

(19)



(11)

EP 3 378 827 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
26.09.2018 Patentblatt 2018/39

(51) Int Cl.:
B66F 9/22 (2006.01) F15B 21/04 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **18159628.9**

(22) Anmeldetag: **02.03.2018**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(71) Anmelder: **STILL GmbH**
22113 Hamburg (DE)

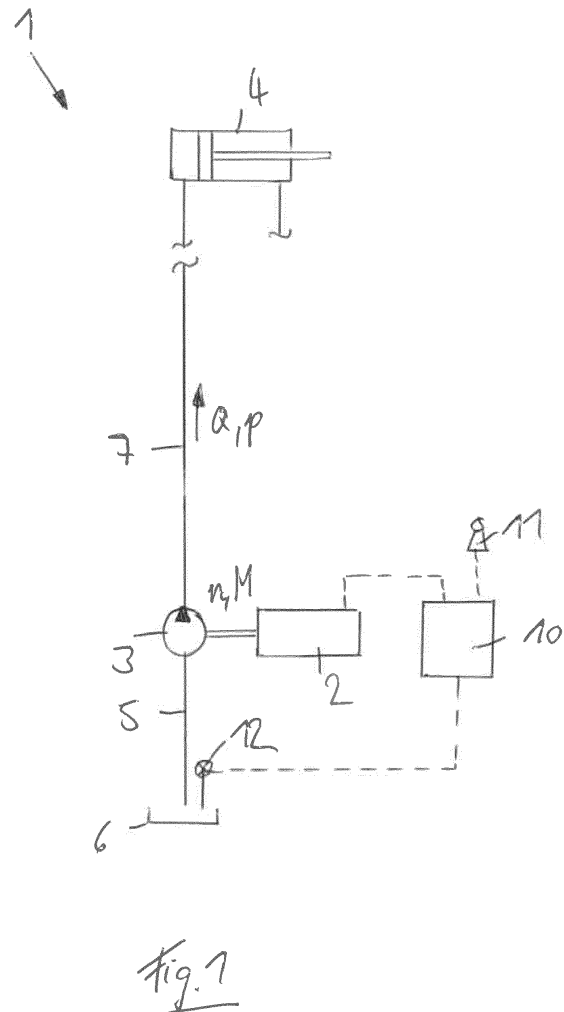
(72) Erfinder: **SCHAUER, Sebastian**
22529 Hamburg (DE)

(74) Vertreter: **Patentship**
Patentanwalts-gesellschaft mbH
Elsenheimerstraße 65
80687 München (DE)

(30) Priorität: **24.03.2017 DE 102017106390**

(54) **VERFAHREN ZUM BETRIEB EINER HYDRAULIKANLAGE EINES FLURFÖRDERZEUGS**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb einer Hydraulikanlage (1) eines Flurförderzeugs, die eine von einem Antriebsmotor (2) angetriebene Hydraulikpumpe (3) aufweist und mindestens einen von dem Volumenstrom (Q) der Hydraulikpumpe (3) angetriebenen Verbraucher (4) aufweist, wobei bei der Ansteuerung des Verbrauchers (4) der Volumenstrom (Q) der Hydraulikpumpe (3) in Abhängigkeit von dem Stellsignal eines Stellglieds (11), insbesondere eines Joysticks oder eines Handbedienhebels, gesteuert wird. Bei der Ansteuerung des Verbrauchers (4) wird der Volumenstrom (Q) der Hydraulikpumpe (3) in Abhängigkeit von der Temperatur (T) des Druckmittels derart gesteuert, dass bei der Steuerung des Volumenstroms (Q) der Hydraulikpumpe (3) eine Kompensation der Einflüsse der Temperatur (T) des Druckmittels auf den von der Hydraulikpumpe (3) geförderten Volumenstrom (Q) erfolgt, wodurch über den gesamten Temperaturbetriebsbereich des Druckmittels für das Stellsignal des Stellglieds (11) ein konstanter Volumenstrom (Q) für den Verbraucher (4) bereit gestellt wird.

**EP 3 378 827 A1**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb einer Hydraulikanlage eines Flurförderzeugs, die eine von einem Antriebsmotor angetriebene Hydraulikpumpe aufweist und mindestens einen von dem Volumenstrom der Hydraulikpumpe angetriebenen Verbraucher aufweist, wobei bei der Ansteuerung des Verbrauchers der Volumenstrom der Hydraulikpumpe in Abhängigkeit von dem Stellsignal eines Stellglieds, insbesondere eines Joysticks oder eines Handbedienhebels, gesteuert wird.

[0002] Bei batterie-elektrisch betriebenen Flurförderzeugen weist die Hydraulikanlage in der Regel eine Konstantpumpe mit einem konstanten Fördervolumen auf. Von der Hydraulikpumpe werden in der Regel mehrere Verbraucher versorgt, beispielsweise ein Hubantrieb zum Heben und Senken eines Lastaufnahmemittels, ein Neigeantrieb zum Neigen eines Hubgerüsts, an dem das Lastaufnahmemittel anhebbar und absenkbar angeordnet ist, und gegebenenfalls ein oder mehrere Zusatzverbraucher, beispielsweise ein Seitenschieber für das Lastaufnahmemittel. Bei der Ansteuerung eines Verbrauchers wird von dem Fahrer des Flurförderzeugs ein Stellglied, beispielsweise ein Joystick oder ein Handbedienhebel, betätigt und entsprechend der Auslenkung des Stellglieds eine bestimmte Solldrehzahl vorgegeben, mit der ein die Hydraulikpumpe antreibender Antriebsmotor betrieben wird. Mit der Solldrehzahl und dem Fördervolumen der Hydraulikpumpe ergibt sich ein bestimmter von der Hydraulikpumpe geförderter Volumenstrom (Fördermenge), mit dem der Verbraucher versorgt wird. Die als Konstantpumpe ausgeführte Hydraulikpumpe wird somit bei der Ansteuerung eines Verbrauchers mit einer gesteuerten Drehzahl betrieben, die allein abhängig ist von der Auslenkung des Stellglieds. Je nach Auslenkung des Stellglieds wird eine Solldrehzahl generiert, mit der die als Konstantpumpe ausgebildete Hydraulikpumpe betrieben wird, d.h. für unterschiedliche Auslenkungen des Stellglieds werden unterschiedliche Solldrehzahlen generiert.

