

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
23. September 2021 (23.09.2021)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2021/185542 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H02K 1/32 (2006.01) H02K 9/19 (2006.01)
H02K 7/00 (2006.01) H02K 7/116 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2021/054483

(22) Internationales Anmeldedatum:
24. Februar 2021 (24.02.2021)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2020 107 533.2
19. März 2020 (19.03.2020) DE

(71) Anmelder: **BAYERISCHE MOTOREN WERKE AK-
TIENGESSELLSCHAFT** [DE/DE]; Petuelring 130, 80809
München (DE).

(72) Erfinder: **KRANK, Benjamin**; Agnes-Neuhaus-Str. 4,
80797 München (DE). **STRASINSKY, Simon**; Auweg
52, 85375 Neufahrn bei Freising (DE). **WOLF, Bern-
hard**; Wuernseestraße 34, 81476 München (DE). **PUSCH-
MANN, Florian**; Martinsweg 10, 85114 Tauberfeld (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA,
MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,
RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM,
ZW.

(54) Title: LIQUID-COOLED ROTOR FOR AN ELECTROMECHANICAL ENERGY CONVERTER

(54) Bezeichnung: FLÜSSIGKEITSGEKÜHLTEN ROTOR FÜR EINEN ELEKTROMECHANISCHEN ENERGIEWANDLER

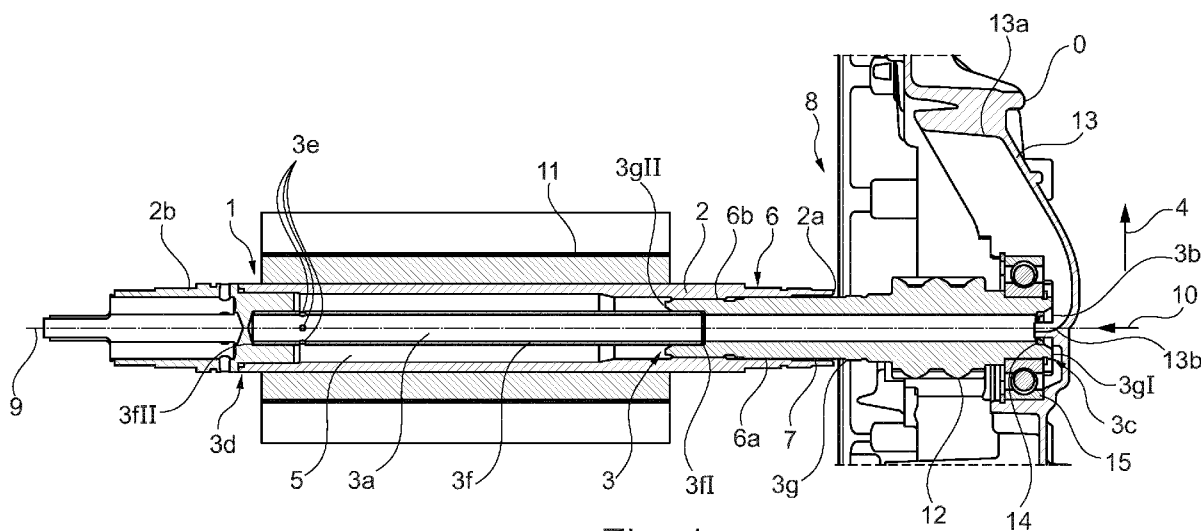


Fig. 1

(57) Abstract: Liquid-cooled rotor for an electromechanical energy converter, wherein the liquid-cooled rotor (1) is mounted in a manner rotatable about a rotor axis (9) and has a rotor shaft (2) which is designed, at least in portions, as a hollow shaft and has a first, open axial end (2a), and furthermore the liquid-cooled rotor (1) has a liquid-guiding device (3) which extends through said first, open axial end (2a) into said rotor shaft (2), wherein an annular liquid space (5) is produced between the liquid-guiding device (3) and the rotor shaft (2) in the radial direction (4), and furthermore the liquid-guiding device (3) has an interior space (3a) for guiding liquid and has a liquid inlet opening (3b) into said interior space (3a), wherein said liquid inlet opening (3b) is arranged at a first axial end (3c) of the liquid guiding device (3), characterized in that the liquid guiding device (3), at a second axial end (3d) that is situated opposite the first axial end (3c) of the liquid-guiding device (3), is indirectly or directly received in the rotor shaft (2) and thus guided relative to the

WO 2021/185542 A1



(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

rotor shaft (2), and in that the liquid-guiding device (3) has at least one liquid outlet opening (3e) by way of which the interior space (3a) in the liquid-guiding device (3) is connected in a fluid-conducting manner to the annular liquid space (5), and in that the liquid outlet opening (3e) is arranged between the first and the second end (3c, 3d) of the liquid-guiding device (3) in the axial direction.

(57) **Zusammenfassung:** Flüssigkeitsgekühlter Rotor für einen elektromechanischen Energiewandler, wobei der flüssigkeitsgekühlte Rotor (1) drehbar um eine Rotorachse (9) gelagert ist und eine Rotorwelle (2) aufweist, welche wenigstens abschnittsweise als Hohlwelle ausgebildet ist und ein erstes, offenes axiales Ende (2a) aufweist und weiter weist der flüssigkeitsgekühlte Rotor (1) eine Flüssigkeitsführungseinrichtung (3) auf, welche sich durch dieses erste, offene axiale Ende (2a) in diese Rotorwelle (2) hinein erstreckt, wobei sich in radialer Richtung (4) zwischen der Flüssigkeitsführungseinrichtung (3) und der Rotorwelle (2) ein Flüssigkeitsringraum (5) ergibt und weiter weist die Flüssigkeitsführungseinrichtung (3) einen Innenraum (3a) zum Führen von Flüssigkeit und eine Flüssigkeitseintrittsöffnung (3b) in diesen Innenraum (3a) auf, wobei diese Flüssigkeitseintrittsöffnung (3b) an einem ersten axialen Ende (3c) der Flüssigkeitsführungseinrichtung (3) angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Flüssigkeitsführungseinrichtung (3) an einem zweiten axialen Ende (3d), welches dem ersten axialen Ende (3c) der Flüssigkeitsführungseinrichtung (3) gegenüberliegt, in der Rotorwelle (2) mittelbar oder unmittelbar aufgenommen und so gegenüber der Rotorwelle (2) geführt ist und dass die Flüssigkeitsführungseinrichtung (3) wenigstens eine Flüssigkeitsaustrittsöffnung (3e) aufweist, durch welche der Innenraum (3a) der Flüssigkeitsführungseinrichtung (3) mit dem Flüssigkeitsringraum (5) fluidleitend verbunden ist und dass die Flüssigkeitsaustrittsöffnung (3e) in axialer Richtung zwischen dem ersten und dem zweiten Ende (3c, 3d) der Flüssigkeitsführungseinrichtung (3) angeordnet ist.

5

Flüssigkeitsgekühlten Rotor für einen elektromechanischen Energiewandler

10

Die Erfindung betrifft einen flüssigkeitsgekühlten Rotor eines elektromechanischen Energiewandlers. Die DE 10 2016 218 823A1 befasst sich mit einem Kühlsystem für eine elektromechanische Maschine und liegt damit auf dem gleichen technischen Gebiet wie ein Gegenstand gemäß Patentanspruch 1. Die US 2008/0272661 A1 befasst sich mit einer flüssigkeitsgekühlten Rotoreinrichtung.

15

Nachfolgend ist die Erfindung anhand eines Elektromotors in einem Kraftfahrzeug beschrieben, dies ist nicht als eine Einschränkung der Erfindung auf diese Anwendung zu verstehen. Für mobile Anwendungen, wie in Kraftfahrzeugen, ist es ein Ziel eine hohe Leistungsdichte des Elektromotors zu erreichen. Um eine größtmögliche Leistungsdichte zu erreichen, wird der Rotor im Elektromotor aktiv gekühlt, beispielsweise mittels Wasserlanze oder Öllanze. Dies ist insbesondere bei Asynchronmaschinen sowie fremderregten Synchronmaschinen von hoher Bedeutung. Eine unzureichende Kühlung führt zu einer frühzeitigen Degradation des Antriebs. Eine Wasserlanze benötigt eine aufwendige Gleitringdichtung des Kühlkanals am Rotoreintritt. Alternativ zur Wasserlanzen Kühlung kann der Rotor durch eine Ölkühlung mittels Getriebeöl gekühlt werden. Zum Erzeugen der Kühllölströmung durch den Rotor ist eine Ölpumpe vorgesehen, dabei zeigt eine mechanische Ölpumpe eine mit der Drehzahl zunehmende Verlustleistung, dies kann sich nachteilig auf den Wirkungsgrad des Antriebs auswirken. Weiter benötigt eine Ölpumpe regelmäßig eine elektrische Pumpensteuerung, dies kann die Fehleranfälligkeit erhöhen und sich damit nachteilig auf die Zuverlässigkeit des Systems auswirken.

20

25

30

35

Eine Aufgabe der Erfindung ist es, einen flüssigkeitsgekühlten Rotor eines elektromechanischen Energiewandlers mit verbesserten Betriebseigenschaften und einen elektromechanischen Energiewandler mit einem solchen Rotor anzugeben, diese Aufgabe wird durch einen Gegenstand gemäß dem ersten Patentanspruch beziehungsweise

Patentanspruch 5 gelöst, zu bevorzugende Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Patentansprüche.

- Im Sinne der Erfindung ist unter einem flüssigkeitsgekühlten Rotor für einen
- 5 elektromechanischen Energiewandler ein Rotor zur Verwendung in einem Elektromotor einem Elektrogenerator oder einem Elektromotor-/generator zu verstehen, welcher mit einem flüssigen Medium temperierbar und insbesondere kühlbar ist. Vorzugsweise ist die zur Temperierung verwendete Flüssigkeit ein Schmierstoff und bevorzugt ein Motor- oder Getriebeöl. Je nach Bauart des elektromechanischen Energiewandlers ist der Rotor als
- 10 elektrisch passives oder aktives Element ausgebildet, wobei die Erfindung unabhängig von dieser Eigenschaft Anwendung finden kann. Der flüssigkeitsgekühlte Rotor weist eine Rotorwelle auf, welche im Fall des motorischen Betriebs zum Abgeben von Antriebsleistung, im Fall des generatorischen Betriebs zum Aufnehmen von Antriebsleistung (Drehmoment, Drehzahl) ausgebildet ist und welche um eine Rotorachse rotierbar gelagert ist. Weiter ist
- 15 diese Rotorwelle wenigstens abschnittsweise als Hohlwelle ausgebildet und weist ein erstes, offenes axiales Ende auf. Zudem weist der flüssigkeitsgekühlte Rotor eine Flüssigkeitsführungseinrichtung auf, wobei die Flüssigkeitsführungseinrichtung zum Führen von Flüssigkeit, welche zum Temperieren des Rotors vorgesehen ist, eingerichtet ist.
- 20 Diese Flüssigkeitsführungseinrichtung erstreckt sich durch dieses erste, offene axiale Ende der Rotorwelle in deren Hohlwellenabschnitt hinein. Bildlich gesprochen bilden die Rotorwelle und die Flüssigkeitsführungseinrichtung, wenigstens abschnittsweise, zwei ineinander gesteckte rohrförmige Bauteile, wobei die Rotorwelle die Flüssigkeitsführungseinrichtung umgibt. Vorzugsweise sind die Rotorwelle und die
- 25 Flüssigkeitsführungseinrichtung stoffschlüssig miteinander verbunden und bevorzugt einstückig ausgebildet.

- In radialer Richtung bildet sich zwischen der Flüssigkeitsführungseinrichtung und der Rotorwelle, wenigstens abschnittsweise, ein Flüssigkeitsringraum aus. Funktional ist damit
- 30 die Möglichkeit eröffnet, Flüssigkeit durch die Flüssigkeitsführungseinrichtung (radial innenliegendes Rohrbauteil) in die Rotorwelle hineinzuleiten und über den sich abschnittsweise zwischen der Rotorwelle und der Flüssigkeitsführungseinrichtung gebildeten Ringspalt, sogenannter Flüssigkeitsringraum, diese Flüssigkeit wieder aus der Rotorwelle herauszuführen. Zum Ausbilden dieser Funktionalität weist die Flüssigkeitsführungs-
- 35 einrichtung einen Innenraum zum Führen von Flüssigkeit und eine Flüssigkeitseintrittsöffnung in diesen Innenraum auf, wobei diese Flüssigkeitseintrittsöffnung an einem ersten axialen Ende der Flüssigkeitsführungseinrichtung angeordnet ist.

