

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine hydraulische Anordnung gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 und ein Verfahren zur Steuerung einer derartigen Anordnung gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 9.

[0002] Die Bedeutung hydraulischer Anordnungen beziehungsweise Aggregaten zur Druckmittelversorgung wenigstens eines hydraulischen Verbrauchers, die eine Verdränger beziehungsweise Hydromaschine, insbesondere mit konstantem Verdrängungsvolumen, und eine damit koppelbare drehzahlverstellbare Antriebsmaschine haben, nimmt zu. Häufig weist die Verdrängermaschine keinen Leckageanschluss auf, so dass ein innerer Leckagestrom, der innerhalb eines Gehäuses der Verdrängermaschine von einem Hochdruckraum oder deren hydrostatischen Arbeitsräumen in einen Niederdruckraum gerichtet ist, wieder angesaugt wird. Da bei der inneren Leckage das Druckmittel vom hohen Arbeitsdruck im Arbeitsraum über einen Leckagespalt auf einen niederen Druck gedrosselt wird, wird am Leckagespalt Wärme frei, so dass sich das Druckmittel erwärmt. Die Wärme hängt dabei im Wesentlichen vom Arbeitsdruck ab. Bei bereits erwähntem fehlenden Leckageanschluss, aber auch wenn nur ein Teilstrom des Leckagestroms nach extern abgeführt wird, muss diese Wärme aus dem Gehäuse abgeführt werden, um eine Aufheizung des Druckmittels und einen damit verbunden unzulässigen Betriebsbereich zu verhindern. Dies erfolgt im Normalbetrieb dadurch, dass die Wärme über den hin zum Verbraucher gerichteten Druckmittelvolumenstrom ausgetragen wird.

[0003] Das Problem der Wärmeabfuhr aus dem Gehäuse verschärft sich insbesondere dann, wenn der zu versorgende hydraulische Verbraucher beispielsweise im Druckhaltebetrieb keinen Druckmittelbedarf hat, der Arbeitsdruck jedoch aufrechterhalten werden soll. Der Druckhaltebetrieb wird bei verstellbaren Verdrängermaschinen über einen Nullhub und bei Konstantmaschinen über eine entsprechend reduzierte Drehzahl erreicht. Weisen die Verdrängermaschine oder nachgeordnete Einbauelemente dann wie bereits erläutert keine oder kaum eine externe Leckage auf, so wird der Leckagestrom des Arbeitsraums überwiegend oder ganz wiederkehrend angesaugt, verdichtet und gedrosselt. Die in der Verdrängermaschine verbleibenden Drosselverluste am Leckagespalt heizen dann die Verdrängermaschine und das darin eingeschlossene Druckmittel sukzessive auf.

[0004] Nachteilig daran ist, dass die Verdrängermaschine, beziehungsweise die Anordnung, durch die Erhöhung der Druckmitteltemperatur unbemerkt in einen unzulässigen Betriebsbereich gelangen kann, in dem beispielsweise eine Zerstörung von Dichtungen, insbesondere von Wellendichtungen, und Lagerungen innerhalb der Verdrängermaschine drohen.

[0005] Demgegenüber liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine hydraulische Anordnung zu schaffen, deren aktueller Betriebsbereich, in dem sie sich befindet, besser kontrollierbar ist. Weiterhin liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde ein Verfahren zur Steuerung einer derartigen Anordnung zu schaffen.

[0006] Die erste Aufgabe wird gelöst durch eine hydraulische Anordnung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1, die zweite durch ein Verfahren zur Steuerung einer derartigen Anordnung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 9.

[0007] Vorteilhafte Weiterbildungen der hydraulischen Anordnung sind in den Patentansprüchen 2 bis 8, die des Verfahrens im Patentanspruch 10 beschrieben.

[0008] Eine hydraulische Anordnung hat eine drehzahlverstellbare Antriebsmaschine, insbesondere eine Elektromaschine, und eine mit dieser insbesondere über eine Triebwelle koppelbare hydrostatische Verdrängermaschine, die insbesondere als Hydropumpe oder Hydromotor betreibbar ist. Die Verdrängermaschine hat ein Gehäuse, in dem wenigstens ein hydrostatischer Arbeitsraum angeordnet ist. Dieser ist im Betrieb alternierend mit einem, insbesondere einem Niederdruckanschluss zugeordneten, Niederdruckraum und einem, insbesondere einem Hochdruck- oder Arbeitsanschluss zugeordneten, Hochdruckraum der Verdrängermaschine in Druckmittelverbindung bringbar. Dabei sind im Betrieb innerhalb des Gehäuses ein oder mehrere Leckageströmungspfade vom Arbeitsraum und / oder vom Hochdruckraum über einen oder mehrere Leckagespalte hin zum Niederdruckraum ausbildbar, entlang dem oder denen zumindest ein Teil eines aus dem Arbeitsraum und / oder Hochdruckraum austretenden Gesamtleckagestroms strömen kann. Der Teil- oder Gesamtleckagestrom verbleibt demnach als interner Leckagevolumenstrom innerhalb der Verdrängermaschine. Die Drosselung am Leckagespalt stellt dabei eine Wärmequelle innerhalb der Verdrängermaschine dar. Erfindungsgemäß hat die Anordnung eine Temperaturerfassungseinrichtung, über die am Leckageströmungspfad, insbesondere stromabwärts des Leckagespaltes nach Austritt des Leckagestroms aus dem Arbeitsraum, eine Druckmitteltemperatur erfassbar ist, so dass eine Abweichung der Anordnung von einem zulässigen Betriebsbereich in Abhängigkeit der erfassten Druckmitteltemperatur erkennbar oder ermittelbar ist.

[0009] Da so, beispielsweise einem Bediener der Anordnung, die Information über die Abweichung bereitgestellt werden kann, ist die Grundlage geschaffen, dass die Anordnung nicht mehr unkontrolliert in unzulässige Betriebsbereiche, die auf unzulässigen Druckmitteltemperaturen basieren, gelangt. Die Anordnung ist dadurch insbesondere besser gegen folgende Risiken schützbar: Zerstörung von Dicht- oder Lagerelementen durch eine zu hohe Druckmitteltemperatur; Verlust der Schmierfähigkeit des Druckmittels aufgrund zu hoher Druckmitteltemperatur und zu geringer Viskosität und damit verbundener Verschleiß; Kavitation aufgrund zu niedriger oder zu hoher Druckmitteltemperatur.

[0010] Ein zulässiger Betriebsbereich ist vorzugsweise zumindest über ein zulässiges Intervall der erfassbaren Druckmitteltemperatur begrenzt.

[0011] Die Erfassung der Druckmitteltemperatur am Leckageströmungspfad eignet sich im Betrieb besonders zur Erkennung der Abweichung, da das am Leckagespalt erwärmte Druckmittel dort gleichzeitig eine sehr hohe oder sogar seine höchste Schmierleistung erbringen muss, da dort eine sehr hohe oder sogar eine höchste Reibbelastung auftritt. Da eine Schmierfähigkeit des Druckmittels wesentlich von dessen Viskosität und diese wiederum von der Druckmitteltemperatur abhängt, ist die erfindungsgemäße Erfassung der Druckmitteltemperatur am Leckageströmungspfad, also nahe am Leckagespalt, eine effektive Maßnahme, die Schmierfähigkeit des Druckmittels an dieser kritischen Stelle einschätzen und die Abweichung vom zulässigen Betriebsbereich erkennen zu können.

[0012] Der Leckageströmungspfad ist als ein vom Leckagespalt ausgehender Strömungspfad zu verstehen, entlang dem der Leckagevolumenstrom eine andere Geschwindigkeit und / oder eine andere Richtung als ein restliches, ihn umgebendes Volumen aufweist. Der Leckageströmungspfad ist ein Bereich entlang dem vorzugsweise kaum eine nur wenig Durchmischung mit umgebendem Druckmittel stattfindet. Erfasst man die Druckmitteltemperatur an einem Ort stärkerer Durchmischung, müsste die so erfasste Druckmitteltemperatur modellbasiert auf die ursprüngliche Druckmitteltemperatur des Leckagestroms am Leckagespalt zurückgerechnet werden. Wird die Druckmitteltemperatur in einem Bereich ruhenden Druckmittels erfasst, ist eine Aussage über beispielsweise die Schmierfähigkeit nicht möglich.

