



(10) **DE 10 2015 115 841 B4** 2024.04.18

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2015 115 841.8**
 (22) Anmeldetag: **18.09.2015**
 (43) Offenlegungstag: **23.03.2017**
 (45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **18.04.2024**

(51) Int Cl.: **F04C 29/04 (2006.01)**
F04D 13/06 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
Schwäbische Hüttenwerke Automotive GmbH,
73433 Aalen, DE

(74) Vertreter:
SSM Sandmair Patentanwälte Rechtsanwalt
Partnerschaft mbB, 81829 München, DE

(72) Erfinder:
Raatschen, Moritz, 88427 Bad Schussenried, DE;
Ehringer, Michael, 88427 Bad Schussenried, DE

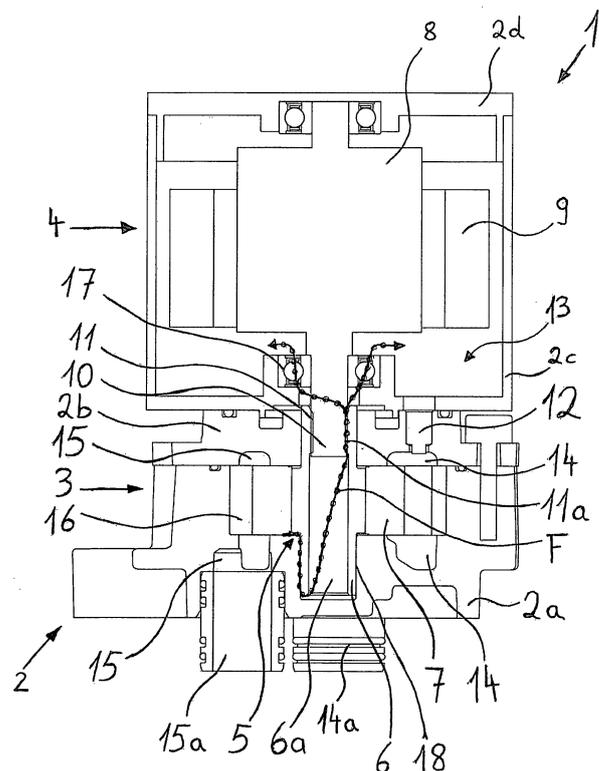
(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	100 45 893	A1
DE	10 2006 012 986	A1
DE	10 2008 046 293	A1
DE	10 2013 225 103	A1
US	2013 / 0 202 464	A1
US	5 356 272	A
US	3 426 686	A
US	5 593 287	A
EP	2 538 113	B1
CN	102 751 819	A

(54) Bezeichnung: **Pumpen-Motor-Einheit mit einer Kühlung eines die Pumpe antreibenden Elektromotors mittels Leckagefluid**

(57) Hauptanspruch: Pumpen-Motor-Einheit (1), umfassend:

- eine Pumpe (3) mit einer Pumpenkammer (5), einer Abtriebswelle (6) zum Antrieb der Pumpe (3), und einem in der Pumpenkammer (5) angeordneten Fördererelement (7) und
- einen Elektromotor (4) mit einem Rotor (8) und einem Stator (9), wobei der Rotor (8) eine Antriebswelle (10) für die Pumpe (3) aufweist, wobei die Antriebswelle (10) so mit der Abtriebswelle (6) verbunden ist, dass eine Drehung der Antriebswelle (10) eine Drehung der Abtriebswelle (6) bewirkt,
- wobei der Elektromotor (4) eine Flüssigkeitskühlung aufweist, wofür zumindest ein Teil eines Leckagefluids (F) der Pumpe (3) durch den Elektromotor (4) hindurchgeführt wird,
- wobei die Abtriebswelle (6) einen Kanal (6a) aufweist, durch den das Leckagefluid (F) aus der Pumpenkammer (5) in den Elektromotor (4) fließt, und
- wobei die Abtriebswelle (6) mittels eines Lagers (18), wie z. B. eines Gleitlagers, drehbar an einem Gehäuse (2) gelagert ist, wobei das Lager (18) einen Lagerspalt aufweist und das Leckagefluid (F) durch den Lagerspalt in den Kanal (6a) der Abtriebswelle (6) fließt.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Pumpen-Motor-Einheit. Die Pumpen-Motor-Einheit kann als Zusatzpumpe mit einem indirekten Öl- oder Kraftstoffdurchsatz zur Kühlung einer Elektromaschine oder eines Elektromotors der Pumpen-Motor-Einheit ausgestaltet sein. Die Pumpen-Motor-Einheit kann z. B. einen Hydromotor oder ein Getriebe, wie z. B. ein Fahrzeuggetriebe oder ein Getriebe eines Kraftfahrzeugs, mit Fluid versorgen, insbesondere zur Schmierung und/oder Kühlung und/oder Betätigung. Sie kann z. B. mit dem Getriebe eine Getriebeeinheit bilden oder an dem Getriebe befestigt sein oder zumindest strömungstechnisch, insbesondere fluidführend, mit dem Getriebe verbunden sein. Grundsätzlich kann die Pumpen-Motor-Einheit einen Verbrennungsmotor, insbesondere einen Verbrennungsmotor eines Kraftfahrzeugs, mit Fluid versorgen, insbesondere zur Schmierung und/oder Kühlung.

