

Verfahren und Vorrichtung zum Ansteuern einer hydraulisch betätigten Antriebseinheit einer Armatur

Bei hydraulisch betätigten Antrieben von Armaturen, z.B. auf Schiffen, die von arktischen Bereichen in subtropische Bereiche fahren, ändert sich durch eine Änderung der Umgebungstemperatur von oft über 100° C die Viskosität der Hydraulikflüssigkeit, sodass durch die Viskositätsänderung auch eine Änderung der Zeit eintritt, innerhalb der eine Armatur durch die hydraulisch betätigte Antriebseinheit, z.B. von der Offen- in die Schließstellung, bewegt wird.

Bei niedrigen Temperaturen und daher hoher Viskosität kann die Armatur oft nicht ausreichend schnell verfahren bzw. verstellt werden, während bei höheren Temperaturen und niedriger Viskosität eine Armatur oft zu schnell verfahren wird, sodass Druckstöße, sogenannte Wasserschläge, in einer Rohrleitung auftreten können, in der die Armatur eingebaut ist.

Im Wesentlichen gleichbleibende Stellzeiten sind in der Praxis aber wichtig, insbesondere bei Schiffsarmaturen, die unter sehr unterschiedlichen Umgebungstemperaturen arbeiten müssen.

Aufgabe der Erfindung ist es, die Ansteuerung von hydraulisch betätigten Antriebseinheiten insbesondere von Armaturen so auszubilden, dass unabhängig von wechselnden Umgebungstemperaturen im Wesentlichen immer gleiche Stellzeiten beim Verstellen der Armatur eingehalten werden. Diese Aufgabe bzw. Problemstellung wird nach der Erfindung mit einem Verfahren gemäß Anspruch 1 sowie durch Vorrichtungen mit den Merkmalen der Ansprüche 9, 10 und 11 gelöst.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß insbesondere dadurch gelöst, dass zumindest auf einem Teil des Stellweges der Antriebseinheit die Stellgeschwindigkeit ermittelt und mit einer vorgegebenen, in einem elektronischen Speicher gespeicherten Sollstellgeschwindigkeit verglichen wird, worauf nach Auftreten einer Differenz zwischen Sollwert und Istwert die Ansteuerung der Antriebseinheit so korrigiert wird, dass die Antriebseinheit in der vorgegebenen Stellzeit den Stellweg durchfährt. Erfindungsgemäß kann die Stellgeschwindigkeit direkt über entsprechende Sensoren oder indirekt ermittelt werden. Letzteres kann beispielsweise über eine Weg- und Zeitmessung erfolgen.

Bewegt sich die Antriebseinheit auf dem gemessenen Teil des Stellweges zu schnell, so kann die Stellgeschwindigkeit für den weiteren Stellweg, z.B. durch zeitweises Stoppen der Antriebseinheit, reduziert werden, während bei einer zu langsamen Stellbewegung der Antriebseinheit die Stellgeschwindigkeit über den restlichen Stellweg z.B. durch verstärkten Abbau des Drucks der Hydraulikflüssigkeit an einem federbeaufschlagten Kolben der jeweiligen Antriebseinheit erhöht wird, um die vorgegebene Stellzeit über den gesamten vorgegebenen Stellweg zu erreichen.

Auf diese Weise können Armaturen unabhängig von der Umgebungstemperatur und damit unabhängig von der jeweiligen Viskosität bei immer gleichen Stellzeiten verstellt werden. Damit wird eine präzisere Steuerung derartiger Armaturen in auch extremen Umgebungsbedingungen ermöglicht.

Erfindungsgemäß wird auf einer Teilstrecke des Stellweges der Antriebseinheit die Stellzeit erfasst und aus dem damit gewonnenen Geschwindigkeitswert berechnet, wie lange die Antriebseinheit zum Durchfahren des gesamten Stellweges benötigt, sodass auf der Basis eines Messwerts bereits die gesamte Stellzeit ausgerechnet werden kann.

Vorzugsweise wird die Stellgeschwindigkeit zu Beginn des Stellweges ausgehend von der Endstellung gemessen. Es ist aber auch möglich, die Geschwindigkeit innerhalb des Stellweges auf einer Teilstrecke zu messen, die aus einer Zwischenlage des Kolbens der Antriebseinheit beginnt.

