

(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
15. April 2021 (15.04.2021)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2021/069235 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
F16H 57/04 (2010.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2020/076793

(22) Internationales Anmeldedatum:
24. September 2020 (24.09.2020)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2019 126 914.8
08. Oktober 2019 (08.10.2019) DE

(71) Anmelder: **AUDI AG** [DE/DE]; Auto-Union-Str. 1, 85045
Ingolstadt (DE).

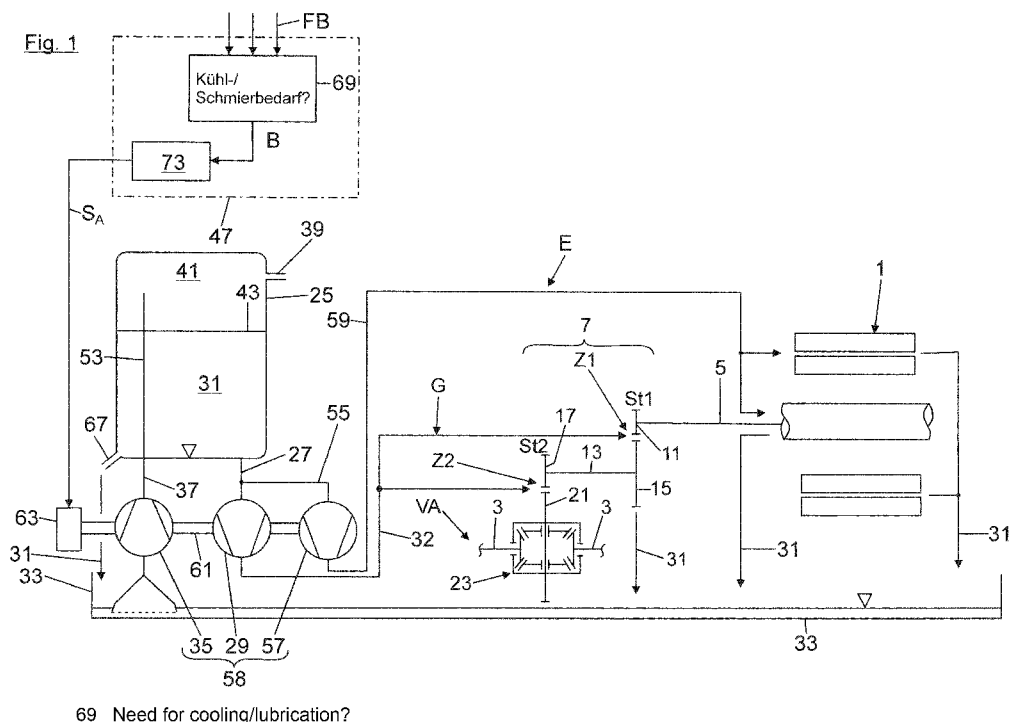
(72) Erfinder: **GREITER, Ivo**; Birkenweg 9, 85117 Eitens-
heim (DE).

(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, 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.

(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,

(54) Title: LUBRICANT SUPPLY SYSTEM FOR A DRIVE APPARATUS OF AN ELECTRICALLY OPERATED VEHICLE

(54) Bezeichnung: SCHMIERMITTELVERSORGUNGSSYSTEM FÜR EINE ANTRIEBSVORRICHTUNG EINES ELEKTRISCH
BETRIEBENEN FAHRZEUGS



(57) Abstract: The invention relates to a lubricant supply system for a drive apparatus of an electrically operated vehicle, comprising: at least one electric machine (1), which drives at least one vehicle wheel via a transmission arrangement (7); and a transmission hydraulic circuit (G) in which a lubricant tank (25) is connected, via a transmission suction line (27), to a transmission pressure pump (29) by means of which, in a dry sump lubrication arrangement, the lubricant (31) can be conducted in a transmission supply line (32) to a transmission lubrication point (Z1, Z2), and the lubricant (31) that drips from the transmission lubrication point (Z1, Z2) is collected in a lubricant sump (33) and is returned from there back to the lubricant tank (25) in a return line (37) by means of a return pump (35). According to the invention, the lubricant supply system has an electric-machine hydraulic circuit (E) in addition to the transmission



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:

- *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)*

hydraulic circuit (G).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Schmiermittelversorgungssystem für eine Antriebsvorrichtung eines elektrisch betriebenen Fahrzeugs mit zumindest einer Elektromaschine (1), die über eine Getriebeanordnung (7) auf zumindest ein Fahrzeugrad abtreibt, mit einem Getriebe-Hydraulikkreis (G), in dem ein Schmiermitteltank (25) über eine Getriebe-Saugleitung (27) mit einer Getriebe-Druckpumpe (29) verbunden ist, mittels der in einer Trockensumpfschmierung das Schmiermittel (31) in einer Getriebe-Versorgungsleitung (32) zu einer Getriebe-Schmierstelle (Z1, Z2) führbar ist, und das von der Getriebe-Schmierstelle (Z1, Z2) abtropfende Schmiermittel (31) sich in einem Schmiermittelsumpf (33) sammelt und von dort mittels einer Rückföhrpumpe (35) in einer Rückföhrleitung (37) zurück in den Schmiermitteltank (25) führbar ist. Erfindungsgemäß weist das Schmiermittelversorgungssystem zusätzlich zum Getriebe-Hydraulikkreis (G) einen Elektromaschinen-Hydraulikkreis (E) auf.

-
- 5 Schmiermittelversorgungssystem für eine Antriebsvorrichtung
 eines elektrisch betriebenen Fahrzeugs
-

BESCHREIBUNG:

10

Die Erfindung betrifft ein Schmiermittelversorgungssystem für eine Antriebsvorrichtung eines elektrisch betriebenen Fahrzeugs nach dem Oberbegriff des Anspruches 1 und nach dem Oberbegriff des Anspruches 7.