Die Flüssigkeitsführungseinrichtung erstreckt sich entlang der Rotorachse in axialer Richtung bis zu ihrem zweiten axialen Ende. Dieses zweite axiale Ende der Flüssigkeitsführungseinrichtung liegt also deren ersten axialen Ende gegenüber.

5

Die Flüssigkeitsführungseinrichtung ist in der Rotorwelle mittelbar oder unmittelbar, insbesondere am beziehungsweise mit dem zweiten axialen Ende der Flüssigkeitsführungseinrichtung aufgenommen. In einer bevorzugt Ausführungsform weist die Rotorwelle ein Rotorwellenendstück auf, mit welchem diese vorzugsweise

10 abgeschlossen ist. Weiter vorzugsweise ist das Rotorwellenendstück in oder an der Rotorwelle aufgenommen und weiter vorzugsweise ist das Rotorwellenendstück einstückig mit der Rotorwelle ausgebildet oder ist bevorzugt mit dieser verbunden.

15

In einer weiter bevorzugt Ausführungsform ist die Flüssigkeitsführungseinrichtung mit ihrem zweiten axialen Ende in diesem Rotorwellenendstück aufgenommen und somit ist die Flüssigkeitsführungseinrichtung zu mindestens im Bereich ihres zweiten axialen Endes mittelbar gegenüber der Rotorwelle aufgenommen. Insbesondere durch eine solche Gestaltung ist ein modularer Aufbau der Rotorwelle mit Rotorwellenendstück und Flüssigkeitsführungseinrichtung ermöglicht. Weiter vorzugsweise ist die

20 Flüssigkeitsführungseinrichtung an ihrem zweiten axialen Ende derart in dem Rotorwellenendstück aufgenommen, dass die Flüssigkeitsführungseinrichtung an diesem Ende fluiddicht abgeschlossen ist.

25

In einer weiter bevorzugten Ausführungsform weist die Flüssigkeitsführungseinrichtung an ihrem zweiten axialen Ende einen Stützabschnitt auf. Vorzugweise ist der Stützabschnitt als ein Abschnitt der Flüssigkeitsführungseinrichtung zu verstehen, welcher sich nach radial Außen, vorzugsweise ausgehend vom zweiten axialen Ende der

Flüssigkeitsführungseinrichtung, durch den Flüssigkeitsringraum, welcher zwischen der Flüssigkeitsführungseinrichtung und der Rotorwelle gebildet ist, erstreckt. Weiter

30

vorzugsweise ist die Flüssigkeitsführungseinrichtung über diesen Stützabschnitt, insbesondere im Bereich des zweiten axialen Endes der Flüssigkeitsführungseinrichtung, gegenüber der Rotorwelle abgestützt und vorzugsweise gegenüber dieser zentriert.

Insbesondere mittels des Stützabschnitts ist die Flüssigkeitsführungseinrichtung gegenüber der Rotorwelle unmittelbar aufgenommen. Insbesondere mittels eines Stützabschnitts ist

35

eine unmittelbare und damit präzise Zentrierung der Flüssigkeitsführungseinrichtung in der Rotorwelle ermöglicht. In einer bevorzugten Ausführungsform schließt der Stützabschnitt den Flüssigkeitsinnenraum der Flüssigkeitsführungseinrichtung fluiddicht gegenüber dem

Flüssigkeitsringraum ab. Insbesondere mittels einer solchen Ausgestaltung ist erreichbar, dass Flüssigkeit aus dem Flüssigkeitsinnenraum nur durch eine oder mehrere Flüssigkeitsaustrittsöffnungen in den Flüssigkeitsringraum gelangt und so ist eine präzise Dosierung einer Flüssigkeitsströmung in den Flüssigkeitsringraum ermöglicht.

5

In einer weiter bevorzugten Ausführungsform weist der Stützabschnitt wenigstens eine oder mehrere Stützabschnittsausnehmungen auf, durch welche der Flüssigkeitsringraum mit dem Flüssigkeitsinnenraum der Flüssigkeitsführungseinrichtung fluidleitend verbunden ist.

Insbesondere mittels wenigstens einer solchen Stützabschnittsausnehmung ist eine

10 Flüssigkeitsströmung aus dem zweiten axialen Ende der Flüssigkeitsführungseinrichtung in den Flüssigkeitsringraum ermöglicht. Insbesondere ist die wenigstens eine

Stützabschnittsausnehmung, beziehungsweise deren Größe, auf die

Flüssigkeitsaustrittsöffnung, beziehungsweise deren Größe, abgestimmt, so dass eine bestimmte resultierende Strömung der Flüssigkeit durch den Flüssigkeitsringraum durch

15 diese Abstimmung vorgegeben ist.

Weiter ist die Flüssigkeitsführungseinrichtung im Bereich, beziehungsweise mit ihrem zweiten axialen Ende, in einem Rotorwellenendstück aufgenommen. Vorzugsweise ist dieses Rotorwellenendstück einstückig mit der Rotorwelle ausgebildet oder als separates

20 Bauteil mit dieser verbunden. Weiter vorzugsweise ist die Flüssigkeitsführungseinrichtung mit dem Wellenendstück gegenüber der Rotorwelle und weiter vorzugsweise gegenüber der Rotationsachse zentriert. Weiter vorzugsweise ergibt sich mit Hilfe des Rotorwellenendstücks der vorzugsweise radial gleichmäßiger verlaufende Flüssigkeitsringraum.

25

Und weiter weist die Flüssigkeitsführungseinrichtung wenigstens eine

Flüssigkeitsaustrittsöffnung, vorzugsweise eine Vielzahl von Flüssigkeitsaustrittsöffnungen, auf. Eine solche Flüssigkeitsaustrittsöffnung ist dabei insbesondere als eine Ausnehmung in der Flüssigkeitsführungseinrichtung zu verstehen, durch welche der Innenraum der

30 Flüssigkeitsführungseinrichtung mit dem Flüssigkeitsringraum fluidleitend verbunden ist.

Weiter ist die wenigstens eine Flüssigkeitsaustrittsöffnung und vorzugsweise sind alle

Flüssigkeitsaustrittsöffnungen in axialer Richtung zwischen dem ersten und dem zweiten Ende der Flüssigkeitsführungseinrichtung angeordnet. Insbesondere durch die Möglichkeit

der „freien“ Positionierung der Flüssigkeitsaustrittsöffnung, insbesondere in axialer Richtung,

35 entgegen einem Austritt der Flüssigkeit durch ein axiales Ende der

Flüssigkeitsführungseinrichtung, wie dieses aus dem Stand der Technik bekannt ist, ist eine einfache Möglichkeit geschaffen, die Flüssigkeit am Bedarfsort aus der

Flüssigkeitsführungseinrichtung zu führen und so eine verbesserte Kühlung und dadurch ein verbessertes Betriebsverhalten zu erreichen. Weiter vorzugsweise sind mehrere Flüssigkeitsaustrittsöffnungen vorgesehen und vorzugsweise sind diese in axialer Richtung, also entlang der Rotationsachse voneinander beabstandet angeordnet.

5

In einer bevorzugten Ausführungsform weist die Flüssigkeitsführungseinrichtung ein Flüssigkeitsleitrohr und ein Abtriebswellenbauteil auf. Insbesondere durch das Zusammensetzen der Flüssigkeitsführungseinrichtung aus mehreren Bauteilen ermöglicht eine bedarfsgerechte Gestaltung der Flüssigkeitsführungseinrichtung. Vorzugsweise ist das Abtriebswellenbauteil drehfest mit der Rotorwelle verbunden und vorzugsweise weist das Abtriebswellenbauteil wenigstens einen Lagersitz zum Aufnehmen einer Lagereinrichtung zum drehbaren Lagern der Rotorwelle auf. Weiter vorzugsweise ist das Abtriebswellenbauteil vollständig als Hohlwellenbauteil ausgebildet.

10

15

Weiter vorzugsweise ist an einem ersten axialen Ende des Abtriebswellenbauteils die Flüssigkeitseintrittsöffnung angeordnet und an einem zweiten, insbesondere dem ersten gegenüberliegenden, axialen Ende des Abtriebswellenbauteils ist das Flüssigkeitsleitrohr angeordnet. Vorzugsweise ist damit das Flüssigkeitsleitrohr mit einem ersten axialen Ende am zweiten axialen Ende des Abtriebswellenbauteils angeordnet. Vorzugsweise ist das Flüssigkeitsleitrohr mit einem zweiten axialen Ende am Rotorwellenendstück aufgenommen und dieses zweite axiale Ende des Flüssigkeitsleitrohrs bildet damit das zweite axiale Ende der Flüssigkeitsführungseinrichtung. Vorzugsweise ist dieses zweite axiale Ende des Flüssigkeitsleitrohrs nicht in dem Rotorwellenendstück angeordnet sondern vorzugsweise ist an diesem zweiten axialen Ende des Flüssigkeitsleitrohrs der Stützabschnitt angeordnet und weiter vorzugsweise bildet damit das zweite axiale Ende des Flüssigkeitsleitrohrs das zweite axiale Ende der Flüssigkeitsführungseinrichtung. Vorzugsweise ist das Flüssigkeitsleitrohr im Bereich des Stützabschnitts trichterartig aufgeweitet und weiter vorzugsweise stützt sich dieser aufgeweitete Bereich des Flüssigkeitsleitrohrs gegenüber der Rotorwelle ab, so dass das Flüssigkeitsleitrohr im Bereich seines zweiten axialen Endes unmittelbar in der Rotorwelle aufgenommen ist.

20

25

30

Weiter vorzugsweise ist das Flüssigkeitsleitrohr, insbesondere ohne Betrachtung des Stützabschnitts, als wenigstens im Wesentlichen zylindrisches Bauteil, vorzugsweise als kreisringzylindrisches Bauteil ausgebildet. Vorzugsweise erstreckt sich die wenigstens eine Flüssigkeitsaustrittsöffnung durch eine Wandung des Flüssigkeitsleitrohrs nach radial Außen, wobei diese Wandung quasi als Mantelfläche des Flüssigkeitsleitrohrs zu verstehen ist. Wie dargelegt ergibt sich durch die wenigstens zweiteilige Ausgestaltung der

35

Flüssigkeitsführungseinrichtung insbesondere die Möglichkeit einer bedarfsgerechten Gestaltung dieser.

In einer bevorzugten Ausführungsform ist die Flüssigkeitsführungseinrichtung und vorzugsweise das Abtriebswellenbauteil in der Rotorwelle in einem Rotorverbindungs-
5 aufgenommen. Vorzugsweise ist in diesem Rotorverbindungs-
Bereich wenigstens ein Flüssigkeitsführungs-
kanal angeordnet, welcher als radial zwischen der Rotorwelle und der Flüssigkeitsführungseinrichtung angeordneter Freiraum zu verstehen ist. Vorzugsweise weist der flüssigkeitsgekühlte Rotor eine Vielzahl solcher Flüssigkeitsführungs-
10 kanäle auf.

Insbesondere ist der wenigstens eine Flüssigkeitsführungs-
15 kanal derart gestaltet, dass mit diesem der Flüssigkeitsringraum (Zwischenraum zwischen Rotorwelle und Flüssigkeitsführungseinrichtung insbesondere im Bereich des Flüssigkeitsleitrohrs) mit der den flüssigkeitsgekühlten Rotor umgebenden Umwelt fluidleitend verbunden ist. Aufgrund der Bauform einer elektrischen Maschine, in welcher dieser flüssigkeitsgekühlte Rotor zur
20 Anwendung kommt, kann diese den Rotor umgebende Umwelt ein Gehäuseinnenraum sein. Insbesondere durch einen derartigen Rotorverbindungs-
Bereich zwischen der Flüssigkeitsführungseinrichtung und der Rotorwelle ist eine einfache Abführung von Flüssigkeit aus dem Flüssigkeitsringraum ermöglicht und damit ist eine verbesserte Kühlwirkung erreichbar.

In einer bevorzugten Ausführungsform weist der Rotorverbindungs-
25 Bereich wenigstens einen Drehmomentübertragungsbereich und wenigstens einen Zentrierungsbereich auf. Insbesondere durch eine solche Gestaltung ist die Zentrierung funktional von der Drehmomentübertragung getrennt und es ist eine Zentrierung mit hoher Genauigkeit und eine
30 Drehmomentübertragung (von der Rotorwelle auf die Flüssigkeitsführungseinrichtung insbesondere das Abtriebswellenbauteil) ermöglicht. Vorzugsweise sind der Drehmomentübertragungsbereich und der Zentrierungsbereich in axialer Richtung voneinander beabstandet angeordnet. Weiter vorzugsweise ist der
Drehmomentübertragungsbereich als eine Welle-Nabe-
35 Verbindung ausgebildet. Vorzugsweise weist diese Welle-Nabe-
Verbindung ineinander greifenden Verzahnungen auf, wobei bei diesen Verzahnungen vorzugsweise ein Zahnkopfs-
spiel vorgesehen ist, sodass durch dieses Zahnkopfs-
spiel der Flüssigkeitsführungs-
kanal in diesem Bereich ausgebildet ist.