[0013] Das vorbeschriebene Wirken der Temperaturerfassungs- und der Steuereinheit erweist sich als umso vorteilhafter und wichtiger für den Betrieb der Anordnung, je größer der Anteil des Leckagestroms ist, der dem Niederdruckraum wieder zugeführt wird.

[0014] Da eine Drehzahl der Verdrängermaschine, beziehungsweise eine davon ableitbare Drehzahl der Antriebsmaschine, einen wesentlichen Einfluss auf die zu erbringende Schmierleistung des Druckmittels hat, ist auch der zulässige Betriebsbereich stark von der Drehzahl abhängig. Daher weist eine besonders vorteilhafte und bevorzugte Weiterbildung der Anordnung eine Drehzahlerfassungseinrichtung auf, über die eine Drehzahl der Verdrängermaschine oder eine daran gekoppelte Drehzahl erfassbar ist, so dass die Abweichung in Abhängigkeit der erfassten Drehzahl und Druckmitteltemperatur erkennbar oder ermittelbar ist.

[0015] In dieser Weiterbildung ist ein zulässiger Betriebsbereich vorzugsweise zumindest über das zulässige Intervall der Druckmitteltemperatur und wenigstens eine zulässige, maximale Drehzahl oder ein zulässiges Intervall der maximalen Drehzahl begrenzt. Besonders bevorzugt ist die zulässige maximale Drehzahl als Funktion der Druckmitteltemperatur, oder umgekehrt gegeben.

[0016] Um die Anordnung, insbesondere die Verdrängermaschine, besser gegen Kavitation schützen zu können, weist eine bevorzugte Weiterbildung zudem eine Druckerfassungseinrichtung auf, über die ein Druck im Niederdruckraum oder ein davon abhängiger Druck erfassbar ist. In dieser Weiterbildung ist der zulässige Betriebsbereich somit zumindest über das zulässige Intervall der Druckmitteltemperatur, wenigstens eine zulässige maximale Drehzahl oder ein zulässiges Intervall der maximalen Drehzahl und einen minimal zulässigen Druck im Niederdruckraum begrenzt. Besonders bevorzugt ist die maximal zulässige Drehzahl als Funktion der Druckmitteltemperatur und / oder des minimal zulässigen Drucks im Niederdruckraum gegeben.

[0017] In einer vorteilhaften Weiterbildung hat die Anordnung eine Steuereinheit, über die die Abweichung in Abhängigkeit der erfassten Druckmitteltemperatur, oder in Abhängigkeit der erfassten Druckmitteltemperatur und der erfassten Drehzahl und / oder dem erfassten Druck ermittelbar und ein Wert wenigstens eines Betriebsparameters der Anordnung derart änderbar ist, dass die Anordnung im zulässigen Betriebsbereich verbleibt oder diesen erreicht. Auf diese Weise ist die Abweichung vom unzulässigen Betriebsbereich automatisiert ermittelbar und korrigierbar, was die Sicherheit gegen einen Übergang in den unzulässigen Betriebsbereich beträchtlich erhöht. Vorzugsweise können mehrere Betriebsparameter der Anordnung über die Steuereinheit gleichzeitig oder sequentiell geändert werden, um im zulässigen Betriebsbereich zu verbleiben oder ihn zu erreichen.

[0018] Vorzugsweise ist die genannte Steuereinheit eine, über die auch die Antriebsmaschine steuer- und / oder regelbar ist.

[0019] Vom Bediener oder der Steuereinheit änderbare Betriebsparameter sind vorzugsweise die Drehzahl der Verdrängermaschine oder der Antriebsmaschine oder die Druckmitteltemperatur oder ein Druckmittelvolumenstrom oder ein Bypassvolumenstrom der Verdrängermaschine oder eine Heizleistung zur Erwärmung oder eine Kühlleistung zur Kühlung des Druckmittels oder eine akustisch oder visuell wahrnehmbare Betriebsinformation oder eine Betriebsprozedur der Anordnung. Der Betriebsparameter Betriebsinformation kann beispielsweise sinngemäß folgende Werte aufweisen: "zulässiger Betrieb", "unzulässige Druckmitteltemperatur", "zu hohe Druckmitteltemperatur", "zu geringe Druckmitteltemperatur". Andere Werte sind möglich. Der Betriebsparameter Betriebsprozedur kann beispielsweise den Wert "kontrolliertes Einschalten / Beschleunigen der Antriebsmaschine" oder "kontrolliertes Abschalten / Herunterfahren der Antriebsmaschine" aufweisen. Andere Werte sind möglich.

[0020] Besonders effektiv ist die erfindungsgemäße Erfassung der Druckmitteltemperatur für eine Anordnung, bei der die Verdrängermaschine als Hydropumpe mit einem konstanten Verdrängungsvolumen ausgestaltet ist. Die Verdrängermaschine kann alternativ mit verstellbarem Verdrängungsvolumen ausgestaltet sein.

[0021] Vorzugsweise hat die Temperaturerfassungseinrichtung einen Messfühler, insbesondere ein PTC-Widerstandselement oder ein Thermoelement, der derart angeordnet ist, dass er vom Leckageströmungspfad berührbar, insbe-

sondere berührt ist. Alternativ dazu hat die Temperaturerfassungseinrichtung einen berührungslos erfassenden Sensor mit einem Messfeld, beziehungsweise Messfleck, über das / den zumindest ein Abschnitt des Leckageströmungspfad abdeckbar, insbesondere abgedeckt ist.

[0022] Der Ort der Erfassung, oder anders gesagt ein zur Messung vorgesehener Abschnitt des Leckageströmungspfad, ist vorzugsweise so gewählt, dass über die dort erfasste Druckmitteltemperatur auf die Druckmitteltemperatur knapp hinter dem Leckagespalt, also auf die ursprüngliche Druckmitteltemperatur des Leckagestroms, geschlossen werden kann, oder dass sich die Temperaturen im Wesentlichen entsprechen.

[0023] Für eine besonders effektive Erfassung der Druckmitteltemperatur mit wenig oder keiner Durchmischung des Leckagevolumenstroms mit umgebendem Druckmittel des Niederdruckraumes ist in bei einer bevorzugten Weiterbildung der Messfühler oder das Messfeld in einem Bereich des Leckagespaltes angeordnet.

[0024] Die Verdrängermaschine ist vorzugsweise als Innenzahnrad- oder Gerotormaschine ausgestaltet und hat ein Ritzel und ein damit kämmendes Hohlrad, über deren Eingriff der Arbeitsraum ausbildbar ist. Der Messfühler oder das Messfeld ist dabei zumindest abschnittsweise innerhalb eines zylindrischen Hüllbereiches, der sich ausgehend von einem Außenumfang des Hohlrades in axialer Richtung erstreckt, angeordnet.

[0025] Alternativ zur genannten Variante mit Ritzel und Hohlrad kann sie beispielsweise als Axial- oder Radialkolbenmaschine ausgebildet sein. Andere, dem Fachmann bekannte hydrostatische Verdrängertypen sind nicht ausgeschlossen.