[0002] Aus der DE 10 2006 012 986 A1 ist eine Betätigungsvorrichtung zur Betätigung einer Steuerfläche eines Luftfahrzeugs bekannt, die eine Pumpe zur Druckfluidbeaufschlagung eines Stellzylinders sowie einen Elektromotor zur Betätigung der Pumpe aufweist. Der Elektromotor weist eine Flüssigkeitskühlung auf. Zur Kühlung des Elektromotors wird ein Leckagestrom der Axialkolbenpumpe über einen Leckagekanal durch den Elektromotor hindurchgeführt.

[0003] Die DE 10 2008 046 293 A1 offenbart eine Pumpe mit einem Elektromotor, wobei das Pumpenrad der Pumpe über einen Thermosiphon mit dem Rotor des Elektromotors verbunden ist. Das Pumpenrad dient als Wärmesenke für ein Arbeitsmedium des Thermosiphons. Dadurch kann der Rotor des Elektromotors gekühlt werden.

[0004] Die US 5 356 272 A und die US 5 593 287 A beschreiben Kraftstoffpumpen für ein Fahrzeug, wobei der Kraftstoff von der Pumpe vollständig durch den Elektromotor gefördert wird, wodurch der Elektromotor gekühlt wird.

[0005] Die CN 102 751 819 A offenbart eine Pumpen-Motor-Einheit, bei der über einen Wassereinlasses geführtes Fluid von der Saugseite der Pumpe über eine Hohlwelle in den Motorraum eines Elektromotors geleitet und von dort aus zu der Druckseite der Pumpe gefördert wird. Die Förderung des Fluids von der Saugseite zu der Druckseite über den Motorraum ist dadurch möglich, dass die Pumpe eine Kreiselpumpe ist und der Fluidauslass aus dem Motorraum in einen Bereich der Druckseite der Pumpe mündet, in dem aufgrund der Drehung des Laufrads ein im Vergleich zu der Saugseite geringerer Druck herrscht.

[0006] Die DE 100 45 893 A1 zeigt eine Hydraulikpumpe für die Schmierölversorgung von Lastschaltgetrieben für Kraftfahrzeuge. Die Pumpe weist eine Pumpenwelle auf, die zumindest über einen Teil ihrer Länge eine zentrische Bohrung aufweisen kann.

[0007] Weiterer Stand der Technik wird in der DE 10 2013 225 103 A1, EP 2 538 113 B1, US 3 426 686 A und US 2013/0202464 A1 beschrieben.

[0008] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, neben der eigentlichen Funktion der Förderung von Fluid, zusätzlich eine Kühlfunktion des Elektromotors bereitzustellen, wobei etwaige hydraulische Verluste möglichst gering gehalten werden sollen.

[0009] Die Aufgabe wird mit der Pumpen-Motor-Einheit des Anspruchs 1 gelöst. Weiterentwicklungen ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen, der Beschreibung und den Figuren.

[0010] Die Erfindung geht von einer Pumpen-Motor-Einheit aus, welche eine Pumpe und eine Elektromaschine, insbesondere einen Elektromotor, umfasst. Die Pumpe wird durch den Elektromotor angetrieben und kann das zu fördernde Fluid, wie z. B. Öl, von einem z. B. saugseitig angeordneten Pumpeneinlass zu einem z. B. druckseitig angeordneten Pumpenauslass fördern. Die Pumpen-Motor-Einheit fördert Fluid, wenn sich das Förderelement, d. h. auch der Elektromotor dreht. Der von dem Pumpeneinlass zu dem Pumpenauslass geförderte Volumenstrom des von der Pumpe geförderten Fluids ist größer, insbesondere viel größer, als ein Volumenstrom eines, insbesondere aufgrund Undichtigkeiten unvermeidbaren, Leckagefluids. D. h., dass der wesentliche Teil des von der Pumpe geförderten Fluids direkt vom Pumpeneinlass zum Pumpenauslass gefördert wird. Ein kleinerer, insbesondere sehr kleiner, Teil dieses Volumenstroms wird aufgrund von Undichtigkeiten der Pumpen-Motor-Einheit aus dem von der Pumpe geförderten Volumenstrom abgezweigt. Statt dem Volumenstrom des Leckagefluids wieder direkt in einen Vorratsbehälter zurückzuführen, wird er nach der Erfindung zur Kühlung des Elektromotors genutzt. Der Elektromotor weist demnach eine Flüssigkeitskühlung auf, für die das Leckagefluid oder der Volumenstrom des Leckagefluids der Pumpe durch den Elektromotor hindurch geführt wird oder ist.

[0011] Die Pumpe, die z. B. als Innenzahnradpumpe oder alternativ als Außenzahnradpumpe oder Flügelzellenpumpe ausgebildet sein kann, kann eine z. B. von einem Gehäuse eingefasste Pumpenkammer und ein auf einer Abtriebswelle angeordnetes Förderelement, welches in der Pumpenkammer angeordnet ist, aufweisen. Die Abtriebswelle und das Förderelement können verdrehfest miteinander verbunden sein, insbesondere mittels einer Welle-

Nabe-Verbindung oder alternativ einteilig gebildet oder stoffschlüssig gefügt sein. Die Abtriebswelle ist mit dem Fördererelement so verbunden, dass sich das Fördererelement bei einer Drehung der Abtriebswelle mit dieser mitdreht. Vorzugsweise handelt es sich um eine formschlüssige, alternativ um eine kraftschlüssige Welle-Nabe-Verbindung.