- 15 Bei einem elektrisch betriebenen, zweispurigen Fahrzeug kann beispielhaft eine elektrisch angetriebene Vorderachse eine Elektromaschine aufweisen. Diese kann gegebenenfalls achsparallel zu den, zu den Fahrzeugrädern geführten Flanschwellen angeordnet sein. In diesem Fall kann die Elektromaschine über eine einfache oder doppelte Stirnrad-Getriebestufe auf ein Vorderachsdifferenzial und weiter auf die zu den Fahrzeugrädern geführten Flanschwellen der Fahrzeug-Vorderachse abtreiben.
- 20

Aus der DE 10 2016 211 226 B3 ist ein gattungsgemäßes Schmiermittelversorgungssystem für die oben angedeutete Antriebsvorrichtung bekannt.

- 25 Demzufolge ist zur Schmiermittelversorgung ein Hydraulikkreis bereitgestellt, in dem ein Schmiermitteltank über eine Saugleitung mit einer Druckpumpe verbunden ist. Bei aktivierter Druckpumpe erfolgt eine Trockensumpfschmierung, bei der das Schmiermittel vom Schmiermitteltank über eine Getriebe-Versorgungsleitung zu einer Getriebe-Schmiermittelstelle, etwa ein Zahneingriff der Getriebestufe, geführt wird. Das von der Getriebe-Schmiermittelstelle abtropfende Schmiermittel sammelt sich in einem Schmiermittelsumpf. Von dort wird das gesammelte Schmiermittel mit Hilfe einer Rückföhrpumpe über eine Rückföhrleitung zurück in den Schmiermitteltank geführt.
- 30

In der DE 10 2016 211 226 B3 ist der Rotorinnenkühlung und der Getriebe-Trockensumpfschmierung eine gemeinsame Druckpumpe zugeordnet.

- 5 Aus der EP 3 181 951 B1 ist eine Not-Schmiervorrichtung mit vereinfachtem Aufbau für ein Hauptleistungs-Übertragungsgetriebe eines Luftfahrzeugs bekannt. Aus der US 10 012 305 B2 ist ein weiteres Schmiermittelversorgungssystem bekannt.
- 10 Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, ein Schmiermittelversorgungssystem bereitzustellen, das im Vergleich zum Stand der Technik funktionell in einfacher Weise erweitert ist.

- Die Aufgabe ist durch die Merkmale des Anspruchs 1, des Anspruchs 7
15 und des Anspruchs 14 gelöst. Bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen offenbart.

- Gemäß dem kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 weist das Schmiermittelversorgungssystem für eine Kühlung bzw. Schmierung der Elektromaschine
20 ne zusätzlich zum Getriebe-Hydraulikkreis einen Elektromaschinen-Hydraulikkreis auf. Im Elektromaschinen-Hydraulikkreis ist der Schmiermitteltank direkt oder indirekt über eine Elektromaschinen-Saugleitung mit einer Elektromaschinen-Druckpumpe verbunden. Mit Hilfe der Elektromaschinen-Druckpumpe wird das Schmiermittel in einer Elektromaschinen-
25 Versorgungsleitung bis zur Elektromaschine geführt, um diese zu kühlen bzw. zu schmieren. Das von der Elektromaschine abfließende Schmiermittel sammelt sich im Schmiermittelsumpf und wird von dort mittels der Rückföhrpumpe in der Rückföhrleitung zurück in den Schmiermitteltank geführt.

- 30 Bevorzugt ist es, wenn die Rückföhrpumpe, die Getriebe-Druckpumpe und die Elektromaschinen-Druckpumpe unabhängig voneinander mit jeweils passender Pumpen-Förderleistung ausgelegt sind. Die Pumpen-Förderleistungen der obigen drei Pumpen können bevorzugt auch voneinander unterschiedlich ausgelegt sein.

Ein wesentlicher Aspekt der Erfindung besteht darin, dass die Getriebe-Versorgungsleitung strömungstechnisch vollständig entkoppelt ist von der Elektromaschinen-Versorgungsleitung. Zudem können der Schmiermittel-
5 tank, die Rückführleitung mitsamt Rückföhrpumpe sowie der Schmiermittelsumpf gemeinsame Bestandteile von sowohl dem Getriebe-Hydraulikkreis als auch dem Elektromaschinen-Hydraulikkreis sein.

Im Hinblick auf eine bauteilreduzierte Realisierung können die Getriebe-
10 Druckpumpe, die Rückföhrpumpe und die Elektromaschinen-Druckpumpe unter Bildung einer Dreifachpumpe eine gemeinsame Antriebswelle aufweisen. Die Antriebswelle kann beispielhaft unmittelbar mit dem Fahrzeug-Antriebsstrang trieblich verbunden sein. Alternativ dazu kann die gemeinsame Antriebswelle in trieblicher Verbindung mit einem Elektromotor sein, der
15 über ein elektronisches Pumpen-Steuergerät ansteuerbar ist. Das Pumpen-Steuergerät kann in einem elektronischen Fahrbetriebssystem des Fahrzeugs eingebunden sein. Das elektronische Pumpen-Steuergerät kann in Abhängigkeit von Fahrbetriebsparametern ermitteln, ob ein Kühl-/Schmierbedarf in der Getriebeanordnung und/oder in der Elektromaschine
20 vorliegt. Bei Vorliegen eines Kühl-/Schmierbedarfs in der Getriebeanordnung und/oder in der Elektromaschine kann das elektronische Pumpen-Steuergerät den Getriebe- und/oder Elektromaschinen-Hydraulikkreis aktivieren. Hierzu kann das elektronische Pumpen-Steuergerät in Signalverbindung mit dem Pumpen-Elektromotor sein, über den die Dreifachpumpe aktivierbar
25 ist.

Alternativ und/oder zusätzlich kann das Schmiermittelversorgungssystem in einem weiteren Erfindungsaspekt neben der Trockensumpfschmierung auch eine Getriebe-Tauchschrnerung durchführen. Die Getriebe-
30 Tauchschrnerung kann bei deaktivierter Getriebe-Druckpumpe erfolgen bzw. bei einem Pumpenausfall oder zur Durchführung einer Getriebe-Notschrnerung, und zwar für den Fall, dass die Trockensumpfschrnerung ausfällt.