[0026] Um einen Druckhaltebetrieb, in dem ein Druckmittevolumenstrom der Verdrängermaschine null ist, der Arbeitsdruck aber gehalten werden muss, zeitlich unbegrenzt zu ermöglichen, weist eine besonders bevorzugte Weiterbildung einen Bypassströmungspfad auf, über den der Hochdruckraum mit einer insbesondere außerhalb des Gehäuses angeordneten Druckmittelsenke, insbesondere einem Behälter oder Tank, verbindbar ist. Dabei ist im Bypassströmungspfad in einer bevorzugten Alternative ein von der Steuereinheit in Abhängigkeit der erfassten Druckmitteltemperatur betätigbares, insbesondere elektromagnetisch betätigbares, Ventil angeordnet, über das ein Bypassvolumenstrom ausbildbar und / oder unterbrechbar ist. In einer anderen bevorzugten Alternative ist dabei im Bypassströmungspfad ein Ventil zur Ausbildung und / oder Unterbrechung des Bypassvolumenstroms angeordnet, das über die Temperaturerfassungseinrichtung direkt betätigbar ist. Dazu weist letztgenannte ein Element mit hohem Wärmeausdehnungskoeffizienten auf, dessen einer Endabschnitt vom Leckageströmungspfad berührbar und dessen anderer Endabschnitt zur Betätigung des Ventils mit diesem koppelbar, insbesondere gekoppelt ist.

[0027] Der Bypassvolumenstrom stellt so einen provozierbaren, externen Leckagestrom dar, über den die bei der Leckage entstehende Wärme abgeführt werden und eine Erhitzung des Druckmittels limitiert werden kann. Das Ventil ist vorzugsweise ein vorrichtungstechnisch einfach ausgebildetes und einfach zu steuerndes Schaltventil, insbesondere ein 2/2-Wegesitzventil mit einer federvorgespannten Schließstellung und einer betätigbaren Durchflussstellung. Vorzugsweise ist im Bypassströmungspfad dem Ventil eine insbesondere konstante Drosseleinrichtung vor- oder nachgeschaltet.

[0028] Eine besonders einfache Lösung ist gegeben, wenn zur Ausbildung des Bypassströmungspfad ein Ventil vorgesehen ist, über das die Hydromaschine, insbesondere bei einer Inbetriebnahme der Anordnung, entlüftbar ist.

[0029] Eine weitere bevorzugte Weiterbildung hat eine von der Steuereinheit in Abhängigkeit der erfassten Druckmitteltemperatur ansteuerbare Heizeinrichtung, über die das Druckmittel erwärmbar ist. Die Heizeinrichtung kann beispielsweise einen Heizstab aufweisen oder über einen Druckabsicherungsblock (Bypassdrossel) realisiert sein. Alternativ oder ergänzend dazu kann die Anordnung eine von der Steuereinheit in Abhängigkeit der erfassten Druckmitteltemperatur ansteuerbare Kühleinrichtung aufweisen, über die das Druckmittel in der Hydromaschine oder der Druckmittelsenke kühlbar ist.

[0030] Um den Wärmeaustausch zum Heizen oder Kühlen an der Verdrängermaschine zu verbessern, hat das Gehäuse zur Übertragung der Heiz- und / oder der Kühlleistung von außen umströmbare Wärmetauschrinnen oder in einer Gehäusewandung angeordnete Wärmetauschanäle.

[0031] In einer besonders bevorzugten Weiterbildung hat die Steuereinheit eine Speichereinheit, in der Werte des einen oder der mehreren Betriebsparameter in Abhängigkeit der erfassten Druckmitteltemperatur und / oder einer Temperatur einer mit dem Niederdruckraum fluidisch verbindbaren Druckmittelsenke und / oder eines Drucks im Niederdruckraum speicherbar, insbesondere gespeichert sind.

[0032] In einer besonders bevorzugten Weiterbildung sind die gespeicherten Werte über die Steuereinheit auswertbar, so dass beispielsweise ein Verschleißzustand der Anordnung, insbesondere der Verdrängermaschine, beurteilbar ist.

[0033] Vorzugsweise ist als Stoffeigenschaft des verwendeten Druckmittels zumindest dessen Viskosität in Abhängigkeit der Druckmitteltemperatur T in der Speichereinheit abgelegt oder parametrisiert. Vorteilhaft ist auch, wenn in der Speichereinheit Grenzen des zulässigen Betriebsbereiches in Abhängigkeit des verwendeten Druckmittels und zumindest der Druckmitteltemperatur, und je nach Weiterbildung zusätzlich in Abhängigkeit des Drucks im Niederdruckraum und / oder der Temperatur der Druckmittelsenke abgelegt oder parametrisiert sind. Mögliche Grenzen sind beispielsweise: Zulassung eines Druckhaltebetriebs der Anordnung nur unterhalb einer zulässigen maximalen Druckmitteltemperatur oder oberhalb einer zulässigen minimalen Viskosität, andernfalls erfolgt eine Betriebsinformation (Warnung) oder eine

sichere Betriebsprozedur (kontrolliertes Herunterfahren); oder Beschränkung der maximal zulässigen Drehzahl oder Unterbinden des Betriebs für Viskositäten oberhalb einer parametrisierten Grenzviskosität um Kavitationsschäden zu vermeiden.

[0034] Vorzugsweise ist die Steuereinheit derart ausgestaltet, dass über sie innerhalb eines in der Speichereinheit abgelegten Intervalls der Viskosität oder Temperatur eine Startzeit der Anordnung überwachbar ist.

[0035] Um eine automatische Parameterwahl durch die Steuereinheit zu ermöglichen, ist es vorteilhaft, wenn in wenigstens einer der Erfassungseinrichtungen Kennwerte der Verdrängereinheit, beispielsweise in Form eines codierten Verdrängertyps, abgelegt oder gespeichert sind.

[0036] Um eine Analyse im Fehlerfall zu verbessern, sind in einer bevorzugten Weiterbildung Werte der am Leckageströmungspfad und / oder an der Druckmittelsenke erfassten Druckmitteltemperatur und / oder des Drucks im Niederdruckraum zeitabhängig in der Speichereinheit speicherbar. Vorzugsweise ist über die Steuereinheit aus den erfassten Werten ein Belastungskriterium oder ein Belastungswert der Anordnung und / oder der Verdrängermaschine ermittelbar.

[0037] In einer bevorzugten Weiterbildung ist die Steuereinheit derart ausgestaltet, dass über sie aus den erfassten Werten oder dem ermittelten Belastungskriterium eine Bewertung eines Verschleißzustandes oder ein Wartungsbedarf der Anordnung oder der Verdrängermaschine ermittelbar ist. Mögliche Beispiele dafür sind die Ermittlung eines mechanischen Wirkungsgrades oder eines Verlustmomentes der Verdrängermaschine in Abhängigkeit der Druckmitteltemperatur oder Viskosität und der Zeit.

[0038] Wird die Verdrängermaschine im Förderbetrieb betrieben, entspricht die am Leckageströmungspfad erfasste Druckmitteltemperatur etwa der Temperatur der Druckmittelsenke.

[0039] Unter Verwendung der Steuereinheit ergibt sich die Möglichkeit, die Anordnung und den von ihr versorgbaren hydraulischen Verbraucher automatisiert energieeffizient und komponentenschonend in einem günstigen Viskositätsbereich zu betreiben. Weist die Steuereinheit die Speichereinheit auf, kann der aufgetretene Aufwand für Kühlen und Heizen gespeichert und darauf basierend eine Überprüfung der Dimensionierung der Anordnung erfolgen. Aus den erfassten oder ermittelten Temperatur-, Druck-, Drehzahl-, Druckmittelvolumenstrom- und Viskositätswerten kann modellbasiert der Belastungswert ermittelt und eine Alterungsprognose des Druckmittels abgegeben werden.

[0040] Ein Verfahren zur Steuerung einer hydraulischen Anordnung, die gemäß einem der vorhergehenden Aspekt der Beschreibung ausgestaltet ist, weist erfindungsgemäß einen Schritt "Erfassung der Druckmitteltemperatur am Leckageströmungspfad über die Temperaturerfassungseinrichtung" auf.