[0003] Nachteilig hierbei ist, dass bei der Generierung und somit der Vorgabe dieser Solldrehzahlen jedoch nicht der Lastdruck des Verbrauchers sowie der viskositätsabhängige und drehzahlabhängige volumetrische Wirkungsgrad der Hydraulikpumpe berücksichtigt wird. Daraus folgt, dass für die gleiche Auslenkung des Stellglieds, d.h. einen bestimmten Auslenkungspunkt des Stellglieds, bei unterschiedlichen Viskositäten des Druckmittels dem Verbraucher unterschiedlich große Volumenströme und somit ein variierender Volumenstrom bereitgestellt wird. Dieser Effekt beruht darauf, dass bei einer als Konstantpumpe ausgebildeten Hydraulikpumpe der Volumenstrom mit schwankender Viskosität des Druckmittels bei gleichem Lastdruck variiert. Für den Fahrer des Flurförderzeugs führt dies dazu, dass sich bei einer bestimmten Auslenkung des Stellglieds und somit einer bestimmten, der Auslenkung des Stellglieds zugeordneten konstanten Drehzahl der Konstantpumpe ein schwankender bzw. variierender Volumenstrom der Konstantpumpe ergibt und sich somit für eine bestimmte Auslenkung des Stellglieds, d.h. gleiche Auslenkungen des Stellglieds, variierende Betätigungsgeschwindigkeiten des Verbrauchers einstellen je nach vorliegender Temperatur des Druckmittels. Darüber hinaus wird hierbei die Hydraulikpumpe nicht im funktionsgerechten und optimalen Betriebspunkt betrieben.

[0004] Sofern sich für eine bestimmte Auslenkung des Stellglieds, d.h. gleiche Auslenkungen des Stellglieds, variierende Betätigungsgeschwindigkeiten des Verbrauchers einstellen, führt dies bei dem Fahrer des Flurförderzeugs zu einem Komfortverlust, da Verbraucherbewegungen nicht optimal ausgeführt werden, sowie zu nicht reproduzierbaren Betätigungsgeschwindigkeiten des angesteuerten Verbrauchers über den gesamten Betriebsbereich. Der Fahrer des Flurförderzeugs kann dann gezwungen sein, an dem Stellglied die Auslenkung nachzujustieren, um eine erwartete Betätigungsgeschwindigkeit des angesteuerten Verbrauchers zu erzielen.

[0005] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Betrieb einer Hydraulikanlage eines Flurförderzeugs der eingangs genannten Gattung zur Verfügung zu stellen, das die genannten Nachteile vermeidet.

[0006] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass bei der Ansteuerung des Verbrauchers der Volumenstrom der Hydraulikpumpe in Abhängigkeit von der Temperatur des Druckmittels derart gesteuert wird, dass bei der Steuerung des Volumenstroms der Hydraulikpumpe eine Kompensation der Einflüsse der Temperatur des Druckmittels auf den von der Hydraulikpumpe geförderten Volumenstrom erfolgt, wodurch über den gesamten Temperaturbetriebsbereich des Druckmittels für das Stellsignal des Stellglieds ein konstanter Volumenstrom für den Verbraucher bereit gestellt wird. Bei der Erfindung wird somit bei einer bestimmten Auslenkung des Stellglieds und somit einem bestimmten Stellsignal des Stellglieds unabhängig von der Temperatur des Druckmittels und somit über den gesamten Temperaturbetriebsbereich des Druckmittels ein konstanter Volumenstrom der Hydraulikpumpe zur Verfügung gestellt, mit dem der Verbraucher betrieben wird. Für eine bestimmte Auslenkung des Stellglieds, d.h. gleiche Auslenkungen des Stellglieds, stellt sich somit bei unterschiedlichen Temperaturen des Druckmittels dieselbe Betätigungsgeschwindigkeit des Verbrauchers ein. Dies führt bei dem Fahrer des Flurförderzeugs zu einem erhöhten Komfort, da Verbraucherbewegungen optimal ausgeführt werden, sowie zu reproduzierbaren Betätigungsgeschwindigkeiten des angesteuerten Verbrauchers über den gesamten Betriebsbereich. Der Fahrer des Flurförderzeugs ist zudem bei der Erfindung nicht mehr gezwungen, an dem Stellglied die Auslenkung nachzujustieren, um eine erwartete Betätigungsgeschwindigkeit des angesteuerten Verbrauchers zu erzielen.

[0007] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltungsform der Erfindung ist die Hydraulikpumpe als Konstantpumpe mit einem konstanten Fördervolumen ausgebildet und wird bei der Ansteuerung des Verbrauchers der Volumenstrom der

Hydraulikpumpe in Abhängigkeit von dem Stellsignal des Stellglieds, insbesondere eines Joysticks oder eines Handbedienhebels, durch eine Drehzahlvorgabe des Antriebsmotors gesteuert. Bei einer als Konstantpumpe ausgebildete Hydraulikpumpe kann durch die Vorgabe einer Drehzahl der Konstantpumpe auf einfache Weise der von der Konstantpumpe geförderte Volumenstrom gesteuert werden.