Bei der Getriebe-Tauchschnierung kann zumindest ein Zahnrad der Getriebeanordnung in das im Schmiermittelsumpf gesammelte Schmiermittel eintauchen. Das Schmiermittel kann über die Drehbewegung des eingetauchten Zahnrads sowie mittels Fang- oder Leitelemente zu den Getriebe-

5 Schmiermittelstellen geführt werden.

Zur Durchführung der Getriebe-Tauchschnierung kann das Schmiermittel vom Schmiermitteltank direkt in den Schmiermittelsumpf übergeleitet werden (zum Beispiel über einen Tank-Auslass). Auf diese Weise erhöht sich der

10 Schmiermittel-Spiegel im Schmiermittelsumpf, so dass das Zahnrad der Getriebeanordnung in das im Schmiermittelsumpf gesammelte Schmiermittel eintauchen kann.

Im Hinblick auf eine einfache Überleitung von Schmiermittel in den Schmiermittelsumpf kann der Schmiermitteltank um einen Höhenversatz geodätisch oberhalb des Schmiermittelsumpfes angeordnet sein. In diesem Fall kann der Schmiermitteltank eine bodenseitige Ablauföffnung aufweisen, von der Schmiermittel unter Schwerkraftwirkung in den Schmiermittelsumpf abfließen kann. Der Schmiermittel-Ablauf im Schmiermitteltank kann in einer rege-

15 lungs- oder steuerungstechnisch einfachen Ausführung permanent geöffnet sein. Auf diese Weise fließt permanent ein geringer Schmiermittel-Volumenstrom vom Schmiermitteltank in den Schmiermittelsumpf ab.

20

Insbesondere bei niedrigen Umgebungstemperaturen besteht die Problematik, dass bei einem Fahrzeug-Motorstart das Schmiermittel eine vergleichsweise hohe Viskosität aufweist. Im Hinblick auf eine einwandfreie Förderung des noch kalten (und daher höherviskosen) Schmiermittels im Getriebe-Kreislauf muss daher die Getriebe-Druckpumpe mit einer entsprechend großen Pumpen-Förderleistung ausgelegt sein, was mit höheren Kosten verbunden ist. Vor diesem Hintergrund ist es erfindungsgemäß bevorzugt, wenn

25 bei einem Fahrzeug-Motorstart, insbesondere bei niedrigen Umgebungstemperaturen, in einer Startphase bis zu einem vordefinierten Umschaltzeitpunkt zunächst eine Getriebe-Tauchschnierung erfolgt, bei der das Pumpen-Steuergerät die Getriebe-Druckpumpe und die Rückföhrpumpe noch deakti-

30

- viert hält, und zwar unabhängig davon, ob ein Kühl- und/oder Schmierbedarf vorliegt. Das Pumpen-Steuergerät kann dagegen erst nach dem Umschaltzeitpunkt die Getriebe-Pumpensumpfschmierung aktivieren, bei der die Getriebe-Druckpumpe und die Rückförhpumpe aktiviert sind, sofern ein Kühl- und/oder Schmierbedarf vorliegt. Bevorzugt ist es, wenn bei Ermittlung des Umschaltzeitpunkts eine Ist-Schmiermitteltemperatur im Getriebe-Hydraulikkreis ermittelt. Sofern die Ist-Schmiermitteltemperatur kleiner oder gleich einer im Pumpen-Steuergerät hinterlegten Grenztemperatur ist, kann eine Getriebe-Tauchschmierung erfolgen, bei der die Getriebe-Druckpumpe und die Rückförhpumpe deaktiviert sind. Erst mit dem Überschreiten der Grenztemperatur kann das Pumpen-Steuergerät eine Trockensumpfschmierung aktivieren, und zwar mit entsprechender Ansteuerung der Getriebe-Druckpumpe und der Rückförhpumpe.
- 15 Nachfolgend sind Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der beigefügten Figuren beschrieben.

Es zeigen:

- 20 Fig. 1 in einem Blockschaltdiagramm eine elektrisch angetriebene Fahrzeugachse eines Fahrzeugs mit zugeordnetem Schmiermittelversorgungssystem bei aktivierter Dreifachpumpe; und
- 25 Fig. 2 in einer Ansicht entsprechend der Fig. 1 das Schmiermittelversorgungssystem bei deaktivierter Dreifachpumpe;
- Fig. 3 ein weiteres Ausführungsbeispiel in einer Ansicht entsprechend der Fig. 1; und
- 30 Fig. 4 ein Diagramm, anhand dem ein Pumpenbetrieb in dem in der Fig. 3 gezeigten Ausführungsbeispiel veranschaulicht ist.

In der Fig. 1 ist beispielhaft eine elektrisch angetriebene Vorderachse VA eines zweispurigen Fahrzeugs angedeutet. Die Vorderachse VA weist eine Elektromaschine 1 auf, die achsparallel zu den, zu den Fahrzeugrädern geführten Flanschwellen 3 angeordnet ist. Die Rotorwelle 5 der Elektromaschine 1 ist über eine Getriebeanordnung 7 in trieblicher Verbindung mit den beiden Flanschwellen 3. In der Fig. 1 weist die Getriebeanordnung 7 eine doppelte Stirnradstufe auf, bei der in einer ersten Zahnradstufe St1 ein auf der Rotorwelle 5 angeordnetes Festzahnrad 11 in Zahneingriff mit einem auf einer Zwischenwelle 13 angeordneten Festzahnrad 15 ist. Auf der Zwischenwelle 13 ist ein weiteres Festzahnrad 17 angeordnet, das unter Bildung einer zweiten Stirnradstufe St2 mit einem eingangsseitigen Zahnrad 21 eines Achsdifferenzials 23 kämmt. Das Achsdifferenzial 23 treibt beidseitig auf die zu den Fahrzeugrädern geführten Flanschwellen 3 ab.