Weiter vorzugsweise ist zum Ausbilden des Flüssigkeitsführungs-
40 kanals im Zentrierbereich eine Ausnehmung angeordnet. Vorzugsweise ist der Zentrierbereich als ein Wellenabschnitt, auf der Flüssigkeitsführungseinrichtung, und ein Bohrungs- beziehungsweise

Ausnehmungsabschnitt, in der Rotorwelle, ausgebildet, wobei der Wellenabschnitt mit dem Bohrungsabschnitt die entsprechende Zentrierungsfunktionalität für den Rotorverbindungs-
bereich aufweist. Vorzugsweise ist als eine Ausnehmung in diesem Sinn insbesondere eine Abflachung oder Abplattung zu verstehen, weiter ist unter einer

- 5 Ausnehmung eine nutartiger Ausnehmung in der Rotorwelle oder in der Flüssigkeitsführungseinrichtung im Zentrierbereich zu verstehen. Insbesondere durch eine solche Ausgestaltung des Flüssigkeitsführungs-
kanals ist eine hohe Genauigkeit mit dem Zentrierbereich und eine gute Drehmomentübertragbarkeit mit dem Drehmomentübertragungsbereich erreichbar und weiter ist somit ein geringer
10 Bauraumbedarf für den Flüssigkeitsführungs-
kanal durch den Rotorverbindungs-
bereich erreichbar.

Weiter ist ein elektromechanischer Energiewandler mit einem flüssigkeitsgekühlten Rotor in einer der zuvor erläuterten Bauformen vorgeschlagen. Bei einem derartigen

- 15 elektromechanischen Energiewandler ist die Rotorwelle drehbar in einer Gehäuseeinrichtung gelagert. Weiter ist mit der Rotorwelle ein Energiewandlerrotor drehfest verbunden, dieser Rotor kann je nach Bauform des elektromechanischen Energiewandlers eine oder mehrere Wicklungen oder andere magnetische oder nicht magnetische Bauteile aufweisen, wobei die Erfindung unabhängig von der Bauart des Rotors anwendbar ist. Weiter ist auf der
20 Rotorwelle ein Abtriebsritzel angeordnet, welches vorzugsweise zum Übertragen von Antriebsleistung in Form von Drehzahl und Drehmoment von der Rotorwelle beziehungsweise zu der Rotorwelle eingerichtet ist. Vorzugsweise ist das Abtriebsritzel auf der Flüssigkeitsführungseinrichtung und bevorzugt auf dem Abtriebswellenbauteil
angeordnet und bevorzugt ist das Abtriebsritzel einstückig mit dem Abtriebswellenbauteil
25 verbunden.

Weiter ist ein elektromechanischer Energiewandler mit einem flüssigkeitsgekühlten Rotor nach einer der zuvor erläuterten Ausführungsformen vorgeschlagen. Der flüssigkeitsgekühlte Rotor ist drehbar in einer Gehäuseeinrichtung (0) gelagert. Insbesondere weist dieser Rotor
30 eine Vorzugsdrehrichtung auf, insbesondere ist diese Vorzugsdrehrichtung bei einem Kraftfahrzeug diejenige Drehrichtung, welche sich für die Vorwärtsfahrt ergibt. Weiter ist mit der Rotorwelle ein Energiewandlerrotor drehfest verbunden. Im Sinne der Erfindung ist unter dem Energiewandlerrotor der Bereich des Rotors zu verstehen, welcher auf der Rotorwelle zum Erzeugen der vom elektromechanischen Energiewandler mittels der Rotorwelle
35 abgebbaren Antriebsleistung (Drehzahl, Drehmoment) eingerichtet ist.

Weiter ist auf dem flüssigkeitsgekühlten Rotor ein Abtriebsritzel angeordnet, wobei dieses Abtriebsritzel zur Leistungsübertragung mit einem Gegenrad kämmt. Dieses Gegenrad ist in radialer Richtung, beziehungsweise in Umfangsrichtung, wenigstens abschnittsweise von einem Flüssigkeitsauffangabschnitt einer Flüssigkeitszuführeinrichtung umgeben. Der Flüssigkeitsauffangabschnitt ist also demnach wenigstens abschnittsweise durch einen Umfang, beziehungsweise eine Umfangsfläche, des Gegenrads begrenzt. Vorzugsweise ist der Flüssigkeitsauffangabschnitt derart ausgebildet, dass das Gegenrad in Flüssigkeit, welche in dem Flüssigkeitsauffangabschnitt aufgenommen ist, eintaucht. Weiter vorzugsweise ist der Flüssigkeitsauffangabschnitt derart angeordnet, dass wenigstens eine Tangente an den Umfang des Gegenrads, im Bereich des Flüssigkeitsauffangabschnitts in Richtung des ersten axialen Endes der Flüssigkeitsführungseinrichtung verläuft. Insbesondere ist die Richtung der Tangente dabei so zu verstehen, dass diese Tangente in eine durch das erste axiale Ende der Flüssigkeitsführungseinrichtung verlaufende Ebene, welche orthogonal zu der Rotationsachse angeordnet ist, projiziert ist und dass die Tangente in dieser Ebene in Richtung des ersten axialen Endes der Flüssigkeitsführungseinrichtung verläuft.

Anders gewendet ist mit dem Gegenrad, vorzugsweise in der Vorzugsdrehrichtung, eine Flüssigkeitsströmung aus dem Flüssigkeitsauffangabschnitt in Richtung zu der Flüssigkeitseintrittsöffnung, welche im ersten axialen Ende der Flüssigkeitsführungseinrichtung angeordnet ist, erzeugbar. Insbesondere mittels einer derartigen Ausgestaltung der Erfindung ist es im planmäßigen Betrieb des elektromechanischen Energiewandlers, in einer Drehrichtung des Gegenrads, vorzugsweise in der Vorzugsdrehrichtung, ermöglicht Flüssigkeit aus dem Flüssigkeitsauffangabschnitt zielgerichtet zur Flüssigkeitseintrittsöffnung zu fördern und so insbesondere eine effiziente Kühlung des flüssigkeitsgekühlten Rotors sicherzustellen.

In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist in der planmäßigen Einbaulage des elektromechanischen Energiewandlers das Abtriebsritzel in axialer Richtung wenigstens abschnittsweise von einer Flüssigkeitszuführeinrichtung, wenigstens abschnittsweise oder vorzugsweise vollständig, überdeckt. Vorzugsweise weist diese Flüssigkeitszuführeinrichtung einen Flüssigkeitsauffangabschnitt auf, welcher in dieser planmäßigen Einbaulage wenigstens abschnittsweise oberhalb des Abtriebsritzels angeordnet ist, so dass im planmäßigen Betrieb des elektromechanischen Energiewandlers, in welchem das Abtriebsritzel um die Rotationsachse rotiert, vom Abtriebsritzel oder einem anderen Zahnrad nach oben abgeschleuderte Flüssigkeit wenigstens teilweise von dem Flüssigkeitsauffangabschnitt aufgefangen wird. Wobei sich auch in diesem Zusammenhang die Richtungsangabe nach oben auf die planmäßige Einbaulage des elektromechanischen

Energiewandlers bezieht. Insbesondere durch diese Ausgestaltung ist es ermöglicht, nach oben vom Abtriebsritzel abgeschleuderte Flüssigkeit mit dem Flüssigkeitsauffangabschnitt aufzufangen und diese selbsttätig, insbesondere also ohne eine Pumpeinrichtung, unter Gewichtskraft der Flüssigkeit an einen vordefinierten Ort laufen zu lassen. Insbesondere erfolgt der Flüssigkeitstransport an der Flüssigkeitszuführeinrichtung drucklos und vorzugsweise ausschließlich unter Gewichtskraft. Insbesondere durch eine derartige Ausgestaltung des elektromechanischen Energiewandlers ist eine selbsttätige Flüssigkeitsbewegung zur Rotorkühlung ermöglicht, insbesondere ohne zusätzlichen Energieaufwand.

In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist an der Flüssigkeitseintrittsöffnung ein radial umlaufender und nach radial innenragender Stauabschnitt ausgebildet. Vorzugsweise ist dieser Stauabschnitt als eine radiale Verjüngung, vorzugsweise an der Flüssigkeitseintrittsöffnung, zu verstehen. Insbesondere mittels eines solchen Stauabschnitts kann Flüssigkeit aus der Flüssigkeitsführungseinrichtung nur dann herausströmen, wenn ein Flüssigkeitsfüllstand den Stauabschnitt übersteigt, als zweite Möglichkeit tritt Flüssigkeit aus der Flüssigkeitsaustrittsöffnung aus der Flüssigkeitsführungseinrichtung. Insbesondere mittels eines Stauabschnitts ist im planmäßigen Betrieb des elektromechanischen Energiewandlers das Ausbilden einer Vorzugsströmungsrichtung von der Flüssigkeitseintrittsöffnung hin zur Flüssigkeitsaustrittsöffnung begünstigt. Insbesondere mittels des vorgeschlagenen Stauabschnitts wird der Flüssigkeit zur Kühlung des flüssigkeitsgeköhlten Rotors die gewünschte Strömungseinrichtung in der Flüssigkeitsführungseinrichtung aufgeprägt (von der Flüssigkeitseintrittsöffnung hin zur Flüssigkeitsaustrittsöffnung), ohne dass dazu eine zusätzliche Pumpeinrichtung notwendig ist.

In einer bevorzugten Ausführungsform des elektromechanischen Energiewandlers weist die Flüssigkeitszuführeinrichtung einen Flüssigkeitszuführabschnitt auf. Vorzugsweise ist dieser Flüssigkeitszuführabschnitt als ein erhabener Abschnitt der Flüssigkeitszuführeinrichtung ausgebildet. Vorzugsweise erstreckt sich dieser erhabene Abschnitt in axialer Richtung durch die Flüssigkeitseintrittsöffnung hindurch, beziehungsweise in diese hinein. Der Flüssigkeitszuführabschnitt ist in der planmäßigen Einbaulage des elektromechanischen Energiewandlers unterhalb des Flüssigkeitsauffangabschnitts angeordnet, so dass vom Flüssigkeitsauffangabschnitt aufgefangene Flüssigkeit unter Gewichtskraft zum Flüssigkeitszuführabschnitt strömt. Vorzugsweise sind zusätzliche Leitelemente vorgesehen, welche eine zielgerichtete Strömung der Flüssigkeit vom Flüssigkeitsauffangabschnitt zum Flüssigkeitszuführabschnitt verbessert. Insbesondere durch eine derartige Ausgestaltung ist

eine pumpenlose Strömung vom Flüssigkeitsauffangabschnitt zum Flüssigkeitszuführabschnitt ermöglicht.

In einer bevorzugten Ausführungsform erstreckt sich der Flüssigkeitszuführabschnitt in axialer Richtung durch die Flüssigkeitseintrittsöffnung hindurch und über den Staubabschnitt hinweg in den Innenraum der Flüssigkeitsführungseinrichtung. Insbesondere mittels einer solchen Ausgestaltung wird eine besonders große Menge von im Flüssigkeitsauffangabschnitt gesammelter Flüssigkeit für die Kühlung des Rotors genutzt, da diese in der Vorzugsströmungsrichtung hinter dem Stauabschnitt abgesetzt wird.