[0008] Vorteilhafterweise wird gemäß einer Ausgestaltungsform der Erfindung zur Kompensation der Einflüsse der Temperatur des Druckmittels auf den von der Hydraulikpumpe geförderten Volumenstrom eine temperaturabhängige Anpassung der Drehzahlvorgabe des Antriebsmotors durchgeführt. Dadurch kann auf einfache Weise der von einer als Konstantpumpe ausgebildeten Hydraulikpumpe geförderte Volumenstrom derart gesteuert werden, dass eine Kompensation der Einflüsse der Temperatur des Druckmittels auf den von der Hydraulikpumpe geförderten Volumenstrom erfolgt, um über den gesamten Temperaturbetriebsbereich des Druckmittels für das Stellsignal des Stellglieds einen konstanten Volumenstrom für den Verbraucher bereit zu stellen.

[0009] Mit besonderem Vorteil wird gemäß einer Ausgestaltungsform der Erfindung die temperaturabhängige Anpassung der Drehzahlvorgabe derart durchgeführt, dass mit zunehmender Temperatur des Druckmittels die Drehzahlvorgabe des Antriebsmotors erhöht wird. Da der Volumenstrom der Hydraulikpumpe - bei konstanter Drehzahl und konstantem Lastdruck des Verbrauchers - mit zunehmender Temperatur des Druckmittels abnimmt, kann mit der Erhöhung der Drehzahlvorgabe des Antriebsmotors bei zunehmender Temperatur des Druckmittels auf sichere Weise erzielt werden, dass die Hydraulikpumpe bei einer bestimmten Auslenkung des Stellglieds unabhängig von der Temperatur des Druckmittels einen konstanten Volumenstrom liefert.

[0010] Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung erfolgt die temperaturabhängige Anpassung der Drehzahlvorgabe durch eine Faktorisierung mit einem viskositätsabhängigen Faktor. Dies ermöglicht es auf einfache Weise, mit steigender Temperatur des Druckmittels die Drehzahlvorgabe des Antriebsmotors zu erhöhen.

[0011] Vorteilhafterweise wird hierzu das Kennfeld des volumetrischen Wirkungsgrades der Hydraulikpumpe ermittelt und werden mehrere Kennlinien für konstante Volumenströme bestimmt sowie aus den mehreren Kennlinien für konstante Volumenströme der viskositätsabhängige Faktor bestimmt. Das Kennfeld des volumetrischen Wirkungsgrades der Hydraulikpumpe wird hierzu bevorzugt für Zielbetriebspunkte inklusive der auftretenden Lastdrücke des Verbrauchers und gewünschter jeweils konstanter Volumenströme ermittelt, mit denen der Verbraucher betrieben werden soll. Sofern weiterhin mehrere Kennlinien für konstante Volumenströme bestimmt werden, die jeweils eine Funktion des volumetrischen Wirkungsgrades der Hydraulikpumpe sind, kann aus diesen Kennlinien der viskositätsabhängige Faktor bestimmt werden, der für die temperaturabhängige Anpassung der Drehzahlvorgabe verwendet wird.

[0012] Die Temperatur des Druckmittels wird bevorzugt mit einem Temperatursensor gemessen, der insbesondere die Temperatur des Druckmittels in einem Behälter der Hydraulikanlage erfasst.

[0013] Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung werden anhand des in den schematischen Figuren dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Hierbei zeigt

Figur 1 einen Schaltplan einer Hydraulikanlage eines Flurförderzeugs gemäß der Erfindung,

Figur 2 ein Diagramm des volumetrischen Wirkungsgrades der Hydraulikpumpe der Hydraulikanlage der Figur 1 über die Viskosität des Druckmittels,

Figur 3 ein Diagramm der Viskosität des Druckmittels der Hydraulikanlage der Figur 1 über die Temperatur und

Figur 4 ein Diagramm des Volumenstroms Q der Hydraulikpumpe der Hydraulikanlage der Figur 1 über die Temperatur T des Druckmittels.

[0014] In der Figur 1 ist ein Schaltplan einer erfindungsgemäße Hydraulikanlage 1 eines Flurförderzeugs dargestellt. Die Hydraulikanlage 1 weist eine von einem Antriebsmotor 2 angetriebene Hydraulikpumpe 3 auf und mindestens einen Verbraucher 4, der von dem Volumenstrom Q der Hydraulikpumpe 3 angetrieben ist.

[0015] Die Hydraulikpumpe 3 ist im offenen Kreislauf betrieben und saugt mit einer Ansaugleitung 5 Druckmittel aus einem Behälter 6 an und fördert den Volumenstrom Q in eine Förderleitung 7, die mit dem Verbraucher 4 in Verbindung steht. Bei einer Ansteuerung des Verbrauchers 4, d.h. bei einer Bewegung des Verbrauchers 4 stellt sich in der Förderleitung 7 der Lastdruck p des Verbrauchers 4 ein.

[0016] Die Hydraulikpumpe 3 ist im dargestellten Ausführungsbeispiel als Konstantpumpe mit einem konstanten Fördervolumen ausgebildet.

[0017] Der die Hydraulikpumpe 3 antreibende Antriebsmotor 2 ist beispielsweise als Elektromotor ausgebildet.

[0018] Eine elektronische Steuereinrichtung 10 ist eingangsseitig mit einem Stellglied 11 verbunden, beispielsweise einem Joystick oder einem Handbedienhebel, und steht ausgangsseitig mit dem Antriebsmotor 2 in Verbindung, um eine Drehzahl n zum Antrieb der Hydraulikpumpe 3 vorzugeben. Bei der Ansteuerung des Verbrauchers 4 wird von der elektronischen Steuereinrichtung 11 anhand des von dem betätigten Stellglied 11 erzeugten Stellsignals eine Drehzahl

n_{soll} für den Antriebsmotors 2 vorgegeben, um in Abhängigkeit von dem Stellsignal des Stellglieds 11 einen entsprechenden Volumenstrom Q der Hydraulikpumpe 3 zur Betätigung des Verbrauchers 4 zu erzeugen. Der Antriebsmotor 2 stellt somit die Drehzahl n und ein entsprechendes Drehmoment M zum Antrieb der Hydraulikpumpe 3 zur Verfügung
[0019] Die als Konstantpumpe ausgebildete Hydraulikpumpe 3 liefert einen Volumenstrom Q gemäß folgender Gleichung:

$$Q = V \cdot n \cdot \eta_{\text{vol}} / 1000$$

wobei Q der Volumenstrom in l/min, V das Fördervolumen in cm^3 , n die Drehzahl in 1/min und η_{vol} der volumetrische Wirkungsgrad der Hydraulikpumpe 3 ist.