Der Vorteil der erfindungsgemäßen Zwischenzeiterfassung gegenüber einer Temperaturmessung zur Bestimmung der Antriebsgeschwindigkeit der Antriebseinheit ist, dass bei der Zwischenzeiterfassung eine direkte Erfassung der Stellzeit beim momentanen Betriebspunkt erfolgt. Über eine Temperaturmessung ließe sich der Einfluss der Viskosität der Hydraulikflüssigkeit auf die Stellzeiten nur indirekt ermitteln, sodass Messreihen bei verschiedenen Temperaturen ermittelt und die Werte im Programmcode einer Steuereinrichtung hinterlegt werden müssten. Außerdem würden weitere Einflüsse auf die Stellzeit, wie beispielsweise unterschiedliche hydraulische Verluste, bei einer Temperaturmessung nicht erfasst.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren gemäß Anspruch 1 zum Ansteuern einer hydraulisch betätigten Antriebseinheit insbesondere für eine Armatur, wobei zumindest auf einem Teil des Stellweges der Antriebseinheit die Stellgeschwindigkeit (v') ermittelt und mit einer vorgegebenen Sollstellgeschwindigkeit (v) verglichen wird, worauf im Falle einer Differenz zwischen

Istwert (v') und Sollwert (v) der Geschwindigkeit die Ansteuerung der Antriebseinheit derart verändert wird, dass die Stellgeschwindigkeit (v') der Antriebseinheit an den Sollwert (v) angepasst wird.

Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird die Stellgeschwindigkeit (v') über eine Kombination von Wegmessung und Zeiterfassung des Stellwegs an mindestens zwei Messpunkten ermittelt. So werden beispielsweise an zwei Schaltpunkten jeweils die Strecke und die Zeit erfasst, so dass hierüber auf einfache Weise die Stellgeschwindigkeit des bekannten Stellwegs der Armatur berechnet werden kann. Eine präzise Messung und Steuerung ist so mit geringem technischem Aufwand bei überschaubaren Kosten möglich.

Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird die Stellgeschwindigkeit (v') der Antriebseinheit auf einer Teilstrecke (S1 bis S3) gemessen und als Berechnungsgrundlage für die Zeit zum Verstellen über den restlichen Stellweg verwendet.

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird die Stellgeschwindigkeit (v') zu Beginn des Stellweges ausgehend von der Endstellung (S1) auf einer Teilstrecke (S1-S3) gemessen.

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird die Stellgeschwindigkeit (v') der Antriebseinheit kontinuierlich ermittelt und mit der vorgegebenen Sollstellgeschwindigkeit (v) verglichen, worauf bei Auftreten einer Differenz zwischen Sollwert und Istwert die Ansteuerung des Antriebs kontinuierlich so verändert wird, dass die vorgegebene Sollstellzeit eingehalten wird.

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird bei einer Antriebseinheit mit einem federbeaufschlagten Kolben der den Kolben beaufschlagende Hydraulikdruck durch Verändern des Durchflussquerschnitts in einer Rücklaufleitung gesteuert.

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird bei einer Antriebseinheit mit einem auf beiden Seiten von Hydraulikflüssigkeit beaufschlagten Kolben der Hydraulikdruck durch Verändern des Durchflussquerschnitts in der druckführenden Hydraulikleitung gesteuert.

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird bei einem elektrohydraulischen Antrieb die Ansteuerung der Antriebseinheit durch eine Änderung der Motordrehzahl oder durch Ein- und Ausschalten des Motors (M) gesteuert.

Die Erfindung betrifft ebenso eine Vorrichtung zum Ansteuern einer hydraulisch betätigten Antriebseinheit insbesondere einer Armatur, umfassend einen von einer Feder beaufschlagten Kolben in einem Hydraulikzylinder, eine Hydraulikpumpe zur Druckbeaufschlagung des federbeaufschlagten Kolbens durch eine Vorlaufleitung, und wenigstens ein Steuerventil in einer Rücklaufleitung zum Öffnen und Schließen der Rücklaufleitung, wobei der Querschnitt der Rücklaufleitung durch eine Steuereinheit steuerbar ist, die mit einer Recheneinheit in Verbindung steht, in der der Istwert der Kolbengeschwindigkeit (v') mit einer Sollstellgeschwindigkeit (v) verglichen wird und die ein Steuersignal an die Steuereinheit abgibt.