In der Fig. 1 ist der elektrisch angetriebenen Vorderachse VA ein Schmiermittelversorgungssystem zugeordnet, dessen Aufbau nachfolgend beschrieben ist: Demzufolge weist das Schmiermittelversorgungssystem einen Elektromaschinen-Hydraulikkreis E und einen Getriebe-Hydraulikkreis G auf. In dem Getriebe-Hydraulikkreis G ist ein Öltank 25 über eine Getriebe-Saugleitung 27 mit einer Getriebe-Druckpumpe 29 verbunden. Mittels der Getriebe-Druckpumpe 29 kann in einer später beschriebenen Getriebe-Trockensumpfschmierung das vom Öltank 25 kommende Öl 31 in einer Getriebe-Versorgungsleitung 33 zu den Zahneingriffsstellen Z1, Z2 der Getriebeanordnung 7 geführt werden. Von den Zahneingriffsstellen Z1, Z2 kann das Öl 31 abtropfen und sich in einem Ölsumpf 33 sammeln. Von dort wird das Öl 31 mit Hilfe einer Rückföhrpumpe 35 in einer Rückföhrleitung 37 zurück in den Öltank 25 geführt. Der Öltank 25 ist nach außen hermetisch dicht ausgelegt. Für eine Entlüftung des Öltanks 25 ist eine Entlüftungsleitung 39 vorgesehen, mittels der der Tankinnenraum 41 oberhalb eines Ölspiegels 43 nach tankaußen verbunden ist. Die Rückföhrleitung 37 ist in der Fig. 1 an einem vertikal nach oben verlaufenden Steigrohr 53 angeschlossen, das den Ölspiegel 43 mit einem Überstand überragt und an seinem oberen Ende einen freien Überlauf bildet, über den rückgeführtes Öl 31 schaumfrei in den Öltank 25 einströmen kann.

Neben dem Getriebe-Hydraulikkreis G weist das Schmiermittelversorgungssystem den Elektromaschinen-Hydraulikkreis E auf. Im Elektromaschinen-Hydraulikkreis E ist gemäß der Fig. 1 der Ölsumpf 33, die Rückführleitung 37
5 mitsamt Rückföhrpumpe 35, der Öltank 25 sowie eine von der Getriebe-Saugleitung 27 abzweigende Elektromaschinen-Saugleitung 55 eingebunden, die zu einer Elektromaschinen-Druckpumpe 57 föhrt. Mittels der Elektromaschinen-Druckpumpe 57 wird das Öl 31 in einer Elektromaschinen-Versorgungsleitung 59 bis zur Elektromaschine 1 geföhrt. Das von der Elektromaschine 1 abfließende Öl 31 sammelt sich im Schmiermittelsumpf 33 und
10 wird von dort mittels der Rückföhrpumpe 35 in der Rückführleitung 37 zurück in den Öltank 25 geföhrt.

In der Fig. 1 bilden die Getriebe-Druckpumpe 29, die Rückföhrpumpe 35 und
15 die Elektromaschinen-Druckpumpe 57 eine Dreifachpumpe 58 mit einer gemeinsamen Antriebswelle 61. Die gemeinsame Antriebswelle 61 ist in trieblicher Verbindung mit einem als Stellmotor wirkenden Elektromotor 63.

In der Fig. 1 ist der Elektromotor 63 in Signalverbindung mit einem elektronischen Pumpen-Steuergerät 65. Das elektronische Pumpen-Steuergerät 65
20 weist einen Ermittlungs-Baustein 69 auf, in dem in Abhängigkeit von Fahrbedriebsparametern FB ermittelt wird, ob ein Kühl-/Schmierbedarf B in der Getriebeanordnung 7 und/oder in der Elektromaschine 1 vorliegt. Bei Vorliegen eines Kühl-/Schmierbedarfs B wird in einer Signalerzeugungseinheit 73 ein
25 Aktivierungssignal S_A erzeugt, mittels dem die Dreifachpumpe 58 aktiviert wird.

In der Fig. 1 ist der Öltank 25 um einen Höhenversatz geodätisch oberhalb des Ölsumpfes 33 angeordnet. Am Tankboden weist der Öltank 25 einen Öl-
30 Ablauf 67 auf, von dem permanent ein geringer Öl-Volumenstrom unter Schwerkraftwirkung direkt in den Ölsumpf 33 abfließt.

Nachfolgend werden anhand der Fig. 1 bis 4 unterschiedliche Betriebszustände des Schmiermittelversorgungssystems beschrieben:

So betrifft die Fig. 1 einen normalen Fahrbetrieb mit aktivierter Dreifachpumpe 58. Demnach erfolgt sowohl im Elektromaschinen-Hydraulikkreis E als auch im Getriebe-Hydraulikkreis G eine Öl-Umwälzung. In dem, in der Fig. 1
5 gezeigten normalen Fahrbetrieb erfolgt daher eine Trockensumpfschmierung, bei der die Schmiermittelstellen Z1, Z2 über die Getriebe-Versorgungsleitung 32 mit Öl versorgt werden, das anschließend in den Ölsumpf 33 abtropft. In gleicher Weise wird die Elektromaschine 1 über die Elektromaschinen-Versorgungsleitung 67 mit Öl versorgt, das anschließend
10 wieder in den Ölsumpf 33 abtropft.

In der Fig. 2 ist ein Not-Schmierbetrieb veranschaulicht, der sich im Fahrbetrieb bei einem Pumpenausfall automatisch ergibt. In diesem Fall sind die Getriebedruckpumpe 29, die Elektromaschinen-Druckpumpe 57 und die
15 Rückföhrpumpe 35 exemplarisch auöer Betrieb. Durch den permanenten geringen Schmiermittel-Volumenstrom aus dem Öl-Ablauf 67 des Öltanks 25 erhöht sich daher der Ölspiegel im Ölsumpf 33, wodurch das Zahnrad 21 der Getriebeanordnung 7 in das im Ölsumpf 33 gesammelte Öl 31 eintaucht. Auf diese Weise ergibt sich eine Getriebe-Tauchschrnerung, bei der das Öl 31
20 über die Drehbewegung des eingetauchten Zahnrads 21 zu den Getriebe-Schmierstellen Z1, Z2 geführt wird.