[0020] Bei der als Konstantpumpe ausgebildeten Hydraulikpumpe 3 ist das Fördervolumen V konstant. Daher ist zur Bestimmung des Volumenstroms Q der volumetrische Wirkungsgrad η_{vol} der Hydraulikpumpe 3 die variable Größe. Der volumetrische Wirkungsgrad η_{vol} der Hydraulikpumpe 3 ist abhängig von der Drehzahl n , der Viskosität des Druckmittels, die sich über die Temperatur T des Druckmittels und den Typ des Druckmittels ändert und somit eine Funktion der Temperatur T des Druckmittels und des Typs des Druckmittels ist.

[0021] In der Figur 2 ist ein Diagramm des volumetrischen Wirkungsgrades η_{vol} der Hydraulikpumpe 3 der Figur 1 über die Viskosität des Druckmittels dargestellt. Hierbei ist auf der Ordinate der volumetrische Wirkungsgrad η_{vol} der Hydraulikpumpe 3 und auf der Abszisse die Viskosität des Druckmittels dargestellt. In der Figur 2 ist dabei die Abhängigkeit des volumetrischen Wirkungsgrades η_{vol} der Hydraulikpumpe 3 von der Viskosität des Druckmittels zu erkennen. Bei hoher Viskosität des Druckmittels ist der volumetrische Wirkungsgrad η_{vol} der Hydraulikpumpe 3 niedrig, mit geringer werdender Viskosität des Druckmittels nimmt der volumetrische Wirkungsgrad η_{vol} der Hydraulikpumpe 3 zu. In der Figur 2 ist mit dem Bereich X auch ein optimaler Viskositätsbereich für den Betrieb der Hydraulikpumpe 3 dargestellt, der nicht gleich, sondern kleiner als der gesamte Temperaturbetriebsbereich des Druckmittels der Hydraulikanlage 1 ist.

[0022] In der Figur 3 ist ein Diagramm der Viskosität des Druckmittels der Hydraulikanlage 1 der Figur 1 über die Temperatur T dargestellt. Hierbei ist auf der Ordinate die Viskosität eines Druckmittels und auf der Abszisse die Temperatur T dargestellt. In der Figur 3 ist dabei die Abhängigkeit der Viskosität eines Druckmittels von der Temperatur T zu erkennen. Die Viskosität des Druckmittels nimmt mit steigender Temperatur T ab. Die Viskosität des Druckmittels ist somit eine Funktion der Temperatur T .

[0023] Gemäß dem Diagramm der Figur 4, in der der Volumenstroms Q der Hydraulikpumpe 3 der Figur 1 über die Temperatur T des Druckmittels dargestellt ist, wobei auf der Ordinate der Volumenstrom Q der Hydraulikpumpe 3 und auf der Abszisse die Temperatur T des Druckmittels dargestellt ist, ist ersichtlich, dass die Hydraulikpumpe 3, bei konstanter Drehzahl n und konstantem Lastdruck p , einen Volumenstrom Q fördert, der sich aufgrund der Abhängigkeit des volumetrischen Wirkungsgrades η_{vol} der Hydraulikpumpe 3 von der Viskosität über die Temperatur T des Druckmittels ändert. Mit zunehmender Temperatur T des Druckmittels verringert sich der Volumenstrom Q . Die Hydraulikpumpe 3 fördert somit gemäß dem Diagramm der Figur 4 in Abhängigkeit von der Temperatur T des Druckmittels bei konstanter Drehzahl n und konstantem Lastdruck p einen variierenden Volumenstrom Q , wodurch sich für die bei einer bestimmten Betätigung (Auslenkung) des Stellglieds 11 vorgegebene Drehzahl n_{soll} bei unterschiedlichen Temperaturen T unterschiedliche Bewegungsgeschwindigkeiten des Verbrauchers 4 einstellen.

[0024] Bei der erfindungsgemäßen Hydraulikanlage 1 ist ein die Temperatur T des Druckmittels im Behälter 6 erfassender Temperatursensor 12 vorgesehen, der eingangsseitig mit der elektronischen Steuereinrichtung 10 in Verbindung steht.

[0025] Um über den gesamten Temperaturbetriebsbereich des Druckmittels für das Stellsignal des Stellglieds 11 einen konstanten Volumenstrom Q für den Verbraucher 4 bereit zu stellen und somit zu erzielen, dass sich unabhängig von der Temperatur T des Druckmittels für ein bestimmtes Stellsignal des Stellglieds 11 immer die gleiche Bewegungsgeschwindigkeit des Verbrauchers 4 ergibt, wird erfindungsgemäß bei der Ansteuerung des Verbrauchers 4 der Volumenstrom Q der Hydraulikpumpe 3 in Abhängigkeit von der Temperatur T des Druckmittels derart gesteuert, dass bei der Steuerung des Volumenstroms Q der Hydraulikpumpe 3 eine Kompensation der Einflüsse der Temperatur T des Druckmittels auf den von der Hydraulikpumpe 3 geförderten Volumenstrom Q erfolgt. Hierzu wird erfindungsgemäß, wobei bei der Ansteuerung des Verbrauchers 4 der Volumenstrom Q der Hydraulikpumpe 3 in Abhängigkeit von dem Stellsignal des Stellglieds 11 durch eine Drehzahlvorgabe (Solldrehzahl) n_{soll} des Antriebsmotors 2 gesteuert wird, zur Kompensation der Einflüsse der Temperatur T des Druckmittels auf den von der Hydraulikpumpe 3 geförderten Volumenstrom Q eine temperaturabhängige Anpassung der Drehzahlvorgabe (Solldrehzahl) n_{soll} des Antriebsmotors 2 durchgeführt. Erfindungsgemäß wird somit in Abhängigkeit von der mit dem Temperatursensor 12 gemessenen Temperatur T des Druckmittels die Drehzahl n_{soll} des Antriebsmotors 3 und somit die Drehzahl n_{soll} der Hydraulikpumpe 2 derart angepasst, dass unabhängig von der Temperatur T des Druckmittels für eine bestimmte Auslenkung und somit ein