[0012] Die Abtriebswelle kann mittels einer geeigneten Lagerung, insbesondere mit mindestens einem Gleitlager, an dem Gehäuse drehbar gelagert sein. Z. B. können ein erstes Gleitlager und ein zweites Gleitlager vorgesehen sein, wobei das Fördererelement zwischen den ersten und zweiten Gleitlagern angeordnet ist.

[0013] Der Elektromotor weist einen Rotor und einen Stator auf, die in bekannter Weise zusammenwirken, um den Rotor mittels elektrischer Energie relativ zu dem Stator zu drehen. Der Rotor und der Stator sind vorzugsweise in einem Motorraum des Elektromotors angeordnet. Der Rotor weist eine Antriebswelle für die Pumpe auf. Die Antriebswelle ist so mit der Abtriebswelle verbunden, dass eine Drehung der Antriebswelle eine Drehung der Abtriebswelle bewirkt. Z. B. können die Antriebswelle und die Abtriebswelle formschlüssig drehfest ineinander greifen, wie z. B. mit einer Welle-Nabe-Verbindung. Somit kann ein Drehmoment oder eine Drehbewegung der Antriebswelle auf die Abtriebswelle übertragen werden. Insbesondere kann die Drehachse der Antriebswelle der Drehachse der Abtriebswelle entsprechen. Die Antriebswelle kann mittels mindestens eines Lagers, wie z. B. eines Gleit- oder Wälzlagers, z. B. beidseitig des Rotors an dem einen Gehäuse drehbar abgestützt sein. Z. B. können ein erstes Lager und ein zweites Lager hierfür vorgesehen sein, wobei der Rotor zwischen dem ersten und zweiten Lager angeordnet ist.

[0014] Die Abtriebswelle weist einen Kanal auf, durch den das Leckagefluid oder der Leckagefluidstrom aus der Pumpenkammer in den Elektromotor fließt. Der Kanal der Abtriebswelle kann sich z. B. quer oder radial und/oder axial zu der Drehachse der Abtriebswelle erstrecken. Der Kanal kann sich von einem ersten Ende zu einem zweiten Ende der Abtriebswelle erstrecken, d. h. sich vollständig durch die Abtriebswelle erstrecken, insbesondere zentrisch zu der Drehachse der Abtriebswelle. Z. B. kann die Abtriebswelle eine Hohlwelle sein, wobei ein Hohlraum der Abtriebswelle den Kanal der Abtriebswelle bildet.

[0015] In Weiterbildungen der Erfindung können die Antriebswelle und die Abtriebswelle mittels einer Welle-Nabe-Verbindung drehfest, d. h. nicht zueinander um ihre Drehachsen verdrehbar, ineinander greifen, wobei die Welle-Nabe-Verbindung einen Kanal aufweist, der mit dem Kanal der Abtriebswelle

strömungstechnisch, d. h. fluidisch oder fluidführend, kommuniziert, wodurch Leckagefluid über den Kanal der Abtriebswelle und den Kanal der Welle-Nabe-Verbindung in den Elektromotor oder den Motorraum fließt. Der Kanal kann z. B. eine sich durch den Axialbereich der Welle-Nabe-Verbindung erstreckende Bohrung in der Antriebswelle sein. Alternativ oder zusätzlich kann der Kanal ein an den Außenumfang der Antriebswelle oder den Innenumfang der Abtriebswelle eingearbeiteter nach außen hin offener, wie z. B. nutförmiger Kanal sein, der sich vorzugsweise über zumindest die gesamte Länge der Welle-Nabe-Verbindung erstrecken kann. In bevorzugten Ausführungen kann die Antriebswelle über ihren Außenumfang eine Außenverzahnung, d. h. eine Vielzahl gleichmäßig über den Umfang angeordnete oder verteilte Zähne, und die Abtriebswelle über ihren Umfang eine Innenverzahnung, d. h. eine Vielzahl über den Innenumfang angeordnete oder verteilte Zähne, aufweisen, wobei die Außenverzahnung und die Innenverzahnung ineinander greifen und dadurch die Welle-Nabe-Verbindung bilden. Zur Bildung des Kanals der Welle-Nabe-Verbindung kann der Außenverzahnung oder/und der Innenverzahnung mindestens oder jeweils mindestens ein Zahn fehlen. Z. B. können der Innenverzahnung mindestens ein Zahn, wie z. B. zwei Zähne fehlen, und/oder der Außenverzahnung mindestens ein Zahn, wie z. B. zwei Zähne, fehlen. Der mindestens eine fehlende Zahn der Innenverzahnung kann deckungsgleich mit dem mindestens einen fehlenden Zahn der Außenverzahnung angeordnet sein. Dadurch bildet sich ein Querschnitt oder ein Kanal, der mit einem verhältnismäßig geringen Strömungswiderstand von dem Leckagefluid durchflossen werden kann.