In der Fig. 3 ist das Schmiermittelversorgungssystem gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel gezeigt. Im Unterschied zur Fig. 1 und 2 weist in der
25 Fig. 3 das Pumpen-Steuergerät 35 einen weiteren Ermittlungs-Baustein 71 auf, mit dem ermittelt wird, ob eine Ist-Öltemperatur $T_{\text{ÖL}}$ größer oder gleich einer Grenztemperatur T_{G} ist. Die beiden Programm-Bausteine 69, 71 sind in mit dem Signaleingang der Signalerzeugungseinheit 73 verbunden, die mit dem Aktivierungssignal S_{A} den Pumpen-Stellmotor 63 ansteuert wird, um
30 den Elektromaschinen-Hydraulikkreis E und den Getriebe-Hydraulikkreis G zu aktivieren. Gemäß der Fig. 3 wird das Aktivierungssignal S_{A} erst dann erzeugt, wenn sowohl ein Kühl-/Schmierbedarf B vorliegt als auch die Ist-Öltemperatur $T_{\text{ÖL}}$ größer als die Grenztemperatur T_{G} ist.

Das obige Ausführungsbeispiel ist insbesondere für sehr geringe Umgebungstemperaturen zweckmäßig. In diesem Fall kann die Grenztemperatur T_G beispielhaft bei -15°C liegen. Für den Fall eines Fahrzeug-Motorstarts t_{start} bei einer Öltemperatur $T_{\text{öl}}$, die kleiner als die Grenztemperatur T_G von -15°C ist, bleibt daher in einer Startphase Δt (Fig. 4) bis zu einem Umschaltzeitpunkt t_u die Dreifachpumpe 58 deaktiviert, so dass eine Tauschschmierung erfolgt. Mit dem Überschreiten der Grenztemperatur T_G wird der Umschaltzeitpunkt t_u erreicht und die Dreifachpumpe 58 aktiviert, sofern ein Kühl-/Schmierbedarfs B vorliegt. In diesem Fall erfolgt die Getriebe-
Trockensumpfschmierung.

In den Fig. 1 bis 3 ist die Elektromaschine 1 als nasslaufende Elektromaschine realisiert, bei der das Öl 31 nicht nur eine Rotorinnenkühlung bewirkt, sondern zusätzlich auch die Wicklungen der Elektromaschine 1 kühlt.

BEZUGSZEICHENLISTE

	1	Elektromaschine
	3	Flanschwellen
5	5	Rotorwelle
	7	Getriebeanordnung
	11	Festzahnrad
	13	Zwischenwelle
	15	Festzahnrad
10	17	Festzahnrad
	21	eingangsseitiges Zahnrad
	23	Achsdifferenzial
	25	Schmiermitteltank
	27	Getriebe-Saugleitung
15	29	Getriebe-Druckpumpe
	31	Schmiermittel
	32	Getriebe-Versorgungsleitung
	33	Schmiermittelsumpf
	35	Rückföhrpumpe
20	37	Rückföhrleitung
	39	Entlüftungsleitung
	41	Tankinnenraum
	47	Pumpen-Steuergerät
	53	Steigrohr
25	55	Elektromaschinen-Saugleitung
	57	Elektromaschinen-Druckpumpe
	58	Dreifachpumpe
	59	Elektromaschinen-Versorgungsleitung
	61	gemeinsame Antriebswelle
30	63	Elektromotor
	67	Schmiermittel-Ablauf
	69, 71	Ermittlungsbausteine
	73	Signalerzeugungseinheit
	Z1, Z2	Getriebe-Schmierstellen

	E	Elektromaschinen-Hydraulikkreis
	G	Getriebe-Hydraulikkreis
	T _{ÖL}	Ist-Schmiermitteltemperatur
	T _G	Grenztemperatur
5	B	Kühl- und/oder Schmierbedarf
	S _A	Aktivierungssignal
	t _{start}	Motorstart
	Δt	Startphase
	t _u	Umschaltzeitpunkt

PATENTANSPRÜCHE:

1. Schmiermittelversorgungssystem für eine Antriebsvorrichtung eines elektrisch betriebenen Fahrzeugs mit zumindest einer Elektromaschine (1), die über eine Getriebeanordnung (7) auf zumindest ein Fahrzeugrad abtreibt, mit einem Getriebe-Hydraulikkreis (G), in dem ein Schmiermitteltank (25) über eine Getriebe-Saugleitung (27) mit einer Getriebe-Druckpumpe (29) verbunden ist, mittels der in einer Trockensumpfschmierung das Schmiermittel (31) in einer Getriebe-Versorgungsleitung (32) zu einer Getriebe-Schmierstelle (Z1, Z2) führbar ist, und das von der Getriebe-Schmierstelle (Z1, Z2) abtropfende Schmiermittel (31) sich in einem Schmiermittelsumpf (33) sammelt und von dort mittels einer Rückförpumppe (35) in einer Rückführleitung (37) zurück in den Schmiermitteltank (25) führbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass für eine Kühlung bzw. Schmierung der Elektromaschine (1) das Schmiermittelversorgungssystem zusätzlich zum Getriebe-Hydraulikkreis (G) einen Elektromaschinen-Hydraulikkreis (E) aufweist, in dem der Schmiermitteltank (25) direkt oder indirekt über eine Elektromaschinen-Saugleitung (55) mit einer Elektromaschinen-Druckpumpe (57) verbunden ist, mittels der für eine Kühlung bzw. Schmierung der Elektromaschine (1) das Schmiermittel (31) in einer Elektromaschinen-Versorgungsleitung (59) zur Elektromaschine (1) führbar ist, und das von der Elektromaschine (1) abfließende Schmiermittel (31) sich im Schmiermittelsumpf (33) sammelt und von dort mittels der Rückförpumppe (35) in der Rückführleitung (37) zurück in den Schmiermitteltank (25) führbar ist.
2. Schmiermittelversorgungssystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Rückförpumppe (35), die Getriebe-Druckpumpe (29) und die Elektromaschinen-Druckpumpe (57) unabhängig voneinander mit jeweils passenden Pumpen-Förderleistungen ausgelegt sind, die insbesondere voneinander unterschiedlich sind.