bestimmtes Stellsignal des Stellglieds 11 ein konstanter Volumenstrom Q zur Versorgung des Verbrauchers 4 erzeugt wird. Es wird somit dem Verbraucher 4 bei einer bestimmten Auslenkung des Stellglieds 11 durch eine individuelle Drehzahl n der Hydraulikpumpe 3 in Abhängigkeit von der jeweiligen Temperatur des Druckmittels ein von der Temperatur des Druckmittels unabhängiger Volumenstrom Q und somit ein über die Temperatur konstanter Volumenstrom Q zur Verfügung gestellt.

[0026] Um die temperaturabhängige Anpassung der Drehzahlvorgabe (Solldrehzahl) n_{soll} des Antriebsmotors 2 durchzuführen und die Einflüsse der schwankenden Temperatur T des Druckmittels auf den Volumenstrom Q zu kompensieren, um einen über die Temperatur T konstanten Volumenstrom Q für eine bestimmte Auslenkung des Stellglieds 11 zu erzielen, sind die genauen Daten zu der Hydraulikpumpe 3 bezüglich des Volumenstroms Q, der eine Funktion der Drehzahl n, des Lastdruckes p und des volumetrischen Wirkungsgrades η_{vol} ist, sowie die Temperatur T des Druckmittels erforderlich.

[0027] Die Temperatur T des Druckmittels wird mittels des Temperatursensors 12 gemessen und der elektronischen Steuereinrichtung 10 zur Verfügung gestellt.

[0028] Bei der Erfindung ist das Kennfeld des volumetrischen Wirkungsgrades η_{vol} der Hydraulikpumpe 3 zu ermitteln. Das Kennfeld ist hierbei insbesondere für Zielbetriebspunkte inklusive der auftretenden Lastdrücke p und gewünschter jeweils konstanter Volumenströme Q1, Q2, Q3 bis Qn, mit denen der Verbraucher 4 betrieben werden soll, zu ermitteln. Hierzu sind folgende Gleichungen von Relevanz:

Viskosität des Druckmittels = Funktion von Druckmittel (Gleichung 1)

Volumetrischer Wirkungsgrad η_{vol} = Funktion von Viskosität des Druckmittels, Drehzahl n und Lastdruck p (Gleichung 2)

Volumenstrom Q = konstant = Funktion von Verdrängervolumen V, Drehzahl n, Viskosität des Druckmittels, Volumetrischer Wirkungsgrad η_{vol} (Gleichung 3)

[0029] Hierzu können die Viskositäten des Druckmittels für verschiedene Temperaturen bestimmt werden, beispielsweise -10°C, -5°C, 0°C, +5°C, +15°C, +35°C, +65°C, +85°C und +95°C.

[0030] Mit den bereit gestellten Kennlinien für jeweils Volumenstrom Q = konstant = Funktion von Verdrängervolumen V, Drehzahl n, Viskosität des Druckmittels, volumetrischer Wirkungsgrad η_{vol} (gemäß Gleichung 3) kann dann ein viskositätsabhängiger Faktor k bestimmt werden.

[0031] Dieser viskositätsabhängige Faktor k, der in der elektronischen Steuereinrichtung 10 hinterlegt ist, dient zur temperaturabhängigen Anpassung der Drehzahlvorgabe (Solldrehzahl) n_{soll} gemäß folgender Formel:

$$n_{\text{soll}} = n_{\text{ideal}} + (n_{\text{ideal}} * k)$$

wobei n_{soll} die Drehzahlvorgabe (Solldrehzahl) für den Antriebsmotors 2 ist, n_{ideal} der der Auslenkung des Stellglieds 11 entsprechende Drehzahlvorgabewert ist und k der viskositätsabhängiger Faktor ist.

[0032] Mittels der Faktorisierung ($n_{\text{ideal}} * k$) wird somit erzielt, dass mit steigender Temperatur T des Druckmittels, die mittels des Temperatursensors 12 gemessen wird, die Drehzahlvorgabe (Solldrehzahl) n_{soll} für den Antriebsmotor 2 von der elektronischen Steuereinrichtung 10 erhöht wird, derart, dass bei einer bestimmten Auslenkung des Stellglieds 11 der Volumenstrom Q unabhängig von der Temperatur T ist und über die Temperatur T konstant ist. Dadurch wird der Verbraucher 4 unabhängig von der Temperatur T des Druckmittels bei einer bestimmten Auslenkung des Stellglieds 11 stets mit der gleichen (konstanten) Bewegungsgeschwindigkeit betrieben.

[0033] Bei der Erfindung wird somit bei einer entsprechenden Auslenkung des Stellglieds 11 mittels der individuellen Drehzahl der Hydraulikpumpe 3 in Abhängigkeit von der Temperatur T des Druckmittels dem Verbraucher 4 temperaturunabhängig ein konstanter Volumenstrom Q bereitgestellt.