Weiter vorzugsweise ist der Flüssigkeitszuführabschnitt nicht fluiddicht in die Flüssigkeitseintrittsöffnung eingeführt. Insbesondere bei aus dem Stand der Technik bekannten Systemen zur Rotorkühlung, welche unter Druck stehende Flüssigkeit in den Rotor führen, ist der Flüssigkeitsweg fluiddicht ausgeführt, da ansonsten Leckagen entstehen und sich Nebenströme der Flüssigkeit bilden. Die Fluiddichtheit am Übergang in den rotierbar gelagerten Rotor von der stillstehenden Flüssigkeitszuführung wird bei bekannten Systemen mit einer teils aufwändigen und teils berührenden Dichteinrichtung an diesem Übergang hergestellt. Die Erfindung schlägt an diesem Übergang vorzugsweise ein offenes System vor, bei welchem in der Eintrittsöffnung neben dem Flüssigkeitszuführabschnitt ein offener Bereich bestehen bleibt. Bildlich gesprochen füllt bei einer derartigen Ausführungsform der Flüssigkeitszuführabschnitt die Flüssigkeitseintrittsöffnung nicht vollständig aus. Insbesondere durch eine solche Gestaltung sind ein einfacher Aufbau und ein hoher Wirkungsgrad erreichbar, da eine Dichtungseinrichtung zwischen Flüssigkeitszuführabschnitt und Flüssigkeitseintrittsöffnung entfallen kann oder nur rudimentär, vorzugsweise in Form eines Abstreifrings oder dergleichen, ausgebildet sein kann und dadurch nur geringe oder keine Dichtungsverluste an dieser Stelle auftreten.

Nachfolgend sind einzelne Merkmale der Erfindung sowie Ausführungsformen dieser anhand der Figuren näher erläutert, dabei zeigt:

Fig. 1: einen Teillängsschnitt durch einen elektromechanischen Energiewandler mit flüssigkeitsgekühltem Rotor,

Fig. 2: einen Teillängsschnitt im Bereich der Abtriebswelle mit Abtriebsritzel des flüssigkeitsgekühlten Rotors,

Fig. 3: eine perspektivische Explosionsdarstellung des flüssigkeitsgekühlten Rotors,

Fig. 4: zwei Querschnitt des flüssigkeitsgekühlten Rotors im Verbindungsbereich,

5 Fig. 5: zwei Längsschnitte von flüssigkeitsgekühlten Rotoren mit Stützabschnitt,

Fig. 6: perspektivische Teildarstellung des Gegenrads mit Vorzugsdrehrichtung.

In Figur 1 ist ein Teillängsschnitt durch einen elektromechanischen Energiewandler mit einem flüssigkeitsgekühlten Rotor 1 dargestellt und in Figur 2 ist eine vergrößerte

10 Darstellung der gleichen Ausführungsform, insbesondere des Abtriebswellenbauteils 3g gezeigt. Dieser flüssigkeitsgekühlte Rotor 1 ist mehrteilig aufgebaut, als Hauptbauteile weist dieser die Rotorwelle 2 auf, welche den Energiewandlerrotor 11 führt und rotierbar um die Rotorachse 9 lagert, sowie die Flüssigkeitsführungseinrichtung 3, welche ihrerseits als Bestandteile das Abtriebswellenbauteil 3g und das Flüssigkeitsleitrohr 3f aufweist.

15

Das Flüssigkeitsleitrohr 3f ist mit seinem ersten axialen Ende 3fl in dem zweiten axialen Ende 3gII des Abtriebswellenbauteils 3g aufgenommen und mit seinem zweiten axialen Ende 3fII ist das Flüssigkeitsleitrohr 3f in dem Rotorwellenendstück 2b der Rotorwelle 2 aufgenommen. Das Flüssigkeitsleitrohr 3f kann als sogenannte Öllanze verstanden werden.

20 Das Rotorwellendstück 2b schließt das zweite axiale Ende 3fII des Flüssigkeitsleitrohrs 3f ab und positioniert das Flüssigkeitsleitrohr 3f in diesem Bereich gegenüber der Rotorwelle 2.

Das Flüssigkeitsleitrohr 3f weist in seiner Rohrwandung mehrere

Flüssigkeitsaustrittsöffnungen 3e auf, welche sowohl vom ersten axialen Ende 3fl als auch vom zweiten axialen Ende 3fII des Flüssigkeitsleitrohrs 3f in axialer Richtung 10 entfernt

25 sind. In dieser mehrteiligen Ausführungsform der Flüssigkeitsführungseinrichtung 3 (Abtriebswellenbauteil 3g, Flüssigkeitsleitrohr 3f) fallen das zweite axiale Ende 3d der Flüssigkeitsführungseinrichtung 3 und das zweite axiale Ende 3fII des Flüssigkeitsleitrohrs 3f zusammen, beziehungsweise entsprechen einander und gleiches gilt für das erste axiale Ende 3b der Flüssigkeitsleiteinrichtung 3 und das erste axiale Ende 3gl des
30 Abtriebswellenbauteils 3g.

Der flüssigkeitsgekühlte Rotor 1 ist insbesondere über das Rillenkugellager 15 in der Gehäuseeinrichtung 0 rotierbar um die Rotationsachse 9 gelagert, orthogonal zur Rotationsachse 9 ist die radiale Richtung 4 ausgebildet.

35

Im planmäßigen Betrieb des elektromechanischen Energiewandlers gibt dieser Antriebsleistung (Drehzahl, Drehmoment) über das Abtriebsritzel 12, welches einstückig mit

dem Abtriebswellenbauteil 3g ausgebildet ist, an ein weiteres Zahnrad (nicht dargestellt) ab. Die Zahnradstufe (Abtriebsritzel 12, weiteres Zahnrad) ist ölgeschmiert. Durch die Rotationsbewegung des Abtriebsritzels und/oder des weiteren Zahnrads, wird Öl von diesen abgeschleudert. Dieses abgeschleuderte Öl wird mit der Flüssigkeitszuführeinrichtung 13
5 wenigstens teilweise aufgefangen. Die Flüssigkeitszuführeinrichtung 13 weist zu diesem Zweck den Flüssigkeitsauffangabschnitt 13a auf. Der Flüssigkeitsauffangabschnitt 13a überdeckt in axialer Richtung 10 das Abtriebsritzel 12 wenigstens teilweise und ist in der dargestellten planmäßigen Einbaulage (diese entspricht der dargestellten Lage) des elektromechanischen Energiewandlers oberhalb der Flüssigkeitseintrittsöffnung 3b
10 angeordnet. Unter Gewichtskraft läuft das im Flüssigkeitsauffangabschnitt 13a aufgefangene Öl nach unten, also in Richtung zur Flüssigkeitseintrittsöffnung 3b. Die Flüssigkeitszuführeinrichtung 13, welche als Lagerschild oder Gehäusebauteil ausgebildet sein kann, weist zusätzlich einen Flüssigkeitszuführabschnitt 13b auf. Der Flüssigkeitszuführabschnitt 13b erstreckt sich in axialer Richtung 10 durch die
15 Flüssigkeitseintrittsöffnung 3b und das aufgefangene Öl wird damit über die Flüssigkeitszuführeinrichtung 13 dem Innenraum 3a der Flüssigkeitsführungseinrichtung zugeführt. Diese Zuführung geschieht wie dargelegt unter der Wirkung von Gewichtskraft und damit drucklos, so dass eine Dichtungseinrichtung am Übergang des rotierbar gelagerten flüssigkeitsgekühlten Rotors 1 zur ruhenden und gehäusefesten
20 Flüssigkeitszuführeinrichtung 13 überflüssig ist.

Am ersten axialen Ende 3c also an der Flüssigkeitseintrittsöffnung 3b, ist ein Staubabschnitt 14 ausgebildet. Der Staubabschnitt 14 ist ein radial umlaufend und nach radial innen vorspringender Bereich im Abtriebswellenbauteil und verhindert ein Abfließen von Öl aus
25 dem Abtriebswellenbauteil entgegen der Richtung von der Flüssigkeitseintrittsöffnung 3b zur Flüssigkeitsaustrittsöffnung 3e. Der Flüssigkeitszuführabschnitt 13b überragt in axialer Richtung 10 diesen Staubabschnitt 14, so dass Öl von diesem Flüssigkeitszuführabschnitt sicher hinter dem Staubabschnitt 14 in den Innenraum 3a abgeführt wird.

30 Durch die Rotation des flüssigkeitsgekühlten Rotors 1, wird das über die Flüssigkeitszuführeinrichtung 13 eingebrachte Öl aus dem Innenraum 3a des Flüssigkeitsleitrohrs 3f nach radial außen durch die Flüssigkeitsaustrittsöffnungen 3e abgegeben. Durch die Fliehkräfte bildet sich somit in Bezug auf die Flüssigkeitsführungseinrichtung 3 in deren Innenraum 3a eine Vorzugsrichtung für das
35 zugeführte Öl von der Flüssigkeitseintrittsöffnung 3b zur Flüssigkeitsaustrittsöffnung 3e.

Von der Flüssigkeitsaustrittsöffnung 3e gelangt das Öl unter der Wirkung der Fliehkraft in den Flüssigkeitsringraum 5 zwischen dem Flüssigkeitsleitrohr 3f und der Rotorwelle 2. Durch den Verbindungsbereich 6, in welchem das Abtriebswellenbauteil 3g mit der Rotorwelle 2 mittels eines Zentrierbereichs 6a und eines Drehmomentübertragungsbereichs 6b verbunden ist, erstreckt sich der Flüssigkeitsführungs kanal 7, durch welchen Flüssigkeit, vorliegende also Öl, aus dem Flüssigkeitsringraum 5 in die den flüssigkeitsgekühlten Rotor 1 umgebende Umwelt abgegeben wird. Der Drehmomentübertragungsbereich 6b ist als Welle-Nabeverbindung mit Verzahnungen ausgebildet. Der Zentrierbereich ist als im wesentliche zylinderförmiger Wellen- beziehungsweise Nabenabschnitt ausgebildet, wobei der Wellenabschnitt abgeplattete Bereiche aufweist, welche in diesem Sinn als Ausnehmung zu verstehen sind, so dass der Flüssigkeitsführungs kanal 7 einerseits durch die genannten Stellen durch den Drehmomentübertragungsbereich 6b und den Zentrierbereich 6a verläuft.

In Figur 2 ist besonders deutlich erkennbar, wie sich der Flüssigkeitszuführabschnitt 13b der Flüssigkeitszuführeinrichtung 13 in axialer Richtung 10 über den Stauabschnitt 14 hinweg in den Innenraum 3a, welcher innerhalb des Abtriebswellenbauteils 3g und des Flüssigkeitsleitrohrs 3f gebildet ist, erstreckt. Der Stauabschnitt 14 erstreckt sich zwar nach radial innen in diesen Innenraum 3a, ist aber vom Flüssigkeitszuführabschnitt beabstandet, so dass zwischen dem Abtriebswellenbauteil 3g mit Stauabschnitt 14 und der Flüssigkeitszuführeinrichtung 13 mit dem Flüssigkeitszuführabschnitt 13b keine Reibungsverluste entstehen.

In Figur 3 ist eine perspektivische Explosionsdarstellung einzelner Bauteile des in Figur 1 und 2 erläuterten flüssigkeitsgekühlten Rotors 1 dargestellt. Das Rotorwellenendstück 2b kann ein weiteres Lager zum drehbaren Lagern des flüssigkeitsgekühlten Rotors 1 aufnehmen und ist im zusammengebauten Zustand mit der Rotorwelle 2 verbunden. Die Rotorwelle 2 ist im Wesentlichen als Hohlwelle ausgebildet. Das Flüssigkeitsleitrohr wird mit seinen ersten axialen Ende 3fl in dem Abtriebswellenbauteil 3g aufgenommen und mit seinem zweiten axialen Ende 3fll in dem Rotorwellenendstück 2b. Mit den beiden Aufnahmen kann das Flüssigkeitsleitrohr 3f zentriert zur Rotorwelle 2 und zur Rotationsachse 9 gehalten werden. Das Flüssigkeitsleitrohr 3f weist die Flüssigkeitsaustrittsöffnungen 3e auf, durch welche im Flüssigkeitsleitrohr 3f geführte Flüssigkeit aus diesem planmäßig austreten kann.

Das Abtriebswellenbauteil 3g weist das Abtriebsritzel 12 auf, welches als aufgeschnittene Verzahnung ausgeführt ist. Mit seinem zweiten axialen Ende 3gll wird das Abtriebswellenbauteil 3g in die Rotorwelle 2 eingeschoben und im Verbindungsbereich mit

dieser verbunden. Der Stauabschnitt ist in dem Abtriebswellenbauteil 3g durch ein separates Bauteil gebildet und zwar durch den am ersten axialen Ende 3gl des Abtriebswellenbauteils 3g in dieses einzupressenden Stauabschnitttring 14a.

- 5 In Figur 4 sind zwei Querschnittsdarstellungen (II, IV), welche an unterschiedlichen axialen Positionen durch den Verbindungsbereich geführt sind, und zwei vergrößerte Detaildarstellungen (I, III) aus diesen Querschnittsdarstellungen (II, IV) gezeigt, dabei gehört die Detaildarstellung I zur Querschnittsdarstellung II und die Detaildarstellung III zur Querschnittsdarstellung IV.