3. Schmiermittelversorgungssystem nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Getriebe-Versorgungsleitung (32) strömungstechnisch vollständig entkoppelt von der Elektromaschinen-Versorgungsleitung (59) ist.
- 5
4. Schmiermittelversorgungssystem nach Anspruch 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Schmiermitteltank (25), die Rückführleitung (37) mitsamt Rückförhpumpe (35) sowie der Schmiermittelsumpf (33) gemeinsame Bestandteile von sowohl dem Getriebe-Hydraulikkreis (G) als auch dem Elektromaschinen-Hydraulikkreis (E) sind.
- 10
5. Schmiermittelversorgungssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Getriebe-Druckpumpe (29), die Rückförhpumpe (35) und die Elektromaschinen-Druckpumpe (57) unter Bildung einer Dreifachpumpe (58) eine gemeinsame Antriebswelle (61) aufweisen, und dass insbesondere die gemeinsame Antriebswelle (61) in trieblicher Verbindung mit einem Stellmotor (63) ist.
- 15
6. Schmiermittelversorgungssystem nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass dem Schmiermittelversorgungssystem eine elektronische Steuereinheit (47) zugeordnet ist, mittels der in Abhängigkeit von Fahrbetriebsparametern (FB) ermittelbar ist, ob ein Kühl-/Schmierbedarf (B) in der Getriebeanordnung (7) und/oder in der Elektromaschine (1) vorliegt, und dass bei Vorliegen eines Kühl-/Schmierbedarfs (B) in der Getriebeanordnung (7) und/oder in der Elektromaschine (1) die elektronische Steuereinheit (47) den Getriebe- und/oder Elektromaschinen-Hydraulikkreis (G, E) aktiviert, und dass insbesondere die elektronische Steuereinheit (47) in Signalverbindung mit dem Stellmotor (63) ist, über den die Dreifachpumpe (58) aktivierbar ist.
- 20
- 25
- 30
7. Schmiermittelversorgungssystem, insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, für eine Antriebsvorrichtung eines elektrisch

- 5 betriebenen Fahrzeugs mit zumindest einer Elektromaschine (1), die über eine Getriebearordnung (7) auf zumindest ein Fahrzeugrad abtreibt, mit einem Getriebe-Hydraulikkreis (G), in dem ein Schmiermitteltank (25) über eine Getriebe-Saugleitung (27) mit einer Getriebe-Druckpumpe (29) verbunden ist, mittels der in einer Trockensumpfschmierung das Schmiermittel (31) in einer Getriebe-Versorgungsleitung (32) zu einer Getriebe-Schmierstelle (Z1, Z2) führbar ist, und das von der Getriebe-Schmierstelle (Z1, Z2) abtropfende Schmiermittel (31) sich in einem Schmiermittelsumpf (33) sammelt und von dort mittels einer Rückföhrpumpe (35) in einer Rückföhrleitung (37) zurück in den Schmiermitteltank (33) führbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass mittels des Schmiermittelversorgungssystems nicht nur die Trockensumpfschmierung, sondern auch eine Getriebe-Tauchschrnerung durchföhrbar ist, und zwar insbesondere bei deaktivierter Getriebe-Druckpumpe (29) bzw. bei einem Pumpenausfall oder zur Durchföhrung einer Getriebe-Notschrnerung für den Fall, dass die Trockensumpfschmierung ausfällt.
- 10
- 15
- 20 8. Schmiermittelversorgungssystem nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei der Getriebe-Tauchschrnerung zumindest ein Zahnrad (21) der Getriebearordnung (7) in das im Schmiermittelsumpf (33) gesammelte Schmiermittel (31) eingetaucht ist, und das Schmiermittel (31) über die Drehbewegung des eingetauchten Zahnrads (21) zu der Getriebe-Schmierstelle (Z1, Z2) führbar ist.
- 25
9. Schmiermittelversorgungssystem nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Durchföhrung der Getriebe-Tauchschrnerung Schmiermittel (31) vom Schmiermitteltank (25) in den Schmiermittelsumpf (33) überleitbar ist, wodurch sich der Schmiermittel-Spiegel im Schmiermittelsumpf (33) erhöht und das Zahnrad (21) der Getriebearordnung (7) in das im Schmiermittelsumpf (33) gesammelte Schmiermittel (31) eintaucht.
- 30

10. Schmiermittelversorgungssystem nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Überleitung von Schmiermittel (31) in den Schmiermittelsumpf (33) der Schmiermitteltank (25) um einen Höhenversatz geodätisch oberhalb des Schmiermittelsumpfes (33) angeordnet ist, und/oder dass der Schmiermitteltank (25) über einen Schmiermittel-Ablauf (67) direkt mit dem Schmiermitteltank (25) verbunden ist, und/oder dass der Schmiermittel-Ablauf (67) bodenseitig im Schmiermitteltank (25) angeordnet ist, so dass unter Schwerkraftwirkung Schmiermittel (31) in den Schmiermittelsumpf (33) abfließt.
11. Schmiermittelversorgungssystem nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Schmiermittel-Ablauf (67) im Schmiermitteltank (25) permanent geöffnet ist, so dass permanent ein geringer Schmiermittel-Volumenstrom abfließt.
12. Schmiermittelversorgungssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche 7 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass nach einem Fahrzeug-Motorstart (t_{start}), insbesondere bei niedrigen Umgebungstemperaturen, in einer Startphase (Δt) bis zu einem Umschaltzeitpunkt (t_u) eine Getriebe-Tauchschnierung erfolgt, bei der das Pumpen-Steuergerät (47) die Getriebe-Druckpumpe (29) und die Rückföhrpumpe (35) deaktiviert hält, und zwar unabhängig davon, ob ein Kühl- und/oder Schmierbedarf (B) vorliegt, und dass eine Getriebe-Trockensumpfschnierung ausgeföhrt wird, bei der das Pumpen-Steuergerät (47) die Getriebe-Druckpumpe (29) und die Rückföhrpumpe (35) aktiviert, sofern ein Kühl- und/oder Schmierbedarf (B) vorliegt.
13. Schmiermittelversorgungssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche 7 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Pumpen-Steuergerät (47) eine Ist-Schmiermitteltemperatur ($T_{\text{öl}}$) im Hydraulikkreis (E, G) mit einer Grenztemperatur (T_G) vergleicht, und dass einer Ist-Schmiermitteltemperatur ($T_{\text{öl}}$) kleiner oder gleich der Grenztemperatur (T_G) eine Getriebe-Tauchschnierung erfolgt, und dass mit dem

Überschreiten der Grenztemperatur (T_G) das Pumpen-Steuergerät (47) eine Trockensumpfschmierung aktiviert.