[0041] In einer besonders bevorzugten und vorteilhaften Weiterbildung bezieht sich das Verfahren auf die hydraulische Anordnung mit der bereits erwähnten Steuereinheit und weist zusätzlich Schritte "Ermittlung der Abweichung in Abhängigkeit der erfassten Druckmitteltemperatur, oder in Abhängigkeit der erfassten Druckmitteltemperatur und der erfassten Drehzahl, über die Steuereinheit" und "Änderung des Wertes des wenigstens einen Betriebsparameters der Anordnung über die Steuereinheit derart, dass die Anordnung im zulässigen Betriebsbereich verbleibt oder diesen erreicht oder der Betrieb sicher beendet wird.". Alternativ oder ergänzend zum letztgenannten Schritt kann das Verfahren einen Schritt "Ausgabe einer Betriebsinformation in Abhängigkeit der Abweichung" und / oder einen Schritt "Ausführung einer Betriebsprozedur in Abhängigkeit der der Abweichung" aufweisen.

[0042] Im Folgenden wird je ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen hydraulischen Anordnung und eines erfindungsgemäßen Verfahrens zur Steuerung der Anordnung in sechs Figuren näher erläutert. Es zeigen

Figur 1 einen Schaltplan eines Ausführungsbeispiels einer hydraulischen Anordnung,
 Figur 2 eine Verdrängermaschine des Ausführungsbeispiels gemäß Figur 1 in einer perspektivischen Ansicht,
 Figur 3 die Verdrängermaschine gemäß Figur 2 in einem Längsschnitt,
 Figur 4 die Verdrängermaschine gemäß den Figuren 2 und 3 in einem Querschnitt,
 Figur 5 ein Diagramm eines zulässigen Betriebsbereiches des Ausführungsbeispiels, und
 Figur 6 ein Diagramm eines Ausführungsbeispiels eines Verfahrens zur Steuerung der hydraulischen Anordnung gemäß Figur 1.

[0043] Gemäß Figur 1 hat eine hydraulische Anordnung 1 eine drehzahlverstellbare Antriebsmaschine 2, die über eine Triebwellenanordnung 4 mit einer als Innenzahnradmaschine ausgeführten hydrostatischen Verdrängermaschine 6 gekoppelt ist. Letztgenannte hat ein konstantes Verdrängungsvolumen und ist über eine Niederdruckleitung 8 mit einer als Tank ausgeführten Druckmittelsenke T fluidisch verbunden. Ein Arbeitsanschluss der Verdrängermaschine 6 ist über eine Arbeitsleitung 10 mit einem nicht dargestellten hydraulischen Verbraucher zu dessen Druckmittelversorgung fluidisch verbindbar. An die Arbeitsleitung 10 ist eine Druckerfassungseinrichtung 12 angeschlossen. Die Anordnung 1 hat weiterhin eine Temperaturerfassungseinrichtung 14 mit einem Messfühler 16, der in einen Gehäuseinnenraum der Verdrängungsmaschine 6 eintaucht. Des Weiteren hat die Anordnung 1 eine Drehzahlerfassungseinrichtung (nicht dargestellt) über die eine aktuelle Drehzahl nact der Antriebsmaschine 2 und der Verdrängermaschine 6 erfassbar ist.

[0044] Die hydraulische Anordnung 1 hat eine Steuereinheit 18, die über Signalleitungen 20, 22, 24, 26 mit einer nicht

dargestellten, übergeordneten Steuereinrichtung signalverbindbar ist. An die Steuereinheit 18 ist über die Signalleitung 20 ein Solldruck pcmd und über die Signalleitung 22 ein Sollvolumenstrom Qcmd übermittelbar. An die übergeordnete Steuereinrichtung ist über die Signalleitung 24 ein erfasster, aktueller Arbeitsdruck pact und über die Signalleitung 26 ein ermittelter, aktueller Druckmittelvolumenstrom Qact übermittelbar. Dazu ist die Druckerfassungseinrichtung 12 über eine Signalleitung 28 mit der Steuereinheit 18 signalverbunden. Entsprechend ist die Temperaturerfassungseinrichtung 14 über eine Signalleitung 30 und die nicht dargestellte Drehzahlerfassungseinrichtung über eine Signalleitung 32 mit der Steuereinheit 18 verbunden.

[0045] Zwischen dem Arbeitsanschluss der Verdrängermaschine 6 und der Druckerfassungseinrichtung 12 zweigt von der Arbeitsleitung 10 eine Bypassleitung beziehungsweise ein Bypassströmungspfad 34 ab, über den die Arbeitsleitung 10 mit der Druckmittelsenke T fluidisch verbindbar ist. Zu diesem Zweck ist im Bypassströmungspfad 34 eine Drosselvorrichtung 36 in Reihe mit einem als 2/2-Wegesitzventil ausgestalteten Ventil 38 angeordnet. Das Ventil 38 ist über eine Feder 40 in eine Sperrstellung (a) vorspannbar und über einen Elektromagneten 42 in eine Durchflussstellung (b) betätigbar. Zur Betätigung ist der Elektromagnet 42 über eine Signalleitung 44 mit der Steuereinheit 18 verbunden. Das Ventil 38 ist als Schaltventil ausgestaltet und ein Steuersignal y1, das über die Signalleitung 44 übermittelbar ist, hat binären Charakter.

[0046] Figur 2 zeigt die Verdrängermaschine 6 des Ausführungsbeispiels in einer perspektivischen Ansicht. Sie hat ein Gehäuse 46 mit einem Mittelteil 48, einem Endteil 50 und einem Befestigungsteil 52 mit einem Befestigungsflansch 54. Das Befestigungsteil 52 ist in axialer Richtung von einem Endabschnitt einer Triebwelle 56 durchgriffen. An dem Endabschnitt ist eine Feder 58 für eine Nut-/Federverbindung mit der drehzahlverstellbaren Antriebsmaschine 2 gemäß Figur 1 vorgesehen.

[0047] Im Folgenden konzentriert sich die Beschreibung der Figuren überwiegend auf die vom bekannten Stand der Technik abweichenden Merkmale des Ausführungsbeispiels, da der allgemeine Aufbau und die Funktionsweise einer Innenzahnradmaschine bekannt sind. Zum Zwecke der Beschreibung und der Offenbarung der Funktionsweise und des Aufbaus sei an dieser Stelle auf die Datenblätter RD 10227-B/07.09 und RD 10227/12.10 der Anmelderin verwiesen.

[0048] Erfindungsgemäß hat die Verdrängermaschine 6 gemäß Figur 2 die Temperaturerfassungseinrichtung 14, die unmontiertem Zustand dargestellt ist. Zur Aufnahme der Temperaturerfassungseinrichtung 14 hat das Mittelteil 48 eine Durchgangsausnehmung 60 mit einem Innengewinde, in die die Temperaturerfassungseinrichtung 14 einschraubbar ist. An die Durchgangsausnehmung 60 auf einer Außenseite des Mittelteils 48 eine axiale Dichtfläche 62 an, mit der ein Dichtelement der Temperaturerfassungseinrichtung 14 in Anlage bringbar ist.

[0049] Im eingeschraubten Zustand taucht ein Messfühler 16 der Temperaturerfassungseinrichtung 14, in einen Gehäuseinnenraum der Verdrängermaschine 6 ein. Dies zeigen ein Längsschnitt A-A gemäß Figur 3. Die Triebwelle 56 erstreckt sich axial durch das Befestigungsteil 52, das Mittelteil 48 und das Endteil 50. Im Endteil 50 und Befestigungsteil 52 ist die Triebwelle 56 jeweils über ein Gleitlager 60 radial gelagert.

