbesondere fest mit dem Lagergehäuseteil (8) verbunden ist. 35
  10. Pumpenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 9,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Elektronikeinheit (40) einen Prozessor (44) aufweist, an den die vom Beschleunigungssensor (36) erfassten Rohdaten weitergegeben werden, wobei der Prozessor (44) die Rohdaten weiterverarbeitet, insbesondere Frequenzspektren berechnet und  
**dass** die Elektronikeinheit (40) einen Datenspeicher (46) aufweist, in dem die vom Beschleunigungssensor (36) erfassten Rohdaten und/oder vom Prozessor (44) durch Weiterverarbeitung der Rohdaten ermittelte Daten speicherbar sind. 40
  11. Pumpenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 10,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** eine Schnittstelle (47) vorgesehen ist, mit der die im Datenspeicher (46) gespeicherten Daten an ein externes Peripheriegerät, insbesondere eine speicherprogrammierte Steuerungseinheit (SPS), weitergegeben werden können. 45
  12. Pumpenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 11,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Elektronikeinheit (40) ein Gehäuse (42) aufweist, das mit dem Lagergehäuseteil (8) fest verbindbar ist. 50
  13. Pumpenanordnung nach Anspruch 12,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** das Gehäuse (42) eine Durchgangsöffnung aufweist, durch die der Beschleunigungssensor (36) zum Lagergehäuseteil (8) hindurchgeführt ist. 55
  14. Pumpenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 13,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** ein zweites Lager (29) zur Lagerung der Antriebswelle (5) in einem zweiten Lagergehäuseteil (10) vorgesehen ist, wobei die Antriebswelle (5) durch das zweite Lagergehäuseteil (10) hindurchgeführt ist und an ihrem Ende ein Pumpenlaufrad (6) trägt.
  15. Verfahren zur Auswertung von Schwingungsdaten der Pumpenanordnung (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **gekennzeichnet durch** die folgenden Verfahrensschritte:  
  
Festsetzen zumindest eines Referenzwertes eines die Schwingungen der Pumpenanordnung (2) repräsentierenden Signals;  
Erfassen zumindest eines die Schwingungen der Pumpenanordnung repräsentierenden Schwingungssignals mittels des Beschleuni-

gungssensors (36) über der Zeit;  
 Einlesen und Festsetzen zumindest eines Referenzfrequenzspektrums auf Basis von mittels des Beschleunigungssensors (36) über der Zeit ermittelten Schwingungsdaten bei der Inbetriebnahme der Pumpenanordnung; 5  
 Berechnen zumindest eines Kennwertes aus dem vom Beschleunigungssensor (36) erfassten zumindest einen Schwingungssignal; 10  
 Berechnen zumindest eines Frequenzspektrums aus dem vom Beschleunigungssensor (36) erfassten zumindest einen Schwingungssignal; 10  
 Vergleichen des zumindest einen berechneten Kennwertes mit dem zumindest einen Referenzwert; 15  
 Vergleichen des zumindest einen berechneten Frequenzspektrums mit dem zumindest einen Referenzfrequenzspektrums; 15  
 Speichern des zumindest einen Referenzwertes, des Schwingungssignals, des zumindest einen Referenzfrequenzspektrums, des zumindest einen Kennwertes und des zumindest einen Frequenzspektrums. 20