[0034] Sofern die Hydraulikanlage 1 mehrere Verbraucher 4 umfasst, kann für jeden Verbraucher 4 ein viskositätsabhängiger Faktor k bestimmt und in der elektronischen Steuereinrichtung 10 hinterlegt werden, so dass jeder Verbraucher 4 separat parametrisiert wird.

[0035] Alternativ kann bei einer Hydraulikanlage 1 mit mehreren Verbraucher 4 ein allgemeingültiger viskositätsab-

hängiger Faktor k in der elektronischen Steuereinrichtung 10 hinterlegt werden, der bei vertretbarer Überversorgung der Verbraucher 4 mit dem Volumenstrom Q für alle Verbraucher 4 verwendet werden kann.

[0036] Zusätzlich kann mit einem Drucksensor der Lastdruck p des Verbrauchers 4 erfasst und der elektronischen Steuereinrichtung 10 zur Verfügung gestellt werden, wodurch auch die Auswirkungen des Lastdruckes p auf den volumetrischen Wirkungsgrad η_{vol} der Hydraulikpumpe 3 ausgeglichen werden könne.

[0037] Das erfindungsgemäße Verfahren weist eine Reihe von Vorteilen auf.

[0038] Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren erhält der Fahrer des Flurförderzeugs für die gleiche Auslenkung des Stellglieds 11, d.h. einen bestimmten Auslenkungspunkt des Stellglieds 11, beispielsweise eines Joysticks oder eines Handbedienhebels, die gleiche Betätigungsgeschwindigkeit des Verbrauchers 4 über den gesamten Temperaturbereich des Druckmittels. Dies führt zu einem erhöhten Komfort, da Verbraucherbewegungen optimal ausgeführt werden. Zudem werden reproduzierbare Betätigungsgeschwindigkeiten des angesteuerten Verbrauchers 4 über den gesamten Betriebsbereich erzielt. Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren ist der Fahrer des Flurförderzeugs nicht mehr gezwungen, an dem Stellglied die Auslenkung nachzujustieren, um eine erwartete Betätigungsgeschwindigkeit des angesteuerten Verbrauchers 4 zu erzielen.

[0039] Die Hydraulikpumpe 3 wird immer im optimalen Drehzahlbereich betrieben und führt somit im Betriebspunkt immer zu den geringsten Geräuschbelastungen.

[0040] Im Betrieb der Hydraulikpumpe 3 außerhalb des in der Figur 2 verdeutlichten optimalen Viskositätsbereichs X kann durch eine reduzierte Nenndrehzahl der Hydraulikpumpe 3 und/oder durch eine reduzierte Drehzahldynamik eine verlängerte Lebensdauer (Laufzeit) der Hydraulikpumpe 3 erzielt werden. Kavitation in der Hydraulikpumpe 3 bei niedrigen Starttemperaturen und somit einer hohen Viskosität des Druckmittels sowie ein Schmierfilmabriss in der Hydraulikpumpe 3 bei hohen Betriebstemperaturen und somit einer niedrigen Viskosität des Druckmittels können hierdurch verhindert werden. Dies kann bei dem erfindungsgemäßen Verfahren durch Implementieren einer Warmlaufphase und/oder Abkühlphase erfolgen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb einer Hydraulikanlage (1) eines Flurförderzeugs, die eine von einem Antriebsmotor (2) angetriebene Hydraulikpumpe (3) aufweist und mindestens einen von dem Volumenstrom (Q) der Hydraulikpumpe (3) angetriebenen Verbraucher (4) aufweist, wobei bei der Ansteuerung des Verbrauchers (4) der Volumenstrom (Q) der Hydraulikpumpe (3) in Abhängigkeit von dem Stellsignal eines Stellglieds (11), insbesondere eines Joysticks oder eines Handbedienhebels, gesteuert wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei der Ansteuerung des Verbrauchers (4) der Volumenstrom (Q) der Hydraulikpumpe (3) in Abhängigkeit von der Temperatur (T) des Druckmittels derart gesteuert wird, dass bei der Steuerung des Volumenstroms (Q) der Hydraulikpumpe (3) eine Kompensation der Einflüsse der Temperatur (T) des Druckmittels auf den von der Hydraulikpumpe (3) geförderten Volumenstrom (Q) erfolgt, wodurch über den gesamten Temperaturbereich des Druckmittels für das Stellsignal des Stellglieds (11) ein konstanter Volumenstrom (Q) für den Verbraucher (4) bereit gestellt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hydraulikpumpe (3) als Konstantpumpe mit einem konstanten Fördervolumen (V) ausgebildet ist und bei der Ansteuerung des Verbrauchers (4) der Volumenstrom (Q) der Hydraulikpumpe (3) in Abhängigkeit von dem Stellsignal des Stellglieds (11), insbesondere eines Joysticks oder eines Handbedienhebels, durch eine Drehzahlvorgabe (n_{soll}) des Antriebsmotors (2) gesteuert wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Kompensation der Einflüsse der Temperatur (T) des Druckmittels auf den von der Hydraulikpumpe (3) geförderten Volumenstrom (Q) eine temperaturabhängige Anpassung der Drehzahlvorgabe (n_{soll}) des Antriebsmotors (2) durchgeführt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die temperaturabhängige Anpassung der Drehzahlvorgabe (n_{soll}) derart durchgeführt wird, dass mit zunehmender Temperatur (T) des Druckmittels die Drehzahlvorgabe (n_{soll}) des Antriebsmotors (2) erhöht wird.
5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die temperaturabhängige Anpassung der Drehzahlvorgabe (n_{soll}) durch eine Faktorisierung ($n_{ideal} \cdot k$) mit einem viskositätsabhängigen Faktor (k) erfolgt.
6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kennfeld des volumetrischen Wirkungsgrades (η_{vol}) der Hydraulikpumpe (3) ermittelt wird, mehrere Kennlinien für konstante Volumenströme (Q) bestimmt werden und aus den mehreren Kennlinien für konstante Volumenströme (Q) der viskositätsabhängige Faktor (k) bestimmt wird.