[0050] Mit der Triebwelle 56 ist ein außenverzahntes Ritzel 62 drehfest verbunden, das in Figur 3 ungeschnitten dargestellt ist. Exzentrisch zum Ritzel 62 ist im Mittelteil 48 des Gehäuses 46 ein innenverzahntes Hohlrad 64 drehbar, gleitend gelagert. Das Ritzel 62 steht mit dem Hohlrad 64 gemäß dem Schnitt B-B in Figur 4 abschnittsweise in Eingriff B-B. An einem dem Eingriff gegenüber angeordneten Umfangsabschnitt ist radial zwischen den beiden ein Füllstück 66 angeordnet. Alternativ kann die Verdrängermaschine aber auch ohne Füllstück ausgestaltet sein. Lateral, also in axialer Richtung seitlich der Zahnradpaarung, sind Arbeitsräume 88, die über die Verzahnungen ausbildbar sind, jeweils über eine Seitenfläche zweier Axialscheiben 74 abgedichtet. Jede Axialscheibe 74 begrenzt auf ihrer anderen Seite eine Drucktasche 76, die im entsprechend angrenzenden Befestigungsteil 52, beziehungsweise Endteil 50 ausgebildet ist. Beide Drucktaschen 76 stehen mit einem Hochdruckraum 78 gemäß Figur 4 in Druckmittelverbindung, so dass die Axialscheiben zu besserer Abdichtung der Arbeitsräume 88 hydrostatisch auf die Zahnradpaarung pressbar sind. Der Hochdruckraum 78 mündet gemäß Figur 4 in den Druckanschluss P.

[0051] Gemäß Figur 3 ist das Befestigungsteil 52 im von der Triebwelle 56 durchsetzten Bereich über einen Wellendichtring 78 abgedichtet. Innenseitig ist ein vom Wellendichtring 78 und Gleitlager 60 begrenzter Druckraum über einen Druckmittelkanal 80 mit einem Niederdruckraum 82 verbunden. Ebenso ist ein vom anderen Gleitlager 60 begrenzter Druckraum im Bereich eines Durchtriebs der Triebwelle 56 am Endteil 50 über einen anderen Druckmittelkanal 80 mit dem Niederdruckraum 82 verbunden. Letztgenannter mündet in den Niederdruckanschluss S.

[0052] Gemäß Figur 3 ist der Messfühler 16 so angeordnet, dass er von einem Leakageströmungspfad, der aus dem oder den Leckagespalten der Arbeitsräume austritt, berührbar ist. Im gezeigten Ausführungsbeispiel ist dies so realisiert, dass der Messfühler 16 abschnittsweise radial innerhalb eines zylindrischen Hüllbereiches 90 angeordnet ist, der sich ausgehend von einem Außenumfang des Hohlrades 64 in axialer Richtung erstreckt. Der Hüllbereich 90 ist dabei gemäß Figur 3 und Figur 4 über eine strichpunktierte Linie definiert. Über die sowohl radiale als auch axiale geringe Beabstandung des Messfühlers 16 von den Arbeitsräumen 88 und seiner Anordnung im Leakageströmungspfad, ist eine besonders präzise und verlässliche Messung der Leckagetemperatur durchführbar. Auf diese Weise kann ein unzulässiger Betriebsbereich der Verdrängermaschine 6 der Anordnung 1, anhand der Druckmitteltemperatur zuverlässig erkannt und in Folge behoben werden.

[0053] Alternativ zum gezeigten Ausführungsbeispiel kann der Messfühler 16 in einer Niederdrucktasche 92, die zwischen dem Mittelteil 48 und dem Endteil 50 beziehungsweise dem Befestigungsteil 52 ausgebildet ist, positioniert sein.

[0054] Die Temperaturerfassungseinrichtung 14 des Ausführungsbeispiels kann beispielsweise über einen Temperatursensor für Flüssigkeiten ausgebildet sein, wie er im Datenblatt RD 95180/07.12 der Anmelderin beschrieben ist.

[0055] Alternativ zum gezeigten Messfühler kann die Temperaturerfassungseinrichtung einen berührungslos erfassenden Sensor mit einem Messfeld aufweisen. Für die Positionierung des Messfeldes gelten dann analog die vorbeschriebenen, vorteilhaften Anordnungen.

[0056] Figur 5 zeigt einen zulässigen Betriebsbereich der hydraulischen Anordnung 1 als über der Druckmitteltemperatur T aufgetragene Drehzahl n der Verdrängermaschine 6. Der zulässige Betriebsbereich ist als begrenzte, schraffierte Fläche dargestellt. Unterhalb einer Druckmitteltemperatur von -10°C und oberhalb einer Druckmitteltemperatur von $+80^{\circ}\text{C}$ ist ein Betrieb prinzipiell unzulässig. Die Drehzahl n darf bei -10°C maximal 1800 1/min betragen. Im Temperaturbereich zwischen -10°C und $+40^{\circ}\text{C}$ ist die maximal zulässige Drehzahl n linear abhängig von der Temperatur T und ab 40°C bis 80°C darf sie maximal 3000 1/min betragen.

[0057] Davon abweichend kann der zulässige Betriebsbereich im Diagramm natürlich eine dem Anwendungsfall entsprechende, andere Fläche abdecken.

[0058] Die Drehzahl n kann bei gegebener Druckmitteltemperatur T über die Steuereinheit 18 auf einen geringeren als den der Druckmitteltemperatur T zugeordneten, maximal zulässigen Wert geregelt werden. Dies ist insbesondere im Druckhaltebetrieb der Fall.

[0059] Figur 6 zeigt ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Verfahrens zur Steuerung der hydraulischen Anordnung 1. Das Verfahren ist in einer Speichereinheit der Steuereinheit 18 zur Ausführung gespeichert. Von der Steuereinheit 18 beeinflussbare Betriebsparameter der hydraulischen Anordnung 1 gemäß Figur 1 sind ein Steuersignal y_1 des Elektromagneten 42, die Drehzahl n der Verdrängermaschine 6, eine Heizleistung Q^+ und eine Kühlleistung Q^- über die das Druckmittel erwärmbar beziehungsweise kühlbar ist, und eine Betriebsinformation oder Betriebswarnung W . Das Diagramm veranschaulicht die Änderung von Zuständen der Betriebsparameter durch das Verfahren in Abhängigkeit der erfassten Druckmitteltemperatur T . Die Betriebsparameter können dabei zwischen zwei Zuständen, symbolisiert durch eine 0 und eine 1, geändert werden. Aufgrund der Ausführung des Ventils 38 als Schaltventil bedeutet y_1 = Zustand 0, dass der Elektromagnet 42 unbestromt ist, das Ventil 38 seine Sperrstellung (a) aufweist und ein Bypassvolumenstrom gleich null ist. Bei y_1 = Zustand 1 weist das Ventil seine Durchflussstellung (b) auf. Bei n = Zustand 0 steht die Verdrängermaschine still, bei n = Zustand 1 ist ihre Drehzahl n größer null und je nach Betriebsanforderung kleiner oder gleich der maximal zulässigen Drehzahl n . Für die Heizleistung Q^+ und die Kühlleistung Q^- bedeutet der Zustand 0, dass die Heizbeziehungsweise Kühlleistung gleich null ist. Im Zustand 1 weist die Heizleistung Q^+ beziehungsweise Kühlleistung Q^- einen vordefinierten Wert auf.

[0060] Es sei beispielhaft angenommen, dass die Druckmitteltemperatur zunächst -20°C beträgt. Die hydraulische Anordnung 1 soll nun in Betrieb genommen werden. Dieser Befehl zur Inbetriebnahme kann beispielsweise in Form eines geforderten Arbeitsdrucks p_{cmd} oder Druckmittelvolumenstroms Q_{cmd} gemäß Figur 1 an die Steuereinheit 18 ergehen. Da die Temperaturerfassungseinrichtung 14 - insbesondere aber eine beispielsweise in der Druckmittelsenke T angeordnete Temperaturerfassungseinrichtung - zu diesem Zeitpunkt jedoch eine Druckmitteltemperatur von -20°C außerhalb des zulässigen Betriebsbereichs erfasst, belässt die Steuereinheit 18 den Betriebsparameter n im Zustand 0. Das heißt die Antriebsmaschine 2 wird nicht beschleunigt. Stattdessen setzt die Steuereinheit 18 den Betriebsparameter Heizleistung Q^+ auf den Zustand 1 und beginnt das Druckmittel aufzuheizen.