10

In der Querschnittsdarstellung II ist ein Querschnitt durch den Drehmomentübertragungsbereich 6b gezeigt, dabei ist die Rotationsachse 9 orthogonal geschnitten. Das Flüssigkeitsleitrohr 3f ist als Kreisringfläche erkennbar. Das Abtriebswellenbauteil 3g weist eine Außenverzahnung auf, welche zur

- 15 Drehmomentübertragung in eine Innenverzahnung in der Rotorwelle 2 eingreift. In diesen ineinandergreifenden Verzahnungen (Innenverzahnung / Außenverzahnung) ist der Flüssigkeitsleitkanal 7, beziehungsweise eine Vielzahl dieser Kanäle ausgebildet. In der Detaildarstellung I zu dieser Querschnittsdarstellung II ist erkennbar, dass sich in Bezug auf die Außenverzahnung des Abtriebswellenbauteils 3g an jedem Zahnkopf und jedem Zahnfuß
20 eine Lücke ergibt, durch welche Flüssigkeit durch den Drehmomentübertragungsbereich 6b strömen kann, so dass diese Lücken den Flüssigkeitsführungschanal im Drehmomentübertragungsbereich 6b bilden.

- In der Querschnittsdarstellung IV ist ein Querschnitt durch den Zentrierbereich 6a gezeigt,
25 dabei ist die Rotationsachse 9 orthogonal geschnitten. Das Abtriebswellenbauteil 3g weist eine im Wesentlichen kreisrunde Außenfläche auf, welche zur Zentrierung in eine kreisrunde Innenfläche in der Rotorwelle 2 eingreift und so das Abtriebswellenbauteil 3g gegenüber der Rotorwelle 2 zentriert. In diesen ineinandergreifenden Flächen (Innenfläche / Außenfläche) ist der Flüssigkeitsleitkanal 7, beziehungsweise sind vorliegend zwei solche Kanäle durch
30 Ausnehmungen in der Außenfläche des Abtriebswellenbauteils 3g gebildet. In der Detaildarstellung III zu dieser Querschnittsdarstellung IV ist erkennbar, dass die Außenfläche des Abtriebswellenbauteils 3g abgeplattet ist, insbesondere durch eine Ausnehmung abgeplattet ist. Durch die Abplattung ergibt sich die in der Detaildarstellung III erkennbare Lücke, welche den Flüssigkeitsführungschanal 7 bildet, so dass durch diese Flüssigkeit durch
35 den Zentrierungsbereich 6a strömen kann. Andersgewendet ist durch diese Ausnehmung oder Abplattung der Flüssigkeitsführungschanal 7 im Zentrierungsbereich 6a gebildet.

Mit anderen Worten ausgedrückt, setzt ein Kühlkonzept für einen Rotor eines elektromechanischen Energiewandler voraus, dass verlusteinbringenden Komponenten des Antriebs in räumlicher Nähe zum Getriebebauraum angeordnet sind. Es ist vorgeschlagen, dass als Flüssigkeit zum Kühlen des flüssigkeitsgekühlten Rotors Getriebeöl Anwendung findet. Eine Idee des vorgeschlagenen Konzepts ist es, den Ölstrom im Getriebe auf Grund der Zahnradbewegungen derart auszunutzen, dass das Öl ohne Ölpumpe, also passiv, in den flüssigkeitsgekühlten Rotor des elektromechanischen Energiewandlers gefördert wird. Komponenten der vorgeschlagenen Erfindung sind dabei insbesondere:

1. Ölzuführung in einen drehenden Hohlwellenbereich, insbesondere in die Flüssigkeitsführungseinrichtung, ausgehend von einem offenen axialen Wellenende.

2. Transport des Öls durch den Hohlwellenbereich in welchen das Öl zugeführt wurde sowie eine sogenannte Öllanze, insbesondere das Flüssigkeitsleitrohr, aufgrund der Zentrifugalbeschleunigung.

3. Austritt des Öls aus der Öllanze, insbesondere des Flüssigkeitsleitrohrs, in die radial außen liegende Rotorwelle, auf welcher die Wärmeeinträge durch die Wandlung von elektrischer (Spannung, Strom) in mechanische (Drehzahl, Drehmoment) Leistung entstehen.

4. Rückstrom des Öls in den Getrieberaum, in welchem insbesondere das Abtriebsritzel angeordnet ist, also in die den flüssigkeitsgekühlten Rotor umgebende Umwelt.

Die Ölzuführung zum Abtriebsritzel kann aktiv, insbesondere also durch eine elektrische oder mechanische Ölpumpe erfolgen, wird auf Grund von Effizienz- und Kostenvorteilen aber in der Regel passiv ausgeführt sein, insbesondere Öltauchschmierung. Das Abtriebswellenbauteil 3g ist im Ölraum eines Getriebes verortet, wodurch in der Umgebung Getriebeöl auf Grund von Zahnradbewegungen spritzt. Das Getriebeöl, das an das Lagerschild, welches die Flüssigkeitszuführeinrichtung 13 aufweist spritzt, bleibt dort haften und fließt auf Grund der Schwerkraft und ggfs. in Kombination mit gehäuseseitiger Ölleitgeometrie in den als Tropfnase ausgebildeten Flüssigkeitszuführabschnitt 13b. Das Abtriebswellenbauteil 3g und das Flüssigkeitsleitrohr 3f sind vorliegend als separate Bauteile ausgebildet, können aber auch einstückig miteinander ausgebildet sein.

Aufgrund der Drehbewegung des Abtriebswellenbauteils 3g mit der Rotorwelle 2 im planmäßigen Betrieb des elektromechanischen Energiewandlers und der darin geführten

Öllanze, also dem Flüssigkeitsleitrohr 3f, herrscht auf dem Radius der Innenwandung des Flüssigkeitsleitrohrs 3f eine hohe Zentrifugalkraft, welche das eingeführte Öl an dieser Innenwand haften lässt. Die damit verbundene axiale Ausdehnung des Öls führt zu einer Ölförderung entlang des Abtriebswellenbauteils 3g und Flüssigkeitsleitrohrs 3f, also im Innenraum 3. Der Stauabschnitt 14 am offenen Wellenende, also im Bereich der Flüssigkeitseintrittsöffnung 3b, direkt unterhalb der Tropfnase des Flüssigkeitszuführabschnitts 13b, verhindert ein Ausfließen des Öls zurück in den Getrieberaum, also in die den flüssigkeitsgekühlten Rotor 1 umgebende Umwelt 8, sodass das Öl in axialer Richtung in Richtung des anderen Endes der Öllanze also in Richtung der Flüssigkeitsaustrittsöffnung 3e und damit in Richtung Energiewandlerrotors gefördert wird.

Erreicht das Öl im Flüssigkeitsleitrohr 3f die Flüssigkeitsaustrittsöffnung 3e, spritzt das Öl aus Öllanze (Flüssigkeitsleitrohr 3f) in die als Hohlwelle ausgebildete Rotorwelle 2 und tritt damit in den Flüssigkeitsringraum 5 ein. Auf Grund der Zentrifugalbeschleunigung in der rotierende Rotorwelle 2, legt sich das Öl an der radial äußeren Innenwandung der Rotorwelle 2 an. Dort nimmt das Öl Wärme vom Energiewandlerrotor 11 auf und trägt zu dessen Kühlung bei.

Der Ölstrom fließt in der vorgeschlagenen Ausführungsform durch die Verzahnung des Drehmomentübertragungsbereichs 6b und Abflachungen im Zentrierungsbereich 6a, also durch den beziehungsweise durch die so gebildeten Flüssigkeitsführungs Kanäle, zurück in den Getrieberaum. Das Öl ist damit wieder an den Ort zurückgeführt von dem es zuvor entnommen wurde und so handelt sich vorliegend um einen geschlossenen Ölkreislauf.

Dieser Ölstrom schmiert in diesem Fall unter anderem die eventuell vorhandene Verzahnung. Der Rotorwelle 2 und das Abtriebswellenbauteil 3g sind vorliegend als separate Bauteile ausgebildet, diese können auch einteilig ausgeführt werden. Im Fall einer einstückigen Ausbildung (Rotorwelle 2 einstückig mit Abtriebswellenbauteil 3g), kann wenigstens ein Flüssigkeitsführungs kanal durch eine radiale Ausnehmung oder Bohrung durch dieses einstückige Bauteil gebildet sein, wobei die radiale Ausnehmung aus dem Flüssigkeitsringraum zurück in die den flüssigkeitsgekühlten Rotor umgebende Umwelt 8, insbesondere also in den Getrieberaum, führt.

In Figur 5 ist eine erste Variante Figur 5a des flüssigkeitsgekühlten Rotors mit Stützabschnitt (fluiddichter Stützabschnitt) und eine zweite Varianten Figur 5b des flüssigkeitsgekühlten Rotors mit Stützabschnitt (Stützabschnitt mit Stützabschnittsausnehmung) dargestellt. Im Übrigen wird auf die Erläuterungen zum flüssigkeitsgekühlten Rotor gemäß der Figuren 1 bis

4 verwiesen, so dass nachfolgend im Wesentlichen auf die Unterschiede der in Figur 5 dargestellten Ausführungsformen zu diesen eingegangen wird.

In der in Figur 5a dargestellten Ausführungsform des flüssigkeitsgekühlten Rotors 1, ist das Flüssigkeitsleitrohr 3f in einem als Deckel ausgebildeten fluiddichten Stützabschnitt 16a aufgenommen. Dieser fluiddichte Stützabschnitt 16a zentriert das Flüssigkeitsleitrohr 3f gegenüber der Rotorwelle 2 und schließt das zweite axiale Ende 3fII des Flüssigkeitsleitrohrs 3f fluiddicht ab. Bei der dargestellten Ausführungsform ist ein Austritt von Flüssigkeit aus dem Flüssigkeitsleitrohr 3f über die Flüssigkeitsaustrittsöffnungen 3e ermöglicht. Dargestellt ist eine Ausführungsform, bei welcher der fluiddichte Stützabschnitt 16a als separates Bauteil an das Flüssigkeitsleitrohr 3f angefügt ist, dieser kann aber auch einstückig mit dem Flüssigkeitsleitrohr 3f ausgebildet sein.

In Figur 5b ist eine Ausführungsform der Erfindung dargestellt, bei welcher der Stützabschnitt 16b mit Stützabschnittsausnehmungen 16c versehen ist. Mit diesen Stützabschnittsausnehmungen 16c ist eine Flüssigkeitsströmung aus dem zweiten axialen Ende 3fII des Flüssigkeitsleitrohrs 3f in den Flüssigkeitsringraum 5 ermöglicht. Über die Gestaltung der Stützabschnittsausnehmung 16c oder der mehreren Stützabschnittsausnehmungen ist es ermöglicht, die Menge der auf diesem Wege in den Flüssigkeitsringraum 5 gelangenden Flüssigkeit konstruktiv einzustellen.

In Figur 6 ist eine perspektivische Teildarstellung der Gehäuseeinrichtung 0 mit dem Gegenrad 17 gezeigt. Das Gegenrad 17 kämmt zur Leistungsübertragung mit Abtriebsritzel 12 (nicht dargestellt) des flüssigkeitsgekühlten Rotors 1 (nicht dargestellt) das Gegenrad 17 ist dabei in Umfangsrichtung wenigstens abschnittsweise von dem Flüssigkeitsabschnitt 13a umgeben.

Im planmäßigen Betrieb rotiert das Gegenrad 17 in der Verzugsdrehrichtung 18, dabei taucht das Gegenrad 17 in Flüssigkeit, welche im Flüssigkeitsauffangabschnitt 13a aufgefangen ist. Der Flüssigkeitsauffangabschnitt 13a ist durch das Leitelement 20 sowie die Gehäuseeinrichtung 0 gebildet. Durch die Rotationsbewegung des Gegenrads 17 in Verzugsdrehrichtung 18 wird Flüssigkeit aus dem Flüssigkeitsauffangabschnitt 13a in Richtung der Tangente 19 an das Gegenrad 17 und damit zum Flüssigkeitszuführabschnitt 13b gefördert.