14. Verfahren zum Betreiben eines Schmiermittelversorgungssystems nach
5 einem der vorhergehenden Ansprüche.

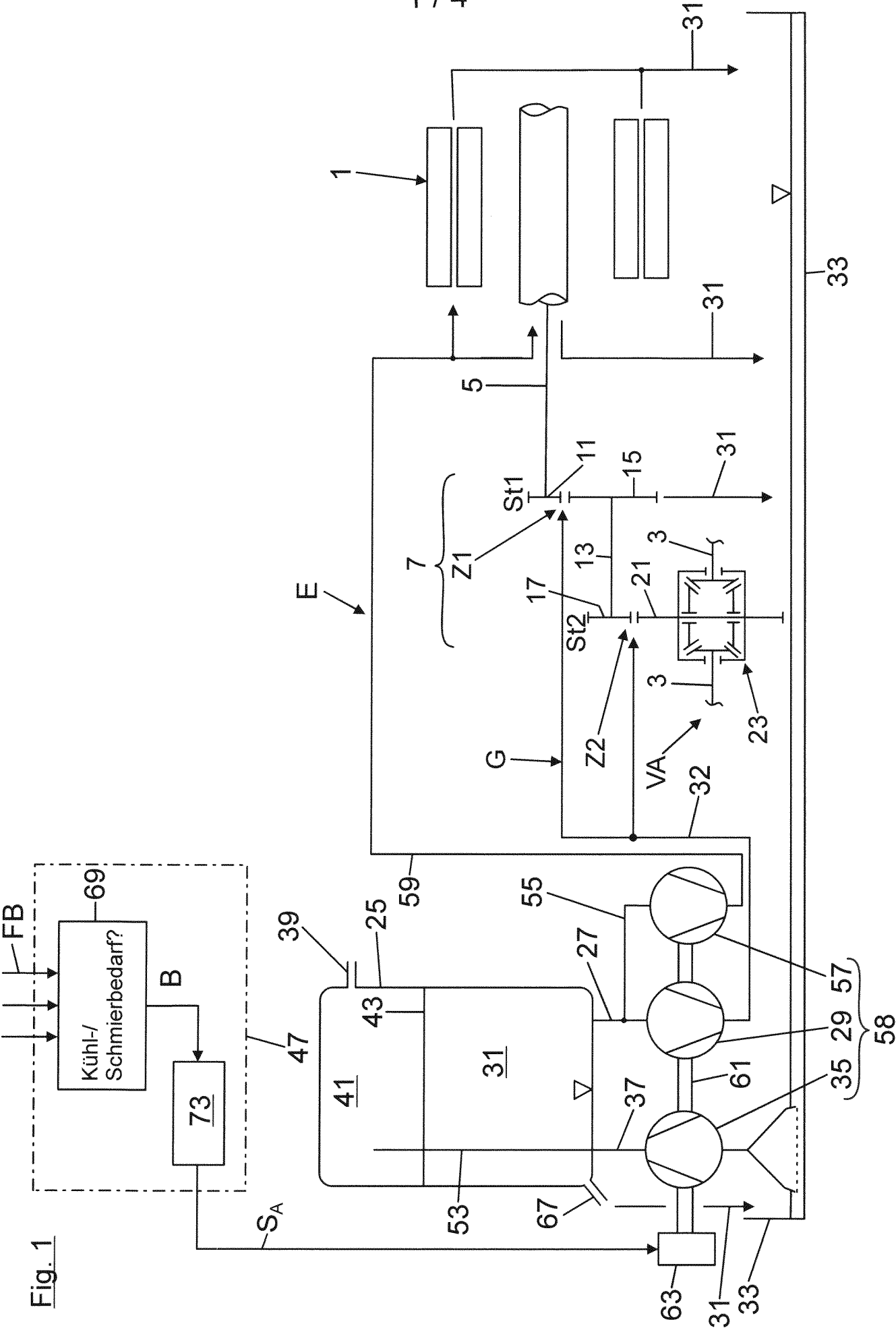