[0061] Ab einer Druckmitteltemperatur von -10°C stellt die Steuereinheit 18 aufgrund des Inputs einer der genannten Temperaturerfassungseinrichtungen eine zulässige Druckmitteltemperatur T fest und steuert die Antriebsmaschine 2 so an, dass die Verdrängermaschine 6 auf eine Drehzahl n von 1800 1/min beschleunigt. Dazu ändert sie den Betriebsparameter Drehzahl n vom Zustand 0 auf 1. Ab diesem Zeitpunkt geht die von der Temperaturerfassungseinrichtung 14 erfasste Druckmitteltemperatur T als höchstpriorisierter Temperaturmesswert als Input in die Steuereinheit 18 ein.

[0062] Der Betriebsparameter der Heizleistung Q^+ verbleibt im Zustand 1 und das Druckmittel wird weiterhin beheizt. Gemäß Figur 5 kann über die Steuereinheit 18 die Drehzahl n ausgehend von 1800 1/min linear mit steigender Druckmitteltemperatur T erhöht werden.

[0063] Ab einer Druckmitteltemperatur von 30°C wird der Betriebsparameter Heizleistung Q^+ durch die Steuereinheit auf den Zustand 0 zurückgesetzt und es erfolgt keine weitere Aufheizung des Druckmittels durch die Heizeinrichtung.

[0064] Es sei angenommen, dass die erfasste Druckmitteltemperatur T 40°C und die Verdrängermaschine 6 die zugeordnete, maximal zulässige Drehzahl von 3000 1/min erreicht hat und nun ein Druckhaltebetrieb der hydraulischen Anordnung 1 angefordert wird, da die Last des hydraulischen Verbrauchers nicht weiter bewegt werden soll. Der Arbeitsdruck in der Arbeitsleitung 10 muss jedoch gehalten werden. Dem entsprechend ist der Sollwert des Druckmittelvolumenstroms Q_{cmd} gemäß Figur 1 null. Die Steuereinheit 18 passt die Drehzahl n der Antriebsmaschine 2 derart an, dass kein Druckmittelvolumenstrom Q mehr in die Arbeitsleitung 10 gefördert wird. Im Druckhaltebetrieb findet jedoch weiterhin eine Leckage von den Arbeitsräumen 88 über den oder die Leckagespalte hin zum Niederdruckraum 82 statt. Dieser Leckagevolumenstrom wird wiederholt angesaugt, in die Arbeitsräume 88 gefördert, dort verdichtet und tritt über

den Leckagespalt in den Niederdruckraum 82 aus. Dies führt zur kontinuierlichen Erhöhung der Druckmitteltemperatur T.

[0065] Bei einer in der Steuereinheit 18 hinterlegten Temperaturgrenze von 60°C stellt die Steuereinheit 18 fest, dass eine Überhitzung droht und der Betriebsparameter der Kühlleistung Q- vom Zustand 0 auf 1 zu setzen ist, um zu kühlen.

[0066] Reicht die Kühlleistung Q- nicht aus und steigt die Druckmitteltemperatur T bis auf 70°C an, so tritt eine weitere Maßnahme des erfindungsgemäßen Verfahrens in Kraft, in dem der Betriebsparameter y1 vom Zustand 0 auf 1 wechselt und der Elektromagnet 42 des Ventils 38 gemäß Figur 1 bestromt wird. Es bildet sich ein Bypassvolumenstrom zur Druckmittelsenke T aus, der im Prinzip ein provoziertes, externer Leckagestrom ist. Über den Bypassvolumenstrom kann die am Leckagespalt entstehende Wärme zur Druckmittelsenke T abgeführt werden. Gleichzeitig kann die Verdrängermaschine 6 über die Druckmittelleitung 8 Druckmittel nachsaugen.

[0067] Sollte die Druckmitteltemperatur T dennoch weiter ansteigen und 80°C erreichen, so wird ein Betriebsparameter der Betriebsinformation W vom Zustand 0 auf 1 gesetzt. Es ergeht dann eine visuelle, akustische oder sonstige Warninformation an einen Bediener der hydraulischen Anordnung 1, das die Gefahr eines unzulässigen Betriebsbereiches droht. Sollte die Temperatur weiter ansteigen und/oder der Bediener nicht eingreifen, so wird die hydraulische Anordnung 1 über die Steuereinheit 18 geregelt heruntergefahren, was in Figur 6 am Wechsel des Betriebsparameters Drehzahl n vom Zustand 1 auf 0 zu erkennen ist.

[0068] Offenbart ist eine hydraulische Anordnung mit einer drehzahlverstellbaren Antriebsmaschine und einer von dieser antreibbaren, hydrostatischen Verdrängermaschine. Die Anordnung hat eine Temperaturerfassungseinrichtung, über die eine Druckmitteltemperatur einer inneren Leckage nahe am Leckagespalt erfassbar ist, so dass Abweichungen von zulässigen Betriebsbereichen der Anordnung oder der Verdrängermaschine in Abhängigkeit der erfassten Druckmitteltemperatur erkennbar oder ermittelbar sind.

[0069] Offenbart ist weiterhin ein Verfahren zur Steuerung einer derartigen hydraulischen Anordnung.

Bezugszeichenliste

[0070]

1	Hydraulische Anordnung
2	Antriebsmaschine
4	Triebwellenanordnung
6	hydrostatische Verdrängermaschine
8	Niederdruckleitung
10	Arbeitsleitung
12	Druckerfassungseinrichtung
14	Temperaturerfassungseinrichtung
16	Messfühler
18	Steuereinheit
20, 22, 24, 26, 28, 30, 32	Signalleitung
34	Bypassströmungspfad
36	Drosselvorrichtung
38	Ventil
40	Feder
42	Elektromagnet
44	Signalleitung
46	Gehäuse
48	Mittelteil
50	Endteil
52	Befestigungsteil
54	Befestigungsflansch
56	Triebwelle
58	Feder
60	Gleitlager
62	Ritzel
64	Hohlrad
66	Füllstück
68, 70	Segment
72	Anlagestift
74	Axialscheibe
76	Drucktasche

	78	Hochdruckraum
	80	Druckmittelkanal
	82	Niederdruckraum
	84	Radialbohrung
5	86	Saugraum
	88	Arbeitsraum
	90	Hüllbereich
	92	Niederdrucktasche
10	P	Hochdruckanschluss
	S	Niederdruckanschluss

Patentansprüche

- 15 1. Hydraulische Anordnung mit einer drehzahlverstellbaren Antriebsmaschine (2) und einer mit dieser koppelbaren hydrostatischen Verdrängermaschine (6), die ein Gehäuse (46) hat, in dem wenigstens ein hydrostatischer Arbeitsraum (88) angeordnet ist, der alternierend mit einem Niederdruckraum (82) und einem Hochdruckraum (78) der Verdrängermaschine (6) in Druckmittelverbindung bringbar ist, wobei innerhalb des Gehäuses (46) wenigstens ein

20 Leckageströmungspfad vom Arbeitsraum (88) und / oder vom Hochdruckraum (78) über wenigstens einen Leckagespalt hin zum Niederdruckraum (82) ausbildbar ist, **gekennzeichnet durch** eine Temperaturerfassungseinrichtung (14), über die am wenigstens einen Leckageströmungspfad eine Druckmitteltemperatur (T) erfassbar ist, so dass eine Abweichung der Anordnung (1) von einem zulässigen Betriebsbereich in Abhängigkeit der erfassten Druckmitteltemperatur (T) erkennbar oder ermittelbar ist.