EP 3 378 827 A1

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Temperatur (T) des Druckmittels mit einem Temperatursensor (12) gemessen wird, der insbesondere die Temperatur (T) des Druckmittels in einem Behälter (6) der Hydraulikanlage (1) erfasst.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

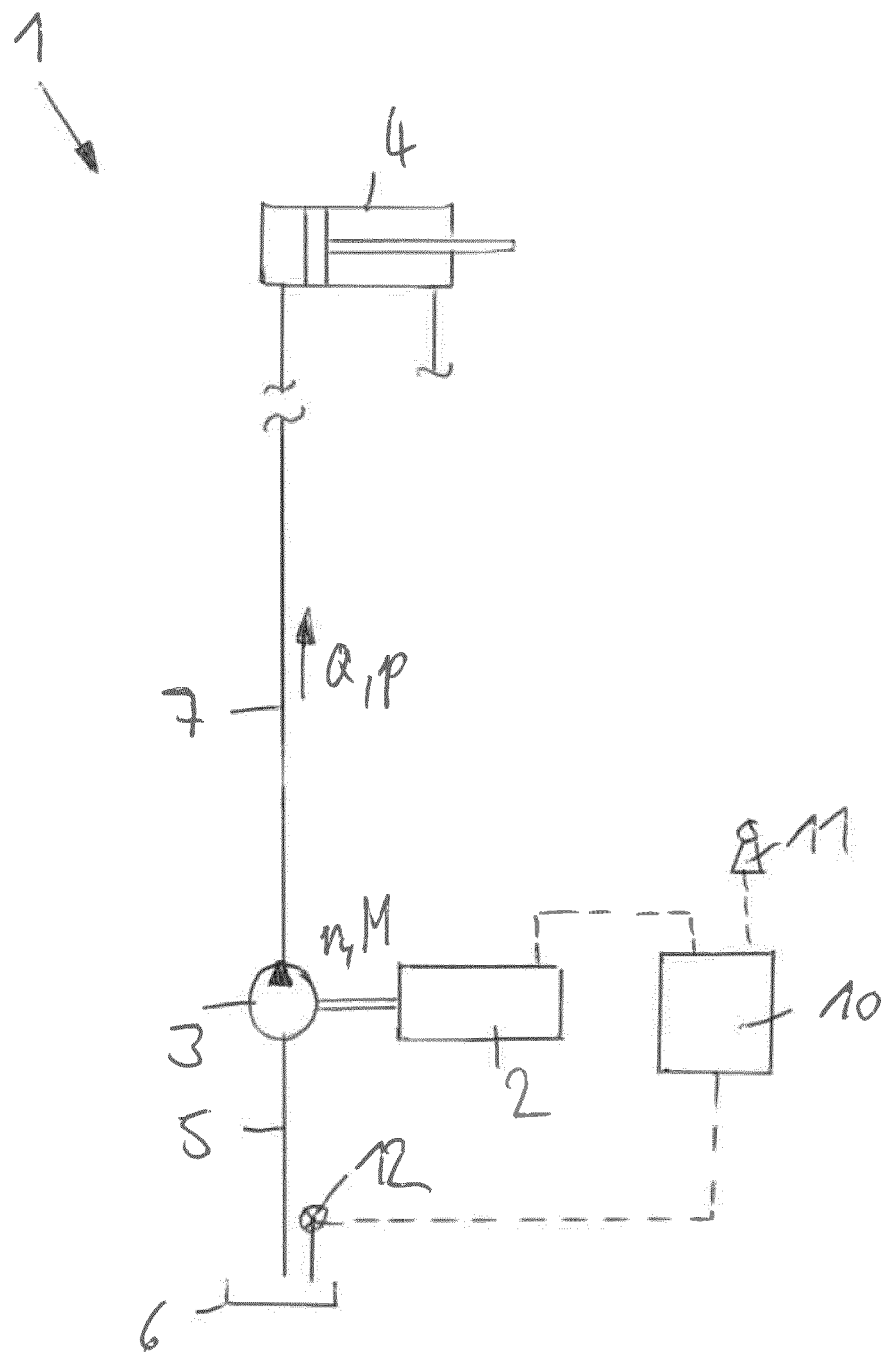
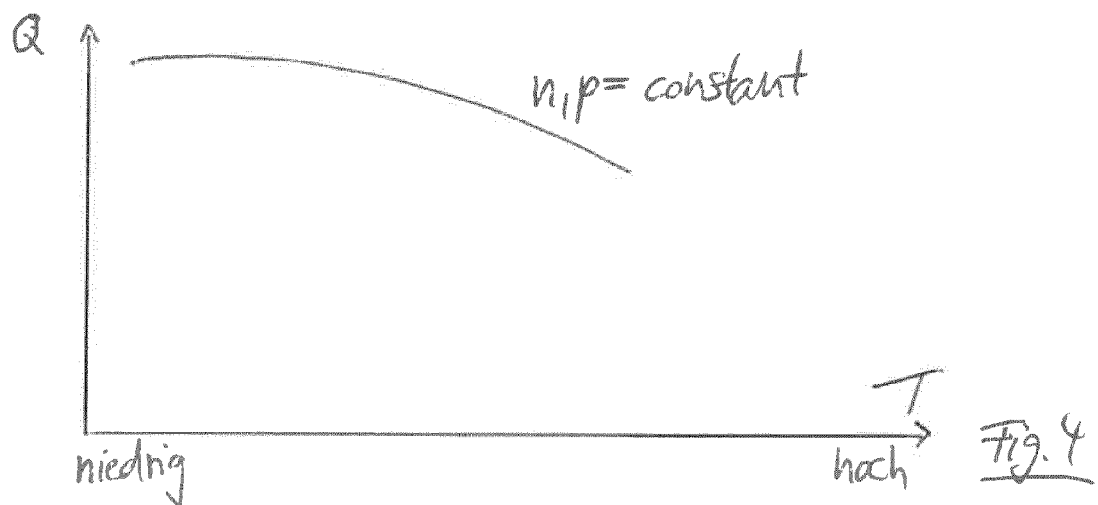
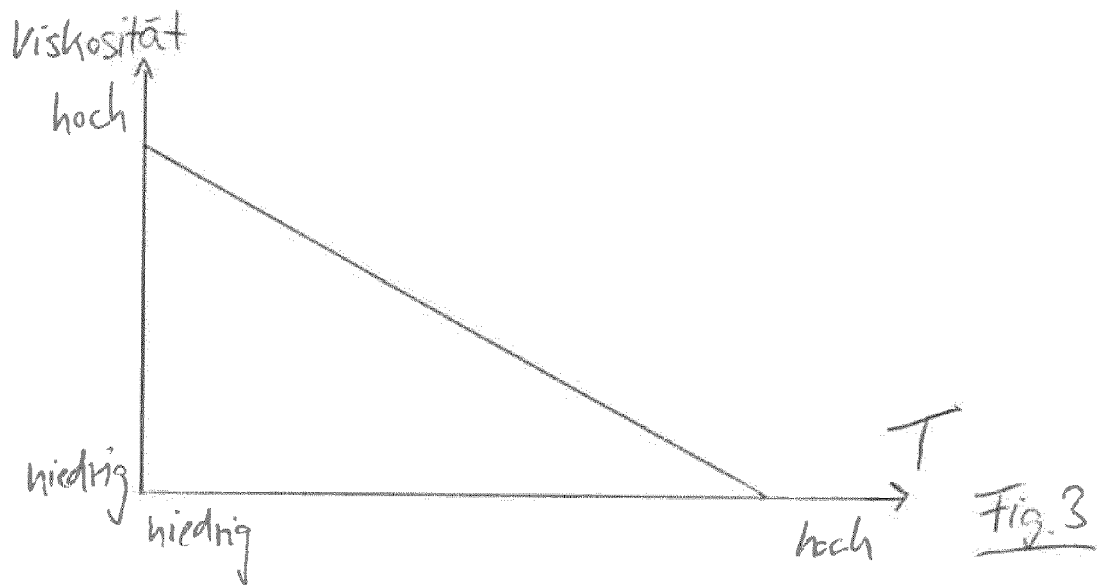
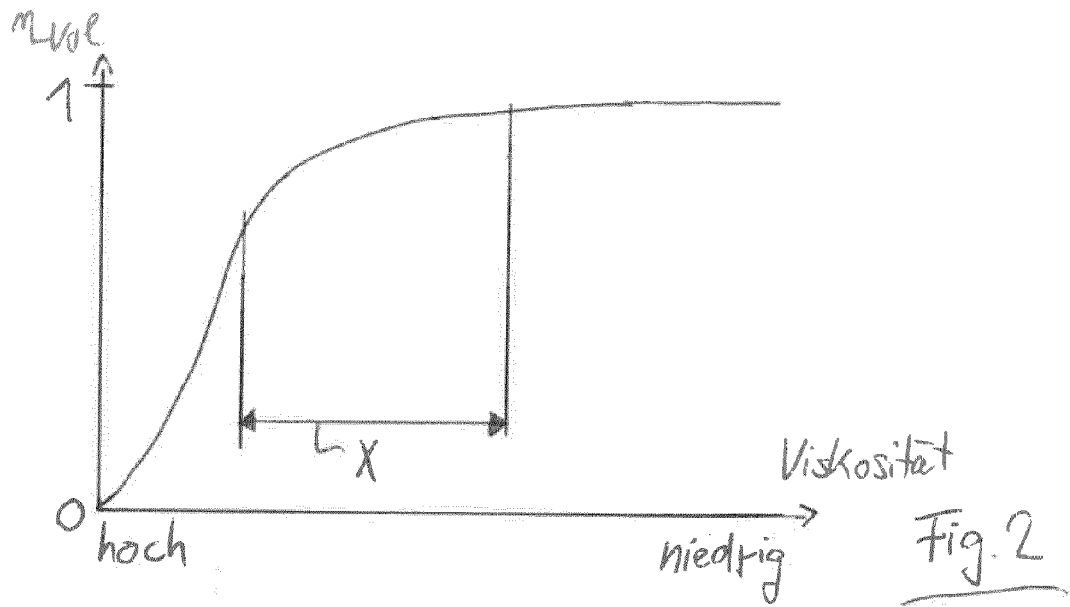