Insbesondere dadurch, dass in radialer Richtung das Gegenrad 17 vom Flüssigkeitsauffangabschnitt 13a abschnittsweise umgeben ist wird Flüssigkeit aus dem

Flüssigkeitsauffangabschnitt 13a in Richtung der Tangente 19 an das Gegenrad 17 gefördert. Der Flüssigkeitsauffangabschnitt 13a ist dabei derart angeordnet, dass die Tangente 19 im Flüssigkeitsauffangabschnitt 13a in Richtung des ersten axialen Endes der Flüssigkeitsführungseinrichtung (nicht dargestellt) verläuft. Der Flüssigkeitszuführabschnitt 5 13b ragt im montierten Zustand in die Flüssigkeitsführungseinrichtung (nicht dargestellt). Im planmäßigen Betrieb eines elektromechanischen Energiewandlers mit einem flüssigkeitsgekühlten Rotor wie dargestellt (Figur 1 bis 5) in der Vorzugsdrehrichtung 18 des Gegenrads 17, wird demnach Flüssigkeit aus dem Flüssigkeitsauffangabschnitt 13a zur Flüssigkeitseintrittsöffnung 3b, insbesondere zur Kühlung des flüssigkeitsgekühlten Rotors 1 10 im Betrieb, gefördert und somit wird der flüssigkeitsgekühlte Rotor 1 ohne eine zusätzliche Pumpe von einer Flüssigkeit gekühlt.

Vereinfacht dargelegt schlägt die Erfindung zwei Möglichkeiten vor, wie Flüssigkeit, insbesondere Getriebeöl, aus dem Flüssigkeitsauffangabschnitt gelangen kann, in die 15 Flüssigkeitsführungseinrichtung gelangen kann und dort kann diese insbesondere zur Kühlung des flüssigkeitsgekühlten Rotor beitragen. Zum einen ist es möglich, dass diese Effekte jeweils einzeln und zum anderen ist es möglich dass diese Effekte in Kombination genutzt werden. Der eine nutzbare Effekt ist die Gewichtskraft, der andere nutzbare Effekt ist der Förderwirkung eines Zahnrads, insbesondere des Gegenrads. Zum einen kann der 20 Flüssigkeitsauffangabschnitt also in der planmäßigen Einbaulage eines elektromechanischen Energiewandlers geodätisch oberhalb der Flüssigkeitseintrittsöffnung, zu mindestens abschnittsweise, angeordnet sein (Gewichtskraft), zum anderen kann der Flüssigkeitsauffangabschnitt derart angeordnet sein, dass eine Tangente im Flüssigkeitsauffangabschnitt an das Gegenrad in Richtung zur der 25 Flüssigkeitseintrittsöffnung weist (Förderwirkung des Gegenrads).

Bezugszeichenliste

0	Gehäuseeinrichtung
1	Flüssigkeitsgekühlter Rotor
2	Rotorwelle
2a	erstes offenes axiales Ende von 2
2b	Rotorwellenendstück
3	Flüssigkeitsführungseinrichtung
3a	Innenraum von 3
3b	Flüssigkeitseintrittsöffnung
3c	erstes axiales Ende von 3
3d	zweites axiales Ende von 3
3e	Flüssigkeitsaustrittsöffnung von 3
3f	Flüssigkeitsleitrohr
3fl	erstes axiales Ende von 3f
3fll	Zweites axiales Ende von 3f
3g	Abtriebswellenbauteil
3gl	erstes axiales Ende von 3g
3gll	zweites axiales Ende von 3g
4	Radiale Richtung
5	Flüssigkeitsringraum
6	Rohrverbindungsbereich
6a	Zentrierungsbereich
6b	Drehmomentübertragungsbereich
7	Flüssigkeitsführungs kanal
7a	Ausnehmung für 7
8	Umgebende Umwelt
9	Rotorachse
10	axiale Richtung
11	Energiewandler Rotor
12	Abtriebsritzel
13	Flüssigkeitszuführeinrichtung
13a	Flüssigkeitsauffangabschnitt
13b	Flüssigkeitszuführabschnitt
14	Stauabschnitt
14a	Stauabschnitttring
15	Rillenkugellager
16a	Stützabschnitt fluiddicht
16b	Stützabschnitt mit Stützabschnittausnehmung
16c	Stützabschnittausnehmung
17	Gegenrad
18	Vorzugsdrehrichtung von 17
19	Tangente an 17 in 13a
20	Leitelement für 13a

Ansprüche

- 5 1. Flüssigkeitsgekühlter Rotor für einen elektromechanischen Energiewandler, wobei der flüssigkeitsgekühlte Rotor (1) drehbar um eine Rotorachse (9) gelagert ist und eine Rotorwelle (2) aufweist, welche wenigstens abschnittsweise als Hohlwelle ausgebildet ist und ein erstes, offenes axiales Ende (2a) aufweist und weiter weist der flüssigkeitsgekühlte Rotor (1) eine Flüssigkeitsführungseinrichtung (3) auf, welche
10 sich durch dieses erste, offene axiale Ende (2a) in diese Rotorwelle (2) hinein erstreckt, wobei sich in radialer Richtung (4) zwischen der Flüssigkeitsführungseinrichtung (3) und der Rotorwelle (2) ein Flüssigkeitsringraum (5) ergibt und weiter weist die Flüssigkeitsführungseinrichtung (3) einen Innenraum (3a) zum Führen von Flüssigkeit und eine Flüssigkeitseintrittsöffnung (3b) in diesen
15 Innenraum (3a) auf, wobei diese Flüssigkeitseintrittsöffnung (3b) an einem ersten axialen Ende (3c) der Flüssigkeitsführungseinrichtung (3) angeordnet ist,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Flüssigkeitsführungseinrichtung (3) an einem zweiten axiale Ende (3d), welches dem ersten axialen Ende (3c) der Flüssigkeitsführungseinrichtung (3) gegenüberliegt,
20 in der Rotorwelle (2) mittelbar oder unmittelbar aufgenommen und so gegenüber der Rotorwelle (2) geführt ist und
dass die Flüssigkeitsführungseinrichtung (3) wenigstens eine Flüssigkeitsaustrittsöffnung (3e) aufweist, durch welche der Innenraum (3a) der Flüssigkeitsführungseinrichtung (3) mit dem Flüssigkeitsringraum (5) fluidleitend
25 verbunden ist und
dass die Flüssigkeitsaustrittsöffnung (3e) in axialer Richtung zwischen dem ersten und dem zweiten Ende (3c, 3d) der Flüssigkeitsführungseinrichtung (3) angeordnet ist.
- 30 2. Flüssigkeitsgekühlter Rotor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass Flüssigkeitsführungseinrichtung (3) ein Flüssigkeitsleitrohr (3f) und ein Abtriebswellenbauteil (3g) aufweist und
dass an einem ersten axialen Ende (3gl) des Abtriebswellenbauteils (3g) die Flüssigkeitseintrittsöffnung (3b) und an einem zweiten axialen Ende (3gII) des
35 Abtriebswellenbauteils (3g) das Flüssigkeitsleitrohr (3f) angeordnet ist und
dass das Flüssigkeitsleitrohr (3f) mit einem ersten axialen Ende (3fl) am Abtriebswellenbauteil (3g) aufgenommen ist und

dass sich die wenigstens eine Flüssigkeitsaustrittsöffnung (3e) durch eine Wandung des Flüssigkeitsleitrohrs (3f) hindurch erstreckt.

3. Flüssigkeitsgekühlter Rotor nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass
5 das Flüssigkeitsleitrohr (3f) mit einem zweiten axialen Ende (3fll) des Flüssigkeitsleitrohrs (3f) am Rotorwellenendstück (2b) aufgenommen ist.
4. Flüssigkeitsgekühlter Rotor nach einem Ansprüche 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Abtriebswellenbauteil (3g) in der Rotorwelle (2) in einem
10 Rotorverbindungsbereich (6) aufgenommen ist und dass im Rotorverbindungsbereich (6) wenigstens ein Flüssigkeitsführungs kanal (7) angeordnet ist, mit welchem der Flüssigkeitsringraum (5) mit der den flüssigkeitsgekühlten Rotor (1) umgebenden Umwelt (8) fluidleitend verbunden ist.
5. Flüssigkeitsgekühlter Rotor nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der
15 Verbindungsbereich (6) einen Drehmomentübertragungsbereich (6b) und einen Zentrierungsbereich (6a) aufweist und dass der Drehmomentübertragungsbereich (6b) und der Zentrierungsbereich (6a) in einer axialen Richtung (10) entlang der Rotorachse (9) voneinander beabstandet sind und
20 dass der Flüssigkeitsführungs kanal (7) im Zentrierungsbereich (6a) als eine Ausnehmung an der Rotorwelle (2) oder am Abtriebswellenbauteil (3g) ausgebildet ist.
6. Elektromechanischer Energiewandler mit einem flüssigkeitsgekühlten Rotor (1) nach
25 einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass dieser drehbar in einer Gehäuseeinrichtung (0) gelagert ist, dass mit der Rotorwelle (2) ein Energiewandler rotor (11) drehfest verbunden ist und dass auf dem flüssigkeitsgekühlten Rotor (1) ein Abtriebsritzel (12) angeordnet ist und
30 dass in der planmäßigen Einbaulage des elektromechanischen Energiewandlers diese Abtriebsritzel (12) mit einem Gegenrad zur Leistungsübertragung kämmt, dass dieses Gegenrad wenigstens abschnittsweise in radialer Richtung von einem Flüssigkeitsauffangabschnitt (13a) einer Flüssigkeitszuführeinrichtung (13) umgeben ist und dass der Flüssigkeitsauffangabschnitt (13a) derart angeordnet ist, dass
35 wenigstens eine Tangente an das Gegenrad in diesem der Flüssigkeitsauffangabschnitt (13a) in Richtung des ersten axialen Endes der Flüssigkeitsführungseinrichtung verläuft,

so dass im planmäßigen Betrieb in einer Drehrichtung des Gegenrads von diesem Flüssigkeit aus dem Flüssigkeitsauffangabschnitt (13a) zur Flüssigkeitseintrittsöffnung (3b) förderbar ist.

- 5 7. Elektromechanischer Energiewandler Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass an
der Flüssigkeitseintrittsöffnung (3b) ein radial umlaufender und nach radial
innenragender Stauabschnitt (14) ausgebildet ist.
- 10 8. Elektromechanischer Energiewandler nach einem der Ansprüche 6 oder 7, dadurch
gekennzeichnet, dass die Flüssigkeitszuführeinrichtung (13) einen
Flüssigkeitszuführabschnitt (13b) aufweist,
dass der Flüssigkeitszuführabschnitt (13b) als ein erhabener Abschnitt an der
Flüssigkeitszuführeinrichtung (13) ausgebildet ist und sich in axialer Richtung (10)
durch die Flüssigkeitseintrittsöffnung (3b) in die Flüssigkeitsführungseinrichtung (3)
15 erstreckt.
- 20 9. Elektromechanischer Energiewandler nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet,
dass sich der Flüssigkeitszuführabschnitt (13b) in axialer Richtung (10) über den
Staubabschnitt (14) hinweg in den Innenraum (3a) der
Flüssigkeitsführungseinrichtung (3) erstreckt.