25
2. Anordnung nach Patentanspruch 1 mit einer Drehzahlerfassungseinrichtung, über die eine Drehzahl (n) der Verdrängermaschine (6) oder eine daran gekoppelte Drehzahl erfassbar ist, so dass die Abweichung in Abhängigkeit der erfassten Drehzahl (n) erkennbar oder ermittelbar ist.
- 30 3. Anordnung nach Patentanspruch 1 oder 2 mit einer Steuereinheit (18), über die die Abweichung in Abhängigkeit der erfassten Druckmitteltemperatur (T), oder in Abhängigkeit der erfassten Druckmitteltemperatur (T) und der erfassten Drehzahl (n), ermittelbar und ein Wert wenigstens eines Betriebsparameters (n, T, Q⁺, Q⁻, W) der Anordnung (1) derart änderbar ist, dass die Anordnung (1) im zulässigen Betriebsbereich verbleibt oder diesen erreicht.
- 35 4. Anordnung nach Patentanspruch 3, wobei der wenigstens eine Betriebsparameter die Drehzahl (n) oder die Druckmitteltemperatur (T) ist, oder wobei der wenigstens eine Betriebsparameter ein Druckmittelvolumenstrom oder ein Bypassvolumenstrom der Verdrängermaschine (6) ist, oder wobei der wenigstens eine Betriebsparameter eine Heizleistung (Q⁺) zur Erwärmung oder eine Kühlleistung (Q⁻) zur Kühlung des Druckmittels ist, oder wobei der wenigstens eine Betriebsparameter eine akustisch oder visuell wahrnehmbare Betriebsinformation (W) oder eine

40 Betriebsprozedur der Anordnung ist.
- 45 5. Anordnung nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, wobei ein Messfühler (16) der Temperaturerfassungseinrichtung (14) derart angeordnet ist, dass er vom Leckageströmungspfad berührbar ist, oder wobei die Temperaturerfassungseinrichtung einen berührungslos erfassenden Sensor mit einem Messfeld hat, über das zumindest ein Abschnitt des Leckageströmungspfades abdeckbar ist.
- 50 6. Anordnung nach Patentanspruch 5, wobei die Verdrängermaschine ein Ritzel (62) und ein damit kämmendes Hohlrad (64) hat, über deren Eingriff der Arbeitsraum (88) ausbildbar ist, und wobei der Messfühler (16) oder das Messfeld zumindest abschnittsweise innerhalb eines zylindrischen Hüllbereiches (90), der sich ausgehend von einem Außenumfang des Hohlrades (64) in axialer Richtung erstreckt, angeordnet ist.
- 55 7. Anordnung nach einem der vorhergehenden Patentansprüche mit einem Bypassströmungspfad (34), über den der Hochdruckraum (78) mit einer Druckmittelsenke (T) verbindbar ist, wobei im Bypassströmungspfad (34) ein in Abhängigkeit der erfassten Druckmitteltemperatur (T) betätigbares Ventil (38) angeordnet ist, über das ein Bypassvolumenstrom ausbildbar und / oder unterbrechbar ist.
8. Anordnung nach einem der Patentansprüche 3 bis 7, wobei die Steuereinheit (18) eine Speichereinheit hat, in der Werte des wenigstens einen oder der mehreren Betriebsparameter (n, T, Q⁺, Q⁻, W) in Abhängigkeit der erfassten

Druckmitteltemperatur (T) und / oder einer erfassten Temperatur einer mit dem Niederdruckraum (82) fluidisch verbindbaren Druckmittelsenke (T) und / oder eines im Niederdruckraum (82) erfassbaren Drucks speicherbar sind.

- 5 9. Verfahren zur Steuerung einer hydraulischen Anordnung (1), die gemäß einem der vorhergehenden Patentansprüche ausgestaltet ist, **gekennzeichnet durch** einen Schritt

- Erfassung der Druckmitteltemperatur (T) am Leckageströmungspfad über die Temperaturerfassungseinrichtung (14).

- 10 10. Verfahren nach Patentanspruch 9 zur Steuerung einer hydraulischen Anordnung (1), die zumindest gemäß Patentanspruch 3 ausgestaltet ist, mit Schritten

- Ermittlung der Abweichung in Abhängigkeit der erfassten Druckmitteltemperatur (T), oder in Abhängigkeit der erfassten Druckmitteltemperatur (T) und der erfassten Drehzahl (n), über die Steuereinheit, und

15 - Änderung des Wertes des wenigstens einen Betriebsparameters (n, T, Q^+ , Q^- , W) der Anordnung (1) über die Steuereinheit (18) derart, dass die Anordnung (1) im zulässigen Betriebsbereich verbleibt oder diesen erreicht oder der Betrieb sicher beendet wird.