Fig. 1





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 18 15 9628

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Y	US 6 005 360 A (PACE ADOLFO [IT]) 21. Dezember 1999 (1999-12-21) * Zusammenfassung * * Spalte 3, Zeile 29 - Spalte 4, Zeile 45 * * Abbildungen *	1-7	INV. B66F9/22 F15B21/04
Y	JP 2010 255780 A (TOYOOKI KOGYO KK; TOYOTA MOTOR CORP; JTEKT CORP) 11. November 2010 (2010-11-11) * Zusammenfassung * * Abbildungen *	1-7	
A	DE 101 28 583 A1 (LINDE AG [DE]) 19. Dezember 2002 (2002-12-19) * Zusammenfassung * * Absatz [0020] - Absatz [0028] * * Abbildungen *	1,2	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B66F F15B F04B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 8. August 2018	Prüfer Sheppard, Bruce
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 18 15 9628

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten
 Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

08-08-2018

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 6005360 A	21-12-1999	EP 0777055 A2	04-06-1997
		IT VI950172 A1	02-05-1997
		US 6005360 A	21-12-1999
JP 2010255780 A	11-11-2010	JP 5443043 B2	19-03-2014
		JP 2010255780 A	11-11-2010
DE 10128583 A1	19-12-2002	KEINE	

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82