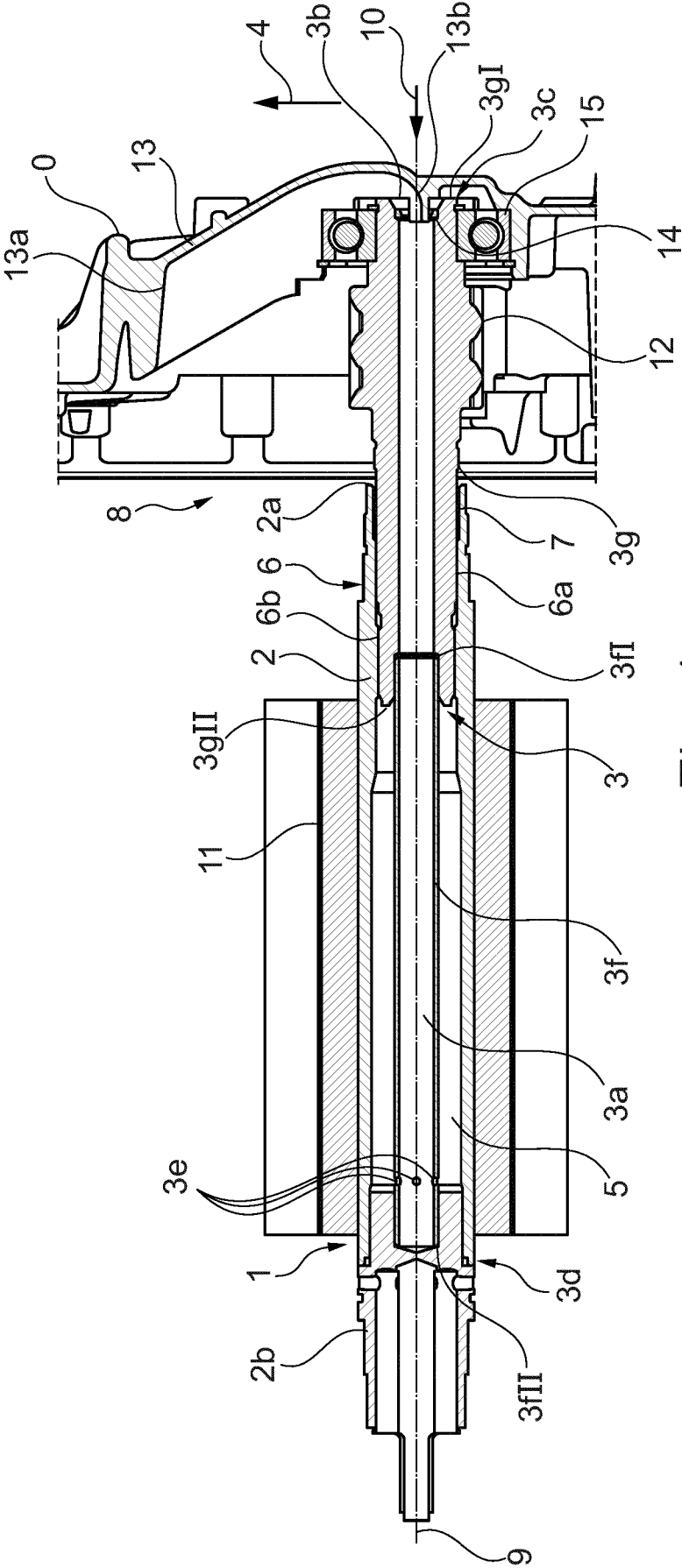


Fig. 1

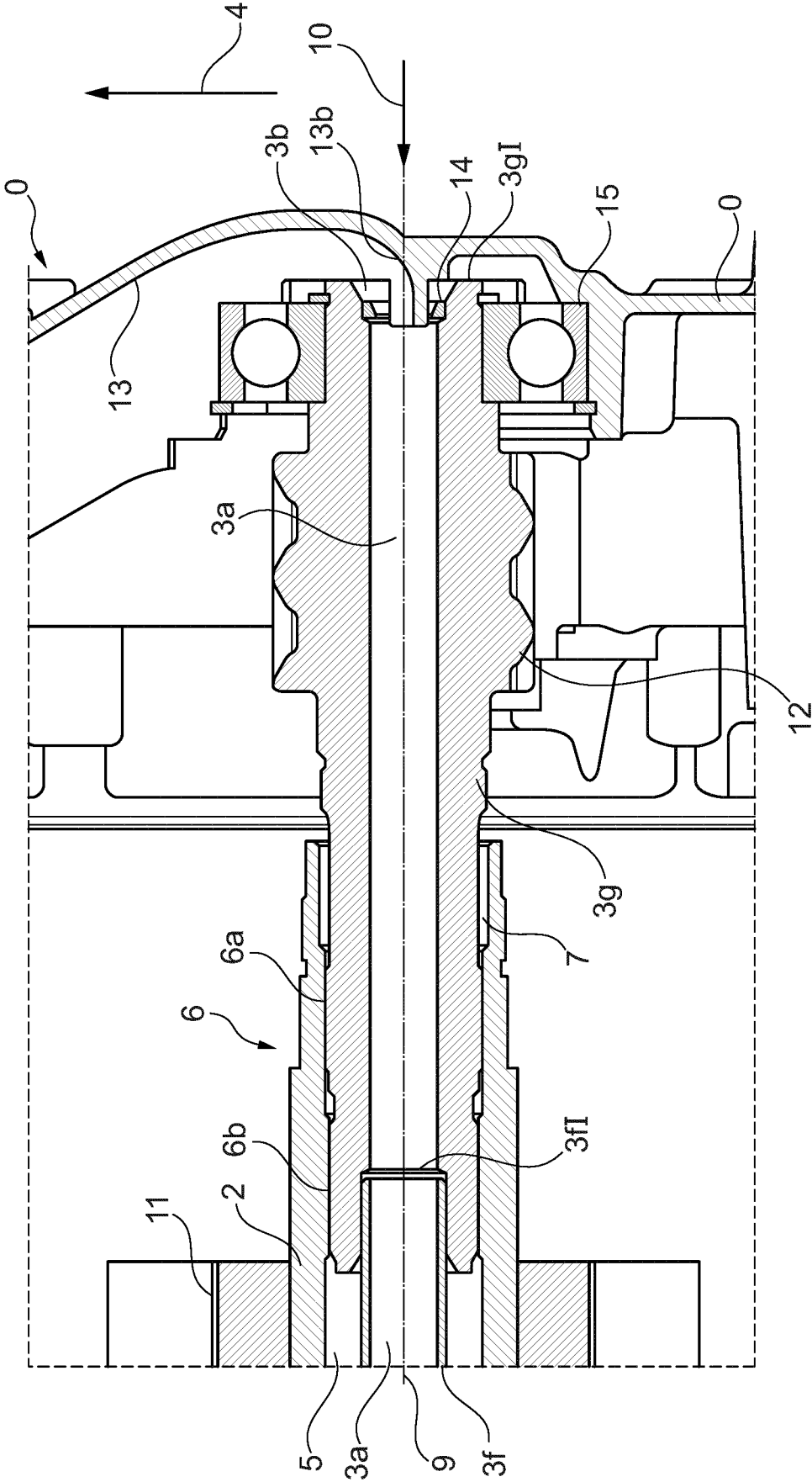


Fig. 2

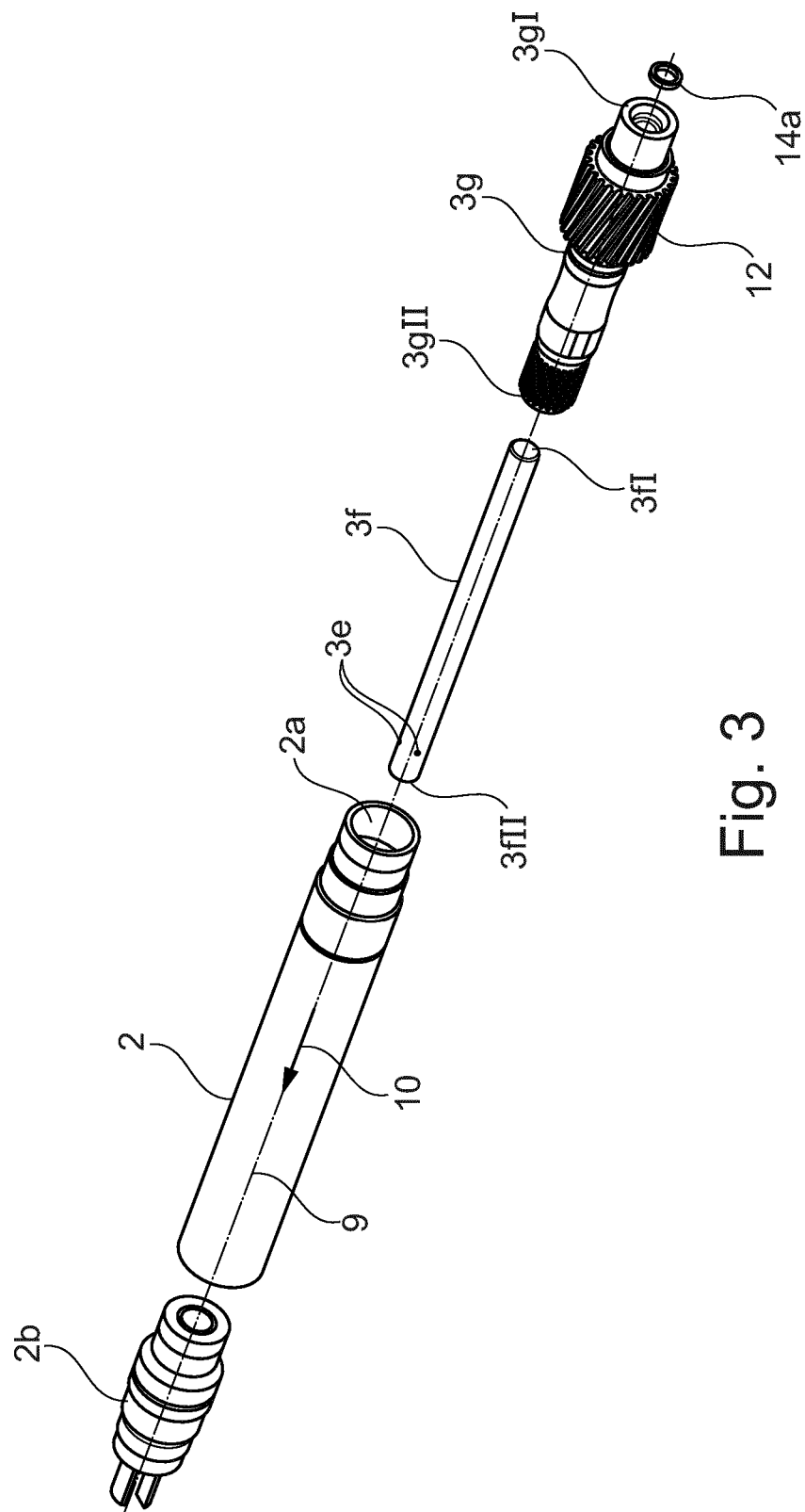


Fig. 3

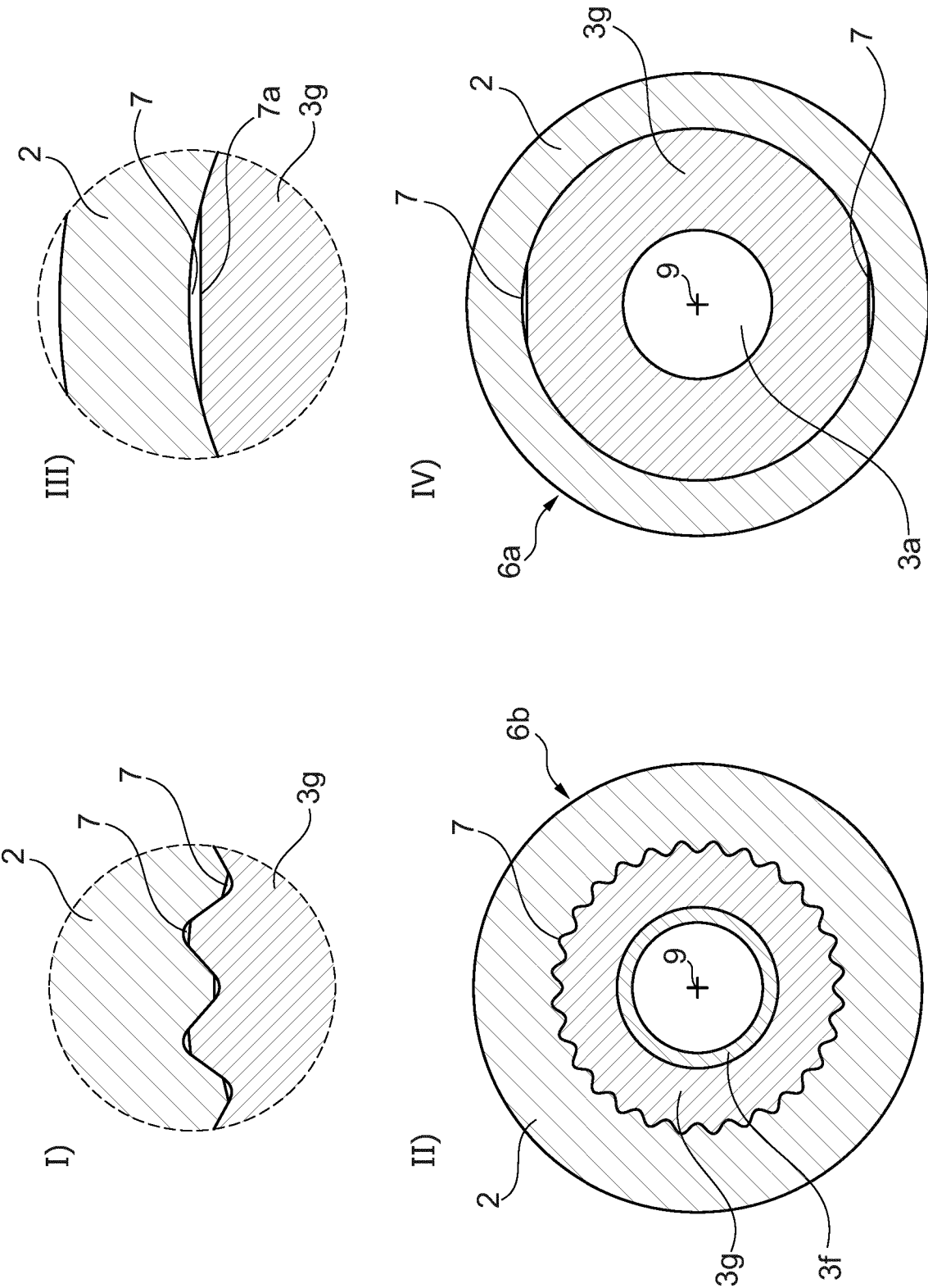


Fig. 4

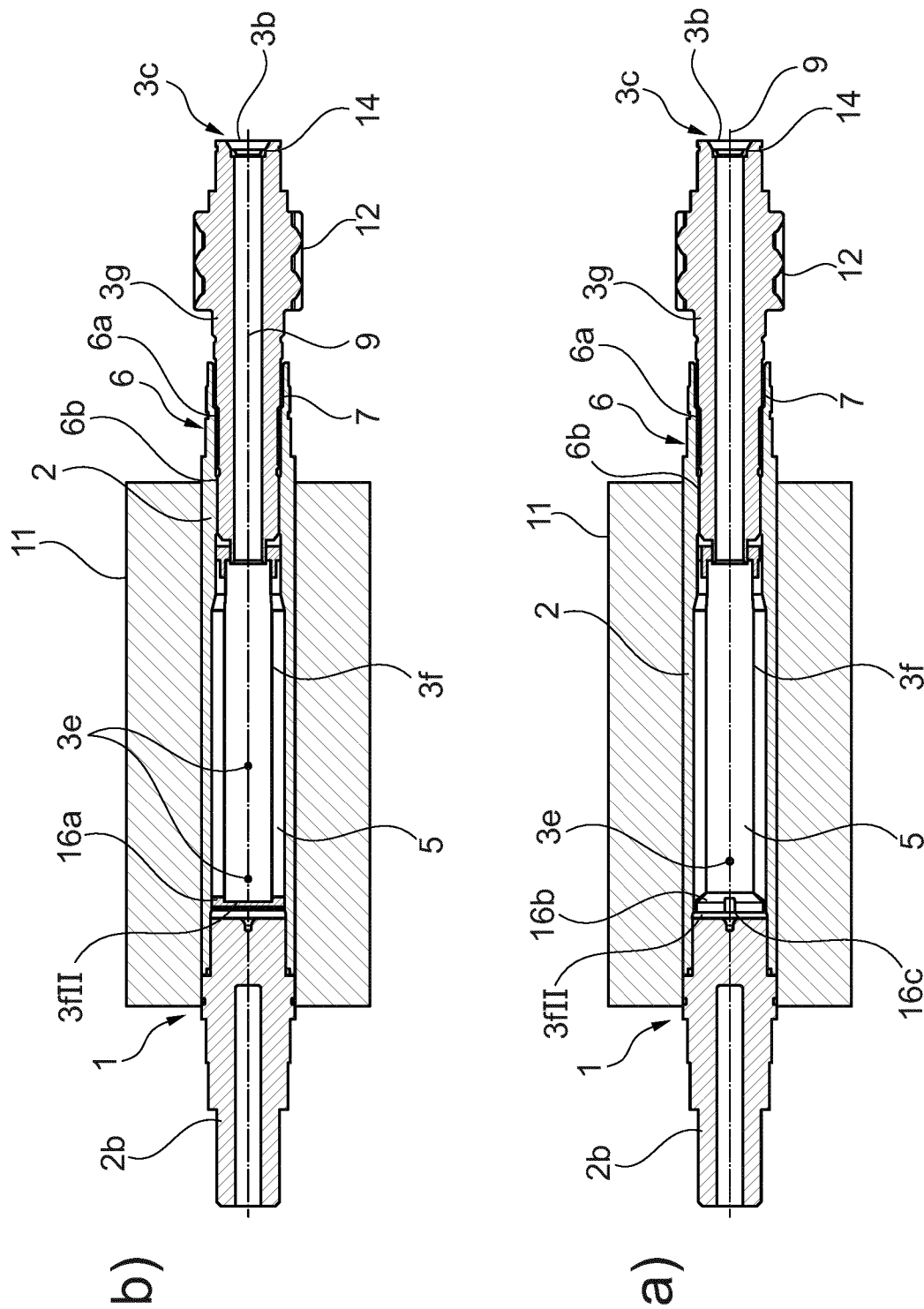


Fig. 5

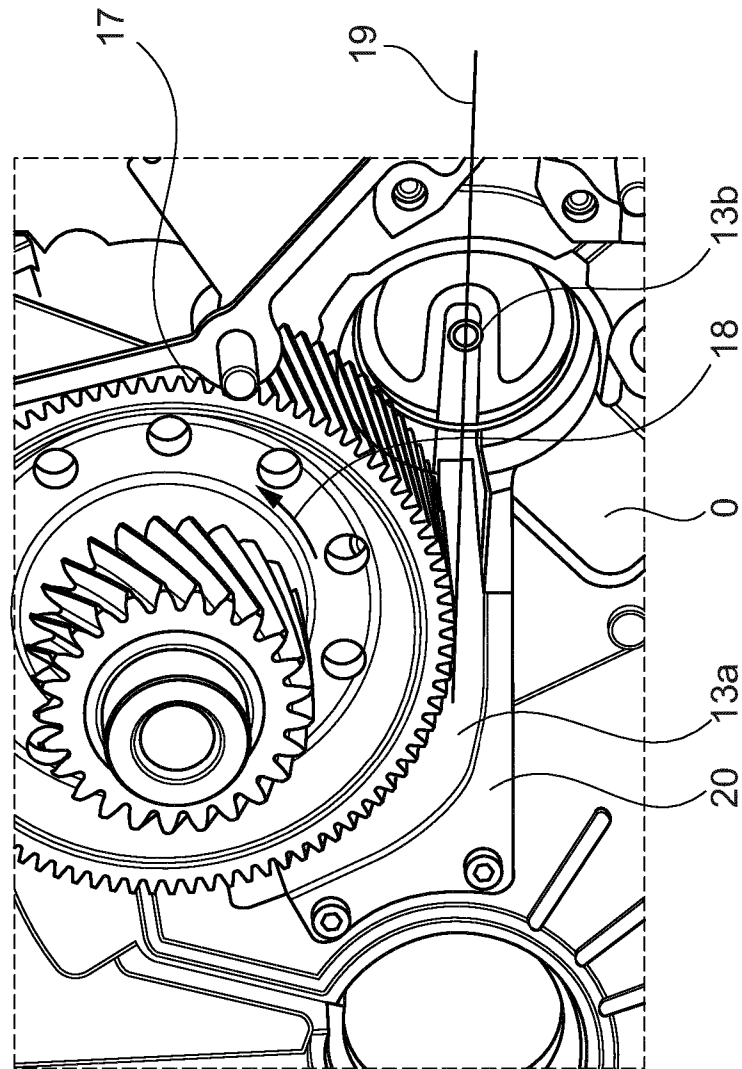


Fig. 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2021/054483

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H02K 1/32**(2006.01)i; **H02K 7/00**(2006.01)i; **H02K 9/19**(2006.01)i; **H02K 7/116**(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H02K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 3293495 A1 (SIEMENS AG [DE]) 14 March 2018 (2018-03-14)	1
Y	abstract; figure 4	2-5
A	paragraphs [0022], [0024], [0029]	6-9
X	EP 2541737 A2 (GEN ELECTRIC [US]) 02 January 2013 (2013-01-02)	1
	abstract; figures 6,7	
	paragraph [0019]	
Y	WO 9406196 A1 (ELIN ENERGIEANWENDUNG GMBH) 17 March 1994 (1994-03-17)	2-5
A	figure 1	6-9
	page 3, lines 13-34	
A	DE 102018118275 A1 (VALEO SIEMENS EAUTOMOTIVE GERMANY GMBH [DE]) 30 January 2020 (2020-01-30)	1-9
	figure 1	
A	US 2008272661 A1 (ZHOU PENG [US] ET AL) 06 November 2008 (2008-11-06)	1-9
	cited in the application	
	abstract; claim 1; figures 7,8	

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

29 April 2021

Date of mailing of the international search report

19 May 2021

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Güvener, Cem

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2021/054483

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 102011078784 A1 (SIEMENS AG [DE]) 10 January 2013 (2013-01-10) figure 1	1-9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2021/054483

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
EP	3293495	A1	14 March 2018	EP	3293495	A1	14 March 2018
				WO	2018050380	A1	22 March 2018
EP	2541737	A2	02 January 2013	CN	102857031	A	02 January 2013
				EP	2541737	A2	02 January 2013
				US	2013002064	A1	03 January 2013
WO	9406196	A1	17 March 1994	AT	138766	T	15 June 1996
				DK	0659308	T3	14 October 1996
				EP	0659308	A1	28 June 1995
				US	5589720	A	31 December 1996
				WO	9406196	A1	17 March 1994
DE	102018118275	A1	30 January 2020	CN	110784038	A	11 February 2020
				DE	102018118275	A1	30 January 2020
				US	2020036249	A1	30 January 2020
US	2008272661	A1	06 November 2008	EP	2151038	A1	10 February 2010
				US	2008272661	A1	06 November 2008
				US	2009121563	A1	14 May 2009
				WO	2008133786	A1	06 November 2008