[0016] In Weiterbildungen kann ein Lager, insbesondere ein Wälzlager, wie z. B. ein Kugel- oder Rollenlager, vorgesehen sein, über welches sich die Antriebswelle drehbar an dem Gehäuse des Elektromotors oder Pumpen-Motor-Einheit abstützt. Dieses Lager ist entlang der Drehachse der Antriebswelle vorzugsweise zwischen dem Rotor des Elektromotors und der Abtriebswelle oder zwischen einem Lager, insbesondere Gleitlager, an dem die Abtriebswelle drehbar gelagert ist und das zwischen dem Rotor und dem Fördererelement angeordnet ist, und dem Rotor des Elektromotors angeordnet. Vorzugsweise ist das zur Lagerung der Antriebswelle vorgesehene Lager als ein Wälzlager ausgebildet. Das zur Lagerung der Abtriebswelle vorgesehene Lager ist vorzugsweise als ein Gleitlager ausgebildet.

[0017] Das zur Lagerung der Antriebswelle vorgesehene Lager ist z. B. so angeordnet, dass das durch den Kanal der Abtriebswelle und optional durch den Kanal der Welle-Nabe-Verbindung fließende Leckagefluid durch oder über das zur Lagerung der Antriebswelle vorgesehene Lager in den Motorraum, in dem der Rotor und/oder Stator angeordnet sind,

fließt. Dadurch kann das zur Lagerung der Antriebswelle vorgesehene Lager zugleich geschmiert werden. Das zur Lagerung der Antriebswelle vorgesehene Lager ist strömungstechnisch zwischen dem Motorraum und dem Kanal der Abtriebswelle und optional zwischen dem Motorraum und dem Kanal der Welle-Nabe-Verbindung angeordnet. Unter „vorgesehen“ soll insbesondere speziell ausgebildet, ausgelegt, ausgestattet und/oder angeordnet verstanden werden.

[0018] Die Abtriebswelle ist mittels eines Lagers, insbesondere Gleitlagers, drehbar an einem Gehäuse, insbesondere dem Gehäuse der Pumpe, gelagert. Das zur Lagerung der Abtriebswelle vorgesehene Lager weist einen Lagerspalt auf und das Leckagefluid fließt aus der Pumpenkammer durch den Lagerspalt in den Kanal der Abtriebswelle. Der Lagerspalt ist strömungstechnisch zwischen der Pumpenkammer und dem Kanal der Abtriebswelle angeordnet. Insbesondere kann das zur Lagerung der Abtriebswelle vorgesehene Lager auf der Seite des Förderelements angeordnet sein, die der Seite des Förderelements, die zu dem Rotor des Elektromotors weist, gegenüberliegt.

[0019] In Weiterbildungen kann die Pumpen-Motor-Einheit ein selbstschaltendes und/oder druckabhängiges Ventil, insbesondere ein Überdruckventil oder Rückschlagventil, aufweisen, über welches Fluid oder das Leckagefluid aus dem Elektromotor, insbesondere dem Motorraum des Elektromotors, abgeführt wird oder abführbar ist. Hierdurch wird sichergestellt, dass Leckagefluid aus der Pumpenkammer in den Elektromotor oder dessen Motorraum, insbesondere in Abhängigkeit eines Fluiddrucks in dem Elektromotor oder in dem Motorraum, nachfließen kann, da ein dem Leckagefluid entsprechender Volumenstrom über das Ventil aus dem Elektromotor abgeführt wird. In Weiterbildungen kann das Leckagefluid aus dem Elektromotor oder dessen Motorraum auf die Saugseite der Pumpe, oder in die Pumpenkammer oder den Saugraum der Pumpenkammer geführt werden. Insbesondere kann das Ventil strömungstechnisch mit der Pumpenkammer oder dem Saugraum der Pumpenkammer kommunizieren. Grundsätzlich ist es denkbar, das Fluid aus dem Elektromotor oder dem Motorraum über das Ventil in einen Vorratsbehälter und nicht direkt in die Pumpenkammer oder den Saugraum zu führen. Das Ventil kann dabei insbesondere strömungstechnisch mit dem Vorratsbehälter kommunizieren. Ferner ist es grundsätzlich denkbar, dass Fluid aus dem Elektromotor oder dem Motorraum über das Ventil in ein Getriebe zu führen. Das Ventil kann dabei, insbesondere strömungstechnisch, mit dem Getriebe kommunizieren. Wenn das Fluid direkt in den Saugraum geführt wird, kann die Effizienz der Pumpe noch weiter erhöht werden. Diese Anordnung des Ventils eignet sich im Grunde auch für Ausführungen, die in der

DE 10 2006 012 986 A1 beschrieben werden. Für eine solche Anordnung des Ventils muss die Abtriebswelle nicht zwingend den Kanal aufweisen, durch den das Leckagefluid aus der Pumpenkammer in den Elektromotor fließt.

[0020] Die Pumpenkammer kann einen Saugraum umfassen, der strömungstechnisch mit dem Pumpeneinlass kommuniziert, und einen Druckraum aufweisen, der strömungstechnisch mit einem Pumpenauslass kommuniziert. Der Saugraum und der Druckraum sind über das Förderelement strömungstechnisch verbunden. Insbesondere kann das Förderelement den Saugraum und den Druckraum durchlaufen, wenn das Förderelement relativ zu dem Gehäuse der Pumpe um die Drehachse der Abtriebswelle gedreht wird.