Fig. 1

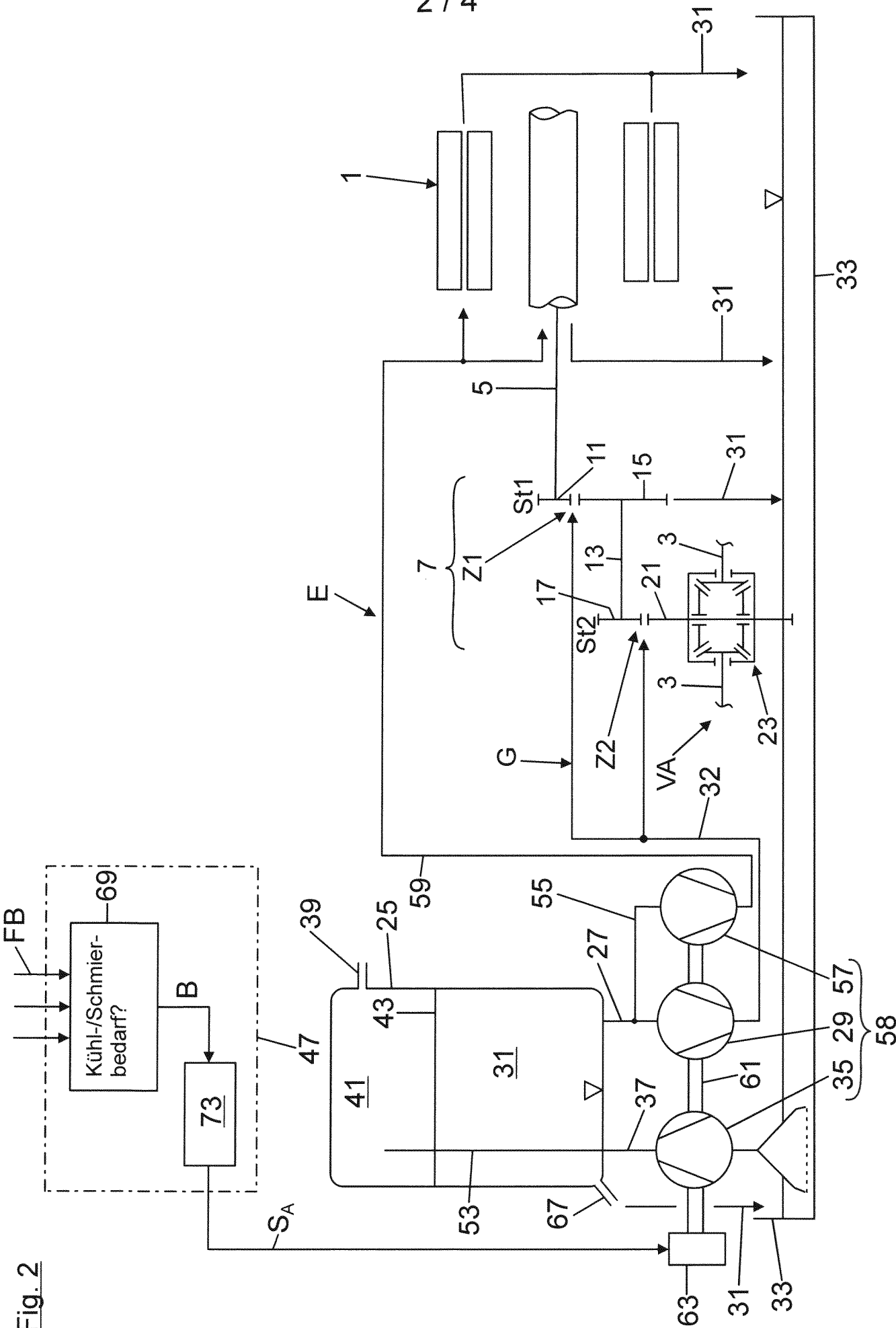


Fig. 2

Fig. 3

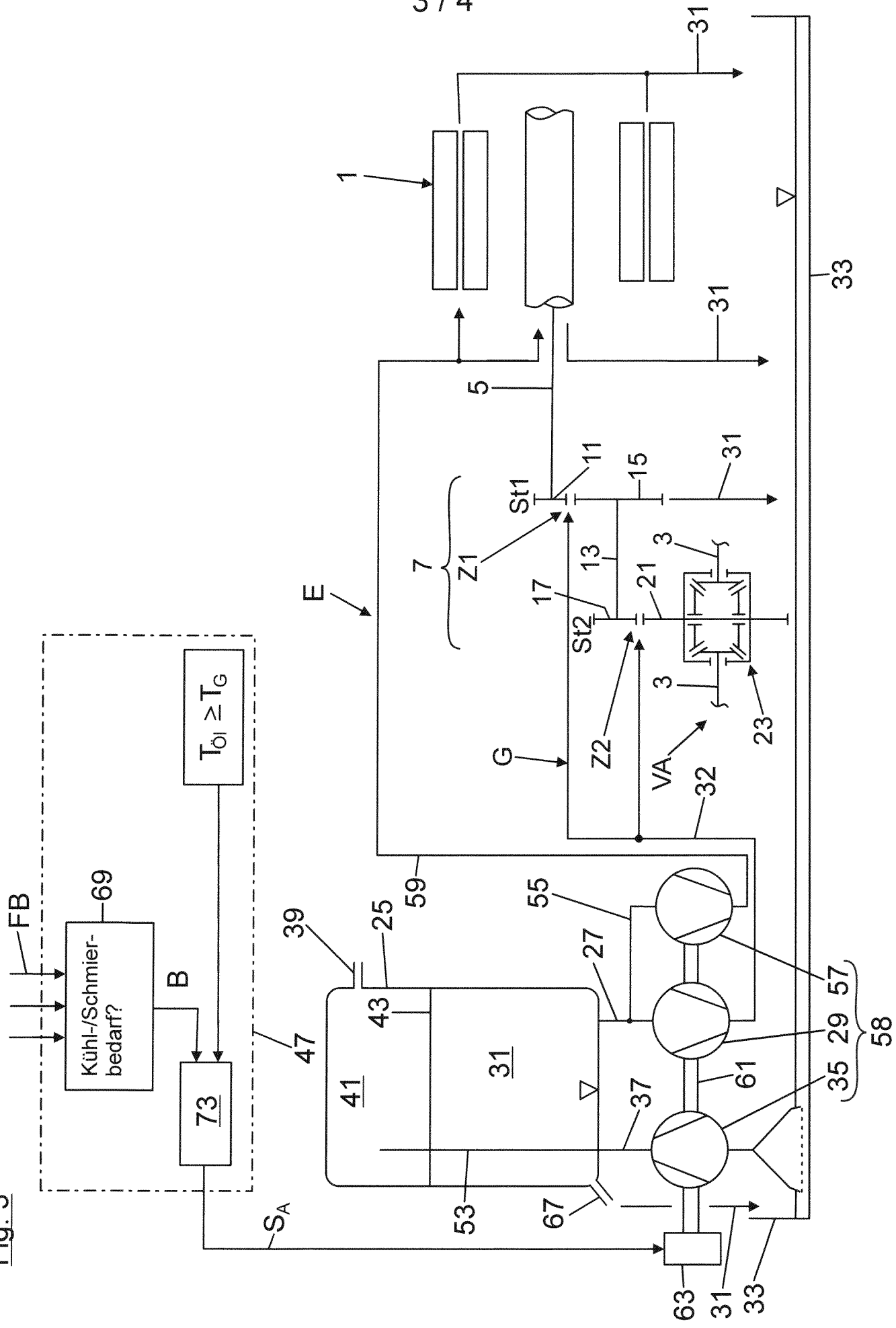


Fig. 4

Pumpen-
Betrieb