DE	102011078784	A1	10 January 2013	BR	112014000297	A2	07 February 2017
				CN	103650294	A	19 March 2014
				DE	102011078784	A1	10 January 2013
				EP	2715918	A2	09 April 2014
				RU	2014104243	A	20 August 2015
				US	2015069861	A1	12 March 2015
				WO	2013004559	A2	10 January 2013

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES		
INV.	H02K1/32	H02K7/00
		H02K9/19
		H02K7/116
ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)		
H02K		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)		
EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 3 293 495 A1 (SIEMENS AG [DE]) 14. März 2018 (2018-03-14)	1
Y	Zusammenfassung; Abbildung 4	2-5
A	Absätze [0022], [0024], [0029]	6-9

X	EP 2 541 737 A2 (GEN ELECTRIC [US]) 2. Januar 2013 (2013-01-02)	1
	Zusammenfassung; Abbildungen 6,7	
	Absatz [0019]	

Y	WO 94/06196 A1 (ELIN ENERGIEANWENDUNG GMBH) 17. März 1994 (1994-03-17)	2-5
A	Abbildung 1	6-9
	Seite 3, Zeilen 13-34	

	-/-	
☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
29. April 2021		19/05/2021
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Güvener, Cem

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 10 2018 118275 A1 (VALEO SIEMENS EAUTOMOTIVE GERMANY GMBH [DE]) 30. Januar 2020 (2020-01-30) Abbildung 1 -----	1-9
A	US 2008/272661 A1 (ZHOU PENG [US] ET AL) 6. November 2008 (2008-11-06) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung; Anspruch 1; Abbildungen 7,8 -----	1-9
A	DE 10 2011 078784 A1 (SIEMENS AG [DE]) 10. Januar 2013 (2013-01-10) Abbildung 1 -----	1-9

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2021/054483

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 3293495 A1	14-03-2018	EP 3293495 A1	14-03-2018
		WO 2018050380 A1	22-03-2018
EP 2541737 A2	02-01-2013	CN 102857031 A	02-01-2013
		EP 2541737 A2	02-01-2013
		US 2013002064 A1	03-01-2013
WO 9406196 A1	17-03-1994	AT 138766 T	15-06-1996
		DK 0659308 T3	14-10-1996
		EP 0659308 A1	28-06-1995
		US 5589720 A	31-12-1996
		WO 9406196 A1	17-03-1994
DE 102018118275 A1	30-01-2020	CN 110784038 A	11-02-2020
		DE 102018118275 A1	30-01-2020
		US 2020036249 A1	30-01-2020
US 2008272661 A1	06-11-2008	EP 2151038 A1	10-02-2010
		US 2008272661 A1	06-11-2008
		US 2009121563 A1	14-05-2009
		WO 2008133786 A1	06-11-2008
DE 102011078784 A1	10-01-2013	BR 112014000297 A2	07-02-2017
		CN 103650294 A	19-03-2014
		DE 102011078784 A1	10-01-2013
		EP 2715918 A2	09-04-2014
		RU 2014104243 A	20-08-2015
		US 2015069861 A1	12-03-2015
		WO 2013004559 A2	10-01-2013