[0021] In einer Weiterbildung der Erfindung kann die Pumpe eine Zahnradpumpe sein. Sie kann einen Zahnring mit einer Innenverzahnung und ein Zahnrad mit einer Außenverzahnung aufweisen. Die Verzahnung kann z. B. eine Trochoidenverzahnung sein oder aufweisen. Das Zahnrad weist weniger Zähne, wie z. B. einen einzigen Zahn weniger oder zwei Zähne weniger oder noch weniger Zähne als der Zahnring auf. Das Zahnrad wird von dem Zahnring umgeben und greift mit der Außenverzahnung in die Innenverzahnung ein. Das Zahnrad entspricht dem Förderelement. Eine Drehung des Förderelements oder des Zahnrads bewirkt eine Drehung des Zahnrings. Der Zahnring, der sich bei Drehung des Zahnrads ebenfalls dreht, weist eine zu der Drehachse des Zahnrads parallel versetzte Drehachse auf.

[0022] Die Pumpe ist vorteilhaft als eine Innenzahnradpumpe ausgebildet. Die als Innenzahnradpumpe ausgebildete Pumpe kann einen Steg, insbesondere einen sichelförmigen Steg, aufweisen, der zwischen dem Innenumfang des Zahnrings und dem Außenumfang des Zahnrads angeordnet ist. Dieser Steg weist eine Innenfläche auf, an dem die Zahnköpfe des Zahnrads entlanggleiten, und eine Außenfläche auf, an dem die Zahnköpfe der Innenverzahnung entlanggleiten. Der Steg bewirkt eine radiale Abdichtung der Förderzellen, die zwischen benachbarten Zähnen der Innen- und Außenverzahnung gebildet werden. Es ist denkbar, dass ein solcher Steg entfallen kann, wodurch die als Innenzahnradpumpe ausgebildete Pumpe insbesondere sichellos ausgeführt ist.

[0023] Wie bereits erwähnt, ist die Erfindung auch bei anderen Typen von Pumpen einsetzbar, wie z. B. Außenzahnradpumpen, Pendelschieberpumpen, Drehschieberpumpen oder Flügelzellenpumpen.

[0024] Die Erfindung wurde anhand mehrerer Ausführungen und Weiterbildungen beschrieben. Im Folgenden wird eine besonders bevorzugte Ausführung anhand einer Figur beschrieben. Die Figur zeigt eine

vereinfachte Darstellung einer erfindungsgemäßen Pumpe in einem Längsschnitt entlang der Drehachse eines Förderelements der Pumpe.

[0025] Die in der Figur gezeigte Pumpen-Motor-Einheit 1 umfasst einen Elektromotor 4 und eine als Innenzahnradpumpe ausgestaltete Pumpe 3, die mit dem Elektromotor 4 eine Einheit bildet. Die Motor-Pumpen-Einheit 1 umfasst ein mehrteiliges Gehäuse 2, welches ein Pumpengehäuse 2a, 2b und ein Elektromotorgehäuse 2c, 2d umfasst. Das Pumpengehäuse, 2a, 2b umfasst ein Pumpengehäuseteil 2a und ein das Pumpengehäuseteil 2a axial abschließendes und als Deckel dienendes Zwischengehäuseteil 2b, das zwischen dem Elektromotorgehäuse 2c, 2d und dem Pumpengehäuseteil 2a angeordnet ist. Der Elektromotor 4 umfasst ein insbesondere topfförmiges Elektromotorgehäuseteil 2c, welches stirnseitig von einem Gehäusedeckel 2d verschlossen wird.

[0026] Der Elektromotor 4 weist einen Stator 9 auf, der einen relativ zu dem Stator 9 und dem Gehäuse 2 drehbaren Rotor 8 umgibt. Der Rotor 8 und der Stator 9 sind in einem Motorraum 13 angeordnet, der von dem Elektromotorgehäuse 2c eingefasst oder umgeben ist. Insbesondere umgibt eine Seitenwand des Elektromotorgehäuseteils 2c den Rotor 8 oder den Stator 9 über dessen Umfang. Die Seitenwand wird zur Pumpe 3 hin von einem sich axial an die Seitenwand anschließenden Boden des topfförmigen Elektromotorgehäuseteils 2c abgeschlossen. Der Rotor 8 ist mittels des Elektromotors 4 zugeführter elektrischer Energie relativ zu dem Stator 9 drehbar. Die Funktion eines Elektromotors ist dem Fachmann bekannt. Der Rotor 8 weist eine Antriebswelle 10, die in dem gezeigten Beispiel als Vollwelle ausgebildet ist, auf. Die Antriebswelle 10 ist zusammen mit dem Rotor 8 um eine Antriebswellendrehachse relativ zu dem Gehäuse 2 drehbar. Die Antriebswelle 10 ist beidseitig des Rotors 8 mittels als Kugellager gestalteten Wälzlager 17 drehbar gelagert. Die Antriebswelle 10 stützt sich über ein Wälzlager (ohne Bezugszeichen) an dem Elektromotorgehäuse 2c, 2d, nämlich an dem Gehäusedeckel 2d drehbar ab. Ferner stützt sich die Antriebswelle 10 über das Wälzlager 17 drehbar an dem Boden des topfförmigen Elektromotorgehäuseteils 2c ab. An dem Boden des topfförmigen Elektromotorgehäuseteils 2c ist das Pumpengehäuse 2a, 2b befestigt, insbesondere angeflanscht. Der Boden des Elektromotorgehäuseteils 2c weist einen Durchgang auf, durch den sich die Antriebswelle 10 zu der Pumpe 3 hin und insbesondere zumindest teilweise in die Pumpe 3 oder in das Pumpengehäuse 2a, 2b, insbesondere in das Zwischengehäuseteil 2b erstreckt.