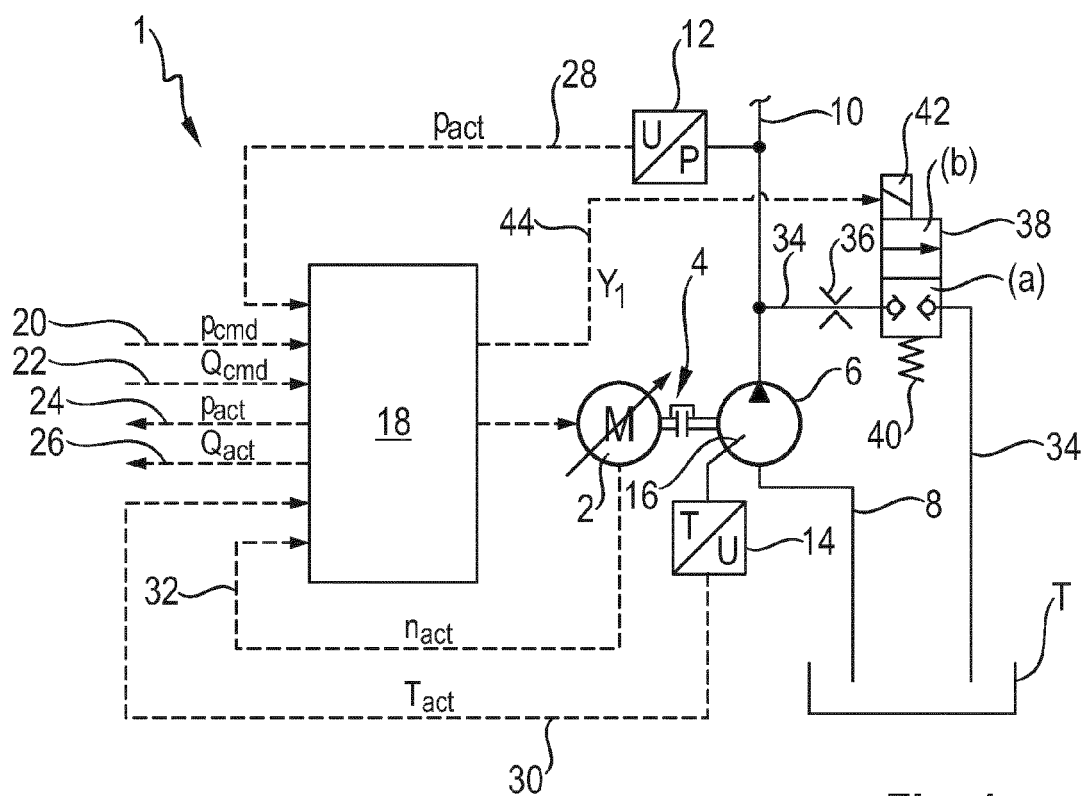


Fig. 1

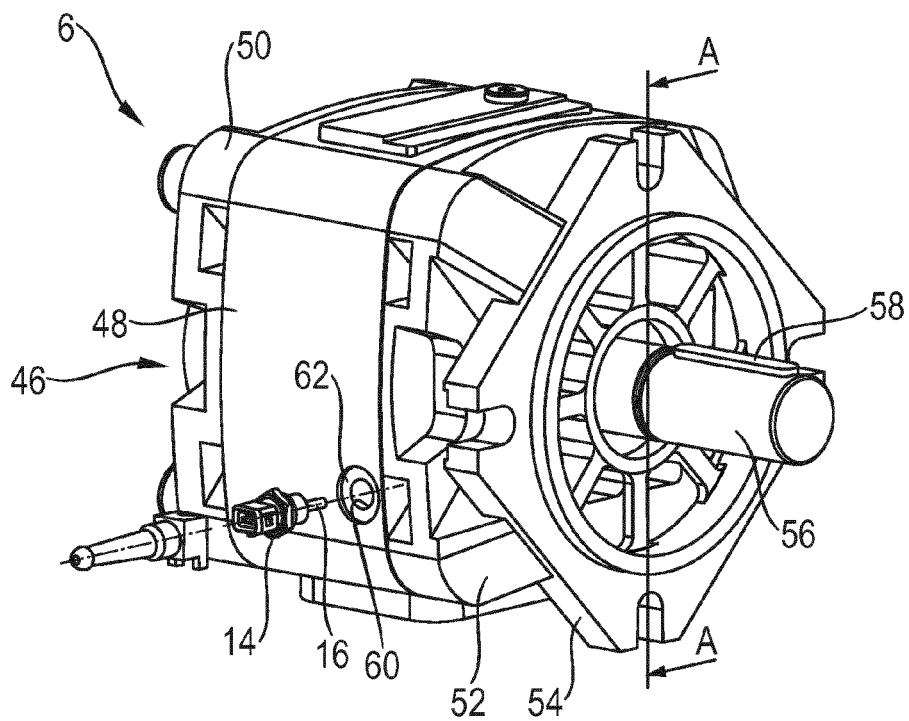
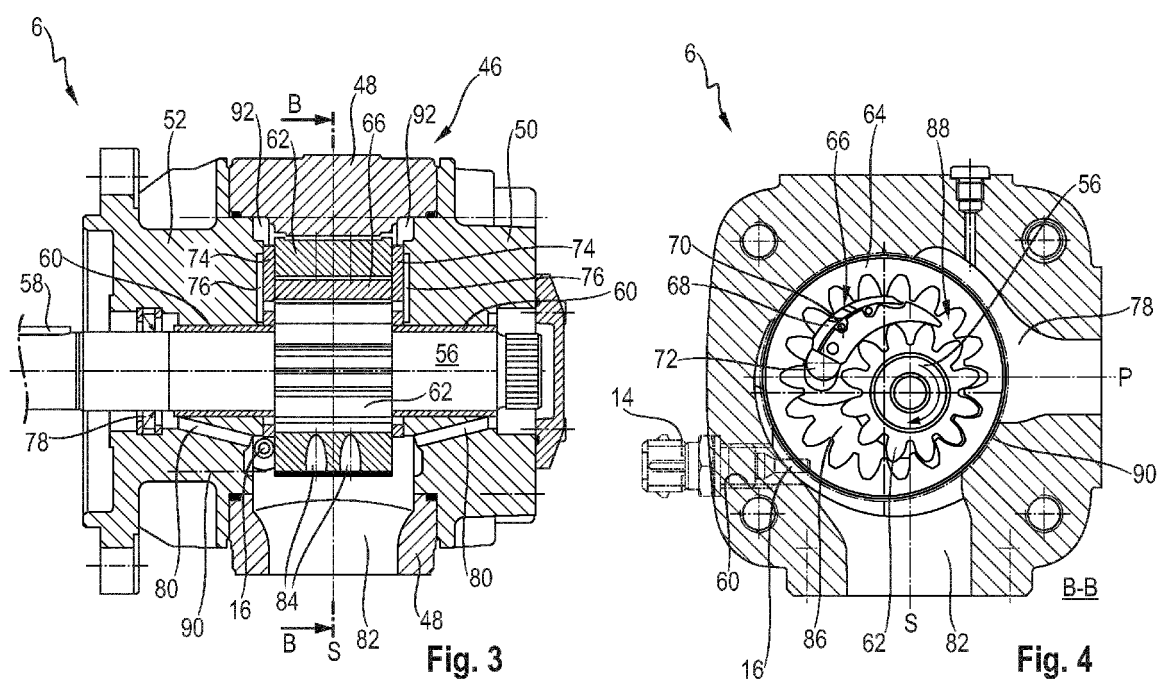


Fig. 2



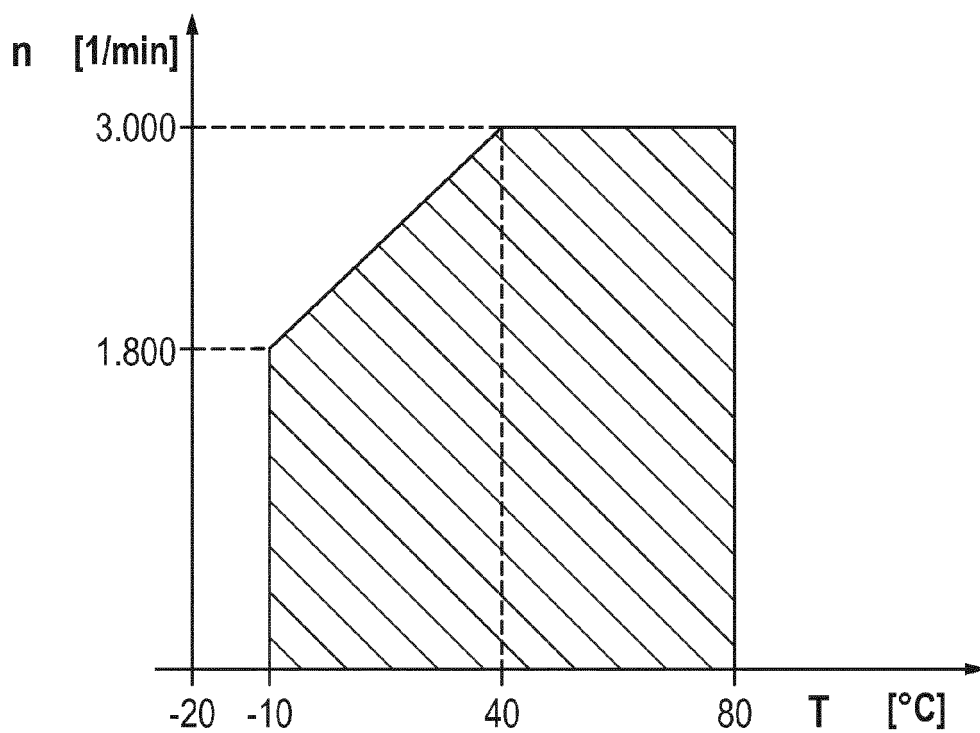


Fig. 5

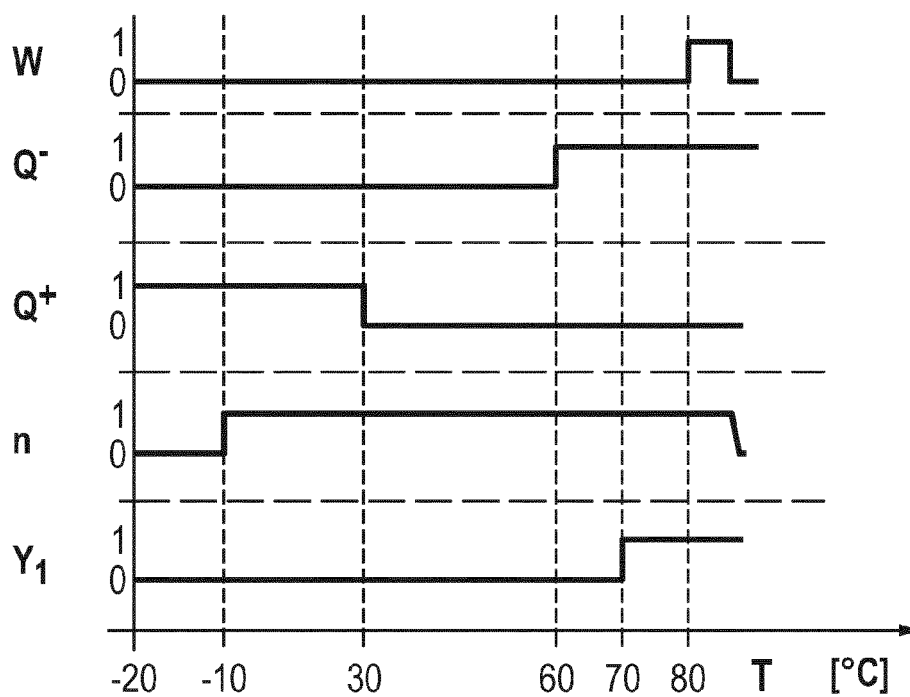


Fig. 6