25

30

35

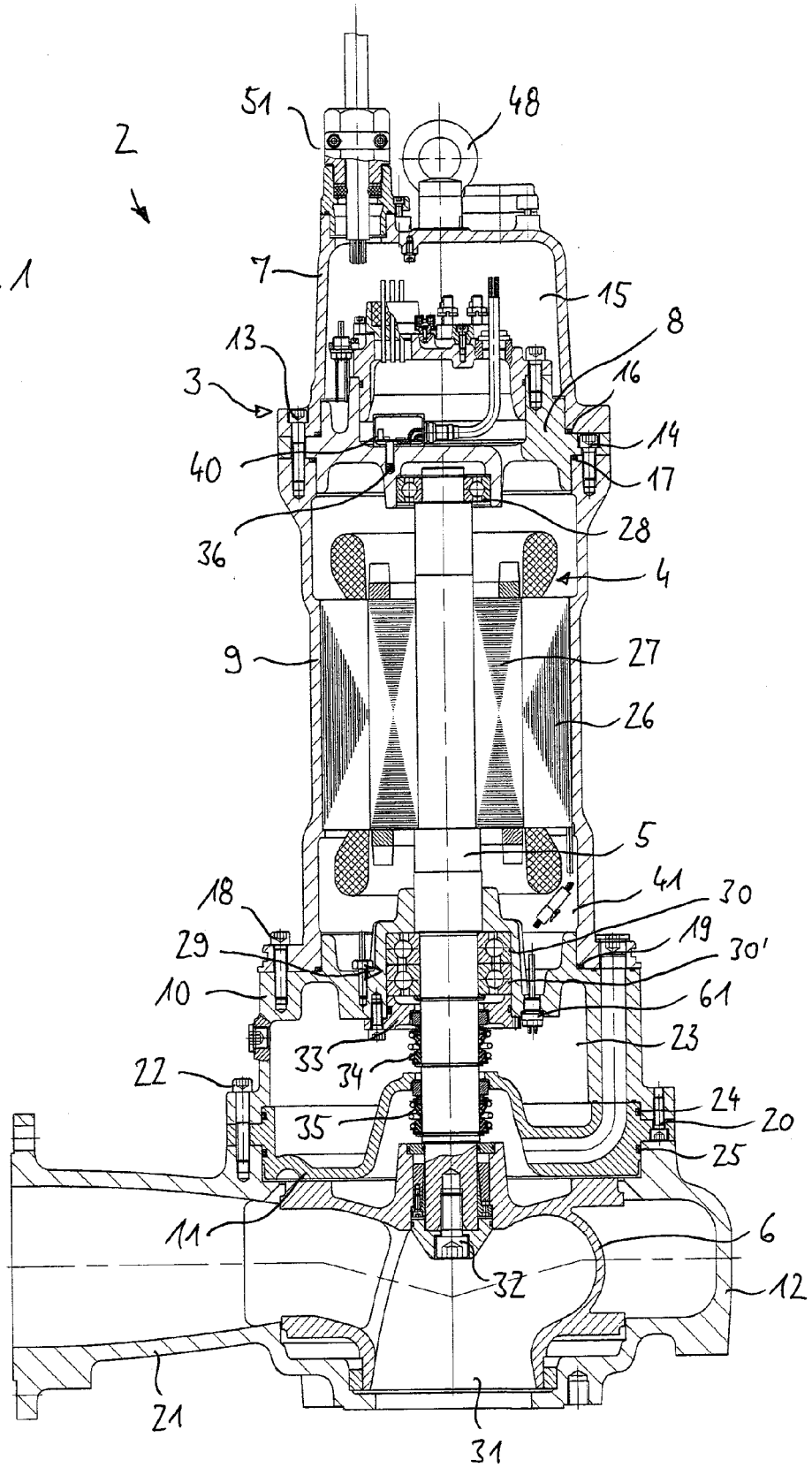
40

45

50

55

FIG. 1



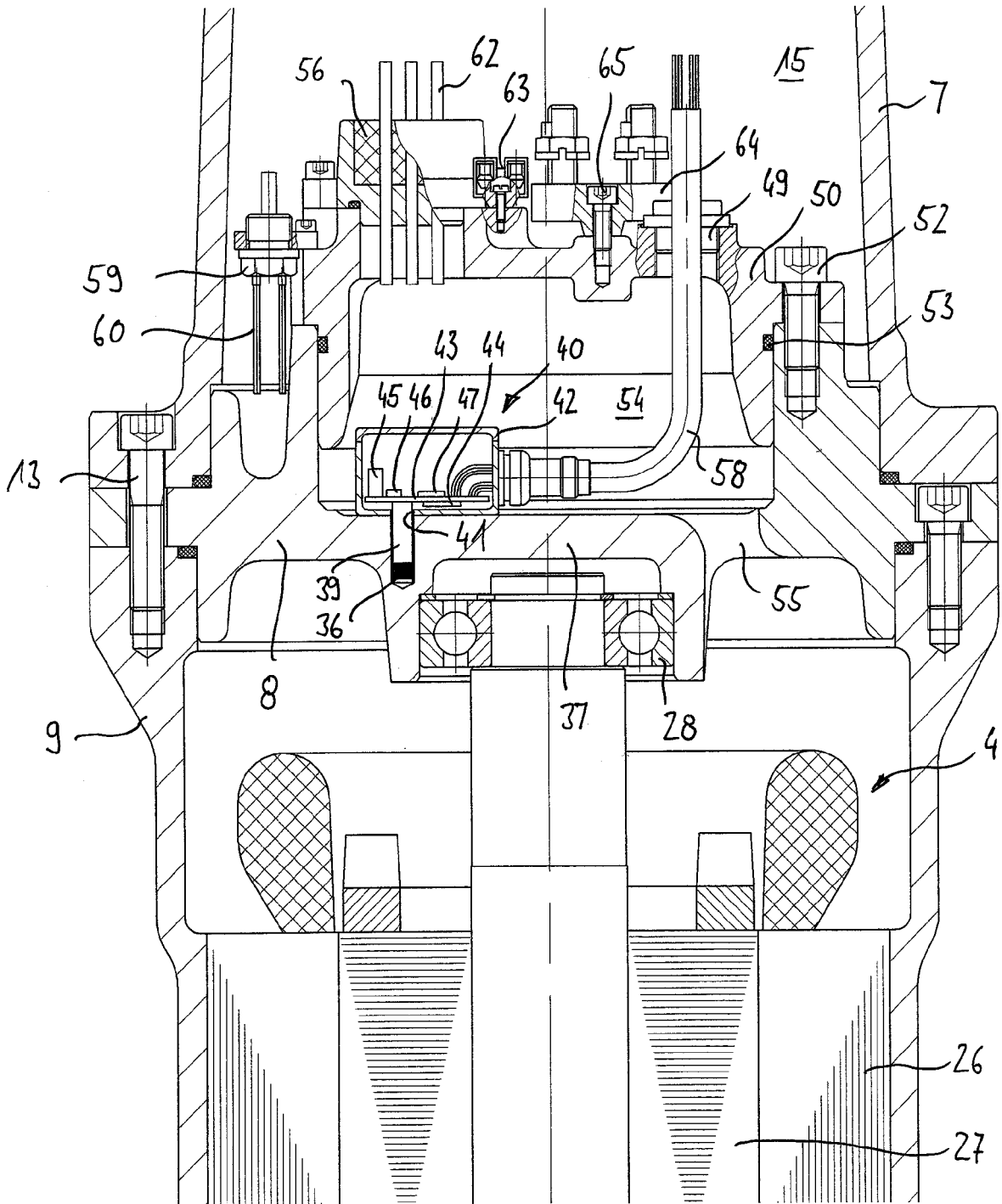


FIG. 2

**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 202004009580 U1 [0002]
- DE 102008038661 A1 [0003]
- DE 19956768 A1 [0004]
- DE 19617570 C1 [0005]
- DE 102009005154 A1 [0006]
- GB 2450157 A [0007]