[0027] Das Pumpengehäuse 2a, 2b fasst eine Pumpenkammer 5 ein, in dem ein als Zahnrad mit einer Außenverzahnung ausgestaltetes Förderelement 7

drehbar angeordnet ist. Eine als Hohlwelle ausgestaltete Abtriebswelle 6 ist mittels einer Welle-Nabe-Verbindung insbesondere formschlüssig, drehfest mit dem Förderglied 7 verbunden. Bei einer Drehung der Abtriebswelle 6 wird das Förderelement 7 mitgedreht. Die Abtriebswelle 6 ist beidseitig des Förderelements 7 mittels Gleitlagern an dem Pumpengehäuse 2a, 2b drehbar gelagert. Das Pumpengehäuseteil 2a ist topfförmig gestaltet, wobei dessen Seitenwand die Pumpenkammer 5 umfangsseitig einfasst und der Boden die Pumpenkammer 5 axial abschließt. Das Zwischengehäuseteil 2b schließt die Pumpenkammer 5 auf der dem Boden des Pumpengehäuseteils 2a gegenüberliegenden Seite axial ab. In dem gezeigten Beispiel ist das Zwischengehäuseteil 2b mittels mehrerer Schraubenbolzen, deren Gewinde in ein Innengewinde des Pumpengehäuseteils 2a eingeschraubt sind, befestigt. Ein Abschnitt des Zwischengehäuseteils 2b ist zwischen dem Schraubenkopf des Schraubenbolzens und dem Pumpengehäuseteil 2a eingeklemmt. Zwischen dem Pumpengehäuseteil 2a und dem Zwischengehäuseteil 2b ist eine Dichtung angeordnet, die ringförmig um die Drehachse der Abtriebswelle 6 angeordnet ist und die die Pumpenkammer 5 gegenüber der Umgebung abdichtet.

[0028] Zwischen dem Boden des Elektromotorgehäuseteils 2c und dem Zwischengehäuseteil 2b ist eine Dichtung angeordnet, welche die Drehachse der Antriebswelle 10 ringförmig umgibt und den Bereich innerhalb der Dichtung gegenüber der Umgebung abdichtet.

[0029] Mit einem der Gleitlager stützt sich die Abtriebswelle 6 an den Zwischengehäuseteil 2b ab. Mit dem anderen Gleitlager 18 stützt sich die Abtriebswelle 6 an dem Boden des topfförmigen Pumpengehäuseteils 2a ab.

[0030] Das als Zahnrad ausgestaltete Förderelement 7 kämmt mit der Innenverzahnung des Zahnring 16, der drehbar geführt in der Pumpenkammer 5 angeordnet ist. Das Zahnrad 7 weist weniger Zähne als der Zahnring 16 auf. Die Drehachse des das Zahnrad umgebenden Zahnring 16 ist parallel versetzt zu der Drehachse des Zahnrad 7 angeordnet. Die Pumpenkammer 5 weist einen Saugraum 14 und einen Druckraum 15 auf, den das Förderelement 7 während seiner Drehung durchläuft. Dabei fördert es Fluid von der Saugseite zur Druckseite der Pumpe 3, d. h. vom Saugraum 14 in den Druckraum 15. Ein Pumpeneinlass 14a kommuniziert strömungstechnisch mit dem Saugraum 14. Ein Pumpenauslass 15a kommuniziert strömungstechnisch mit dem Druckraum 15. Der Pumpe 3 kann somit Fluid über den Pumpeneinlass 14a zugeführt werden, wobei das zugeführte Fluid über den Saugraum 14, das Förderelement 7 bzw. den Zahnring 16 zu dem Druckraum 15 gefördert wird und von dem Druck-

raum 15 über den Pumpenauslass 15a an einen Fluidverbraucher abgegeben wird. Der Pumpeneinlass 14a ist als Einlassanschluss und der Pumpenauslass 15a ist als Auslassanschluss gebildet, wobei eine externe Leitung an die Anschlüsse 14a, 15a anschließbar ist.

[0031] Die Abtriebswelle 6 ist mit der Antriebswelle 10 über eine Welle-Nabe-Verbindung 11 formschlüssig drehfest verbunden. Die Abtriebswelle 6 weist einen durchgehenden Kanal 6a auf, der sich von einem ersten Ende bis zu einem zweiten Ende der Abtriebswelle 6 erstreckt. Der Kanal 6a ist durch einen Hohlraum der als Hohlwelle ausgebildeten Abtriebswelle 6 gebildet. Die Abtriebswelle 6 weist für die Welle-Nabe-Verbindung 11 eine Innenverzahnung auf, die eine Vielzahl über den Umfang verteilte Zähne aufweist, die in eine Außenverzahnung der Antriebswelle 10 eingreift. Die Außenverzahnung weist eine Vielzahl über den Umfang verteilte Zähne auf. Die Innenverzahnung und/oder die Außenverzahnung weisen eine Zahnfehlstelle auf, d. h. eine Stelle, an der mindestens ein Zahn fehlt. Die Zahnfehlstellen der Außenverzahnung und der Innenverzahnung überlappen vorzugsweise einander, so dass durch die Welle-Nabe-Verbindung 11 hindurch ein Kanal 11a gebildet wird, der den Kanal 6a mit dem Bereich zwischen dem Wälzlager 17 und dem Zwischengehäuseteil oder der Abtriebswelle 6 strömungstechnisch, d. h. fluidisch oder fluidführend verbindet.

[0032] Das Wälzlager 17 bildet zwischen seinem Innenring und seinem Außenring einen Ringspalt, in dem die Wälzkörper über den Umfang verteilt angeordnet sind und der den Bereich zwischen dem Wälzlager 17 und dem Zwischengehäuseteil 2b oder der Abtriebswelle 6 strömungstechnisch mit dem Motorraum 13 verbindet.

[0033] Da beim Fördern des Fluids aus dem Saugraum 14 zu dem Druckraum 15 in der Regel eine Druckerhöhung stattfindet, kann ein kleiner Teil (Leckagefluid F) des geförderten Fluids über den mit der punktierten Linie gekennzeichneten Strömungspfad aus der Pumpenkammer 5 in den Motorraum 13 gefördert werden. Das Fluid wird über einen Lagerspalt des Gleitlagers 18 über die Stirnseite der Abtriebswelle 6 in den Kanal 6a gefördert. Aus dem Kanal 6a wird das Fluid über den Kanal 11a der Welle-Nabe-Verbindung 11 und den Bereich zwischen dem Wälzlager 17 und dem Zwischengehäuseteil 2b und durch den Ringspalt des Wälzlagers 17 in den Motorraum 13 gefördert. Das Zwischengehäuseteil 2b weist einen Durchgang auf, in dem ein Ventil 12 angeordnet ist. Der Boden des Motorgehäuseteils 2c weist einen Durchgang auf, der den Motorraum 13 mit dem Ventil 12 strömungstechnisch verbindet. Der Durchgang, in dem das Ventil 12 angeordnet ist, mündet in den Saugraum 14 der Pumpe 3. Das Ventil

12 schaltet selbstständig in Abhängigkeit eines in dem Motorraum 13 herrschenden Fluiddrucks, insbesondere eines in dem Motorraum 13 herrschenden Leckagefluiddrucks. Das Ventil 12 schaltet selbstständig in Abhängigkeit eines Differenzdrucks zwischen dem Motorraum 13 und dem Saugraum 14. Ab einem bestimmten Fluiddruck in dem Motorraum 13 öffnet das Ventil 12 den Motorraum 13 in Richtung Saugraum 14, wodurch durch den Elektromotor 4 erwärmtes Fluid aus dem Motorraum 13 in den Saugraum 14 strömt und kühles Fluid als Leckagefluid aus dem Druckraum 15 in den Motorraum 13 strömt. Fällt der Fluiddruck in dem Motorraum 13 unter einen bestimmten Wert, schließt das Ventil 12 wieder. Dadurch zirkuliert ein definierter Kühlfluidstrom durch den Motorraum 13. Grundsätzlich ist es denkbar, dass das Ventil 12 den Motorraum 13 in Richtung eines Vorratsbehälters oder in Richtung eines Getriebes öffnet.

[0034] Das Ventil 12 kann als Überdruckventil oder als Rückschlagventil ausgestaltet sein. Insbesondere kann das Ventil 12 so ausgestaltet sein, dass es nur einen Fluidfluss aus dem Motorraum 13, insbesondere in die Pumpenkammer 5, und vorteilhaft in den Saugraum 14, zulässt und nicht umgekehrt. Das Leckagefluid F, welches aus der Pumpenkammer 5 in den Motorraum 13 strömt, kühlt einerseits den Motor 4 bzw. dessen Komponenten, wie z. B. den Rotor 8 und/oder den Stator 9 und verdrängt das im Motorraum 13 vorhandene Fluid über den Durchgang und das Ventil 12 auf die Saugseite der Pumpe 3, insbesondere in den Saugraum 14, von wo es wieder zum Druckraum 15 und somit zum größten Teil in den Pumpenauslass 15a transportiert wird.

Bezugszeichenliste

1	Motor-Pumpen-Einheit
2	Gehäuse
2a	Pumpengehäuseteil
2b	Zwischengehäuseteil
2c	Elektromotorgehäuseteil
2d	Gehäusedeckel
3	Pumpe / Innenzahnradpumpe
4	Elektromotor
5	Pumpenkammer
6	Abtriebswelle / Hohlwelle
6a	Kanal / Bohrung
7	Förderelement / Zahnrad mit Außenverzahnung
8	Rotor
9	Stator

10	Antriebswelle / Vollwelle
11	Welle-Nabe-Verbindung
11a	Kanal
12	Ventil
13	Motorraum
14	Saugraum
14a	Pumpeneinlass
15	Druckraum
15a	Pumpenauslass
16	Zahnring mit Innenverzahnung
17	Lager / Wälzlager / Kugellager
18	Lager / Gleitlager
F	Leckagefluid / Leckagefluidstrom

Patentansprüche

1. Pumpen-Motor-Einheit (1), umfassend:

- eine Pumpe (3) mit einer Pumpenkammer (5), einer Abtriebswelle (6) zum Antrieb der Pumpe (3), und einem in der Pumpenkammer (5) angeordneten Fördererelement (7) und
- einen Elektromotor (4) mit einem Rotor (8) und einem Stator (9), wobei der Rotor (8) eine Antriebswelle (10) für die Pumpe (3) aufweist, wobei die Antriebswelle (10) so mit der Abtriebswelle (6) verbunden ist, dass eine Drehung der Antriebswelle (10) eine Drehung der Abtriebswelle (6) bewirkt,
- wobei der Elektromotor (4) eine Flüssigkeitskühlung aufweist, wofür zumindest ein Teil eines Leckagefluids (F) der Pumpe (3) durch den Elektromotor (4) hindurchgeführt wird,
- wobei die Abtriebswelle (6) einen Kanal (6a) aufweist, durch den das Leckagefluid (F) aus der Pumpenkammer (5) in den Elektromotor (4) fließt, und
- wobei die Abtriebswelle (6) mittels eines Lagers (18), wie z. B. eines Gleitlagers, drehbar an einem Gehäuse (2) gelagert ist, wobei das Lager (18) einen Lagerspalt aufweist und das Leckagefluid (F) durch den Lagerspalt in den Kanal (6a) der Abtriebswelle (6) fließt.

2. Pumpen-Motor-Einheit (1) nach Anspruch 1, **gekennzeichnet durch** zumindest ein Ventil (12), über welches das Leckagefluid (F) aus dem Elektromotor (4) abgeführt wird.

3. Pumpen-Motor-Einheit (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass Leckagefluid (F) aus dem Elektromotor (4), insbesondere aus einem Motorraum (13), in dem der Rotor (8) und/oder der Stator (9) angeordnet sind, auf die Saugseite der Pumpe (3) und/oder in die Pumpenkammer (5) abgeführt wird.

4. Pumpen-Motor-Einheit (1) nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Ventil (12) ein Rückschlagventil ist.

5. Pumpen-Motor-Einheit (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abtriebswelle (6) zur Ausbildung des Kanals (6a) eine Hohlwelle ist.

6. Pumpen-Motor-Einheit (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** eine Welle-Nabe-Verbindung (11) mittels der die Antriebswelle (10) und die Abtriebswelle (6) formschlüssig drehfest ineinandergreifen, wobei die Welle-Nabe-Verbindung (11) einen Kanal (11a) aufweist, der mit dem Kanal (6a) der Abtriebswelle (6) kommuniziert, wodurch Leckagefluid (F) über den Kanal (6a) der Abtriebswelle (6) und den Kanal (11a) der Welle-Nabe-Verbindung (11) in den Elektromotor (4) fließt.

7. Pumpen-Motor-Einheit (1) nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Antriebswelle (10) über ihren Außenumfang eine Außenverzahnung und die Abtriebswelle (6) über ihren Innenumfang eine Innenverzahnung aufweisen, wobei die Außenverzahnung und die Innenverzahnung ineinandergreifen und dadurch die Welle-Nabe-Verbindung (11) bilden und der Außenverzahnung oder/und der Innenverzahnung mindestens ein Zahn fehlt, wodurch der Kanal (11a) der Welle-Nabe-Verbindung (11) gebildet wird.

8. Pumpen-Motor-Einheit (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** ein zwischen dem Rotor (8) des Elektromotors (4) und der Abtriebswelle (6) angeordnetes Lager (17), insbesondere Wälzlager, welches die Antriebswelle (10) drehbar an einem Gehäuse (2) der Pumpen-Motor-Einheit (1) lagert, wobei das Leckagefluid (F) über das Lager (17) in einen Motorraum (13), in dem der Rotor (8) und/oder der Stator (9) angeordnet sind, fließt.

9. Pumpen-Motor-Einheit (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Pumpe (3) einen saugseitig angeordneten Pumpeneinlass (14a) und einen druckseitig angeordneten Pumpenauslass (15a) aufweist, wobei das Fördererelement (7) Fluid fördert, wenn sich das Fördererelement (7) dreht, und der von dem Pumpeneinlass (14a) zu dem Pumpenauslass (15a) geförderte Volumenstrom des von der Pumpe (3) geförderten Fluids größer, insbesondere viel größer ist als der Volumenstrom des Leckagefluids (F), welches über den Kanal (6a) der Abtriebswelle (6) aus der Pumpenkammer (5) in den Elektromotor (4), insbesondere in einen Motorraum (13) des Elektromotors (4), fließt.

10. Pumpen-Motor-Einheit (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Pumpe (3) eine Innenzahnradpumpe ist, welche einen Zahnring (16) mit einer Innenverzahnung und ein Zahnrad mit einer Außenverzahnung aufweist, wobei das Zahnrad weniger Zähne als der Zahnring (16) aufweist, von dem Zahnring (16) umgeben ist und mit der Außenverzahnung in die Innenverzahnung eingreift, wobei das Förderelement (7) das außenverzahnte Zahnrad ist oder umfasst.

Es folgt eine Seite Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