Die Erfindung betrifft ebenso eine Vorrichtung zum Ansteuern einer hydraulisch betätigten Antriebseinheit insbesondere einer Armatur, umfassend einen auf beiden Seiten von Hydraulikflüssigkeit beaufschlagten Kolben in einem Hydraulikzylinder, eine Hydraulikpumpe zur Druckbeaufschlagung des Kolbens, ein Steuerventil zum Umschalten der zum Hydraulikzylinder führenden Hydraulikleitungen zwischen Vor- und Rücklaufleitung, und eine in der Vorlaufleitung zwischen Druckquelle und Steuerventil angeordnete Drossel, die von einer Bypassleitung umgangen wird, in der ein Ventil zum Öffnen und Schließen der Bypassleitung angeordnet ist, wobei der Durchflussquerschnitt der Vorlaufleitung durch eine Steuereinheit steuerbar ist, die mit einer Recheneinheit in Verbindung steht, in der der Istwert der Kolbengeschwindigkeit (v') mit einer Sollstellgeschwindigkeit (v) verglichen wird und die ein Steuersignal an die Steuereinheit abgibt.

Die Erfindung betrifft ebenso eine Vorrichtung zum Ansteuern einer hydraulisch betätigten Antriebseinheit insbesondere einer Armatur, umfassend eine von einem Antriebsmotor (M) angetriebene Hydraulikpumpe zum Beaufschlagen eines Kolbens der Antriebseinheit mit Hydraulikflüssigkeit, wobei der Antriebsmotor (M) durch eine Steuereinheit steuerbar ist, die mit einer Recheneinheit in Verbindung steht, in der der Istwert der Kolbengeschwindigkeit (v') mit einer Sollstellgeschwindigkeit (v) verglichen wird und die ein Steuersignal an die Steuereinheit abgibt zur getakteten Betriebsweise des Motors (M) oder zu einer Veränderung der Drehzahl des Motors (M).

Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der Vorrichtung sind zur Ermittlung der Stellgeschwindigkeit der Antriebseinheit wegabhängige Schalter (S1 bis S4) auf wenigstens einer Teilstrecke des Stellweges vorgesehen.

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Vorrichtung wird der Stellweg der Antriebseinheit durch ein Potentiometer ermittelt.

Die Erfindung wird im Folgenden beispielsweise anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen

- Fig. 1 eine schematische Ansicht der Ansteuerung einer Antriebseinheit mit federbeaufschlagten Kolben für eine nichtdargestellte Armatur,
- Fig. 2 in einem Diagramm die Ermittlung und Korrektur der Stellzeit bei einer zu schnell arbeitenden Antriebseinheit,
- Fig. 3 ein Diagramm entsprechend Fig. 2 bei einer zu langsam arbeitenden Antriebseinheit,
- Fig. 4 eine schematische Darstellung einer Ansteuereinrichtung mit einer Steuereinheit,
- Fig. 5 eine Ansicht entsprechend Fig. 1 einer Antriebseinheit mit einem auf beiden Seiten von Hydraulikflüssigkeit beaufschlagten Kolben, und
- Fig. 6 + 7 Diagramme entsprechend Fig. 2 und 3 der Ansteuerung der Antriebseinheit in Fig. 5, und
- Fig. 8 eine weitere Ausführungsform.

Fig. 1 zeigt einen Kolben 1 in einem Zylinder 2, wobei auf einer Seite der Kolben 1 durch eine Feder 3 beaufschlagt wird und auf der gegenüberliegenden Seite des Kolbens 1 der Druck einer Hydraulikflüssigkeit am Anschluss 2.1 anliegt, die den Kolben 1 gegen die Kraft der Feder 3 in einer Stellposition hält. Durch Änderung des Drucks der Hydraulikflüssigkeit wird der Kolben 1 gegen die Kraft der Feder 3 oder durch die Feder 3 verstellt.

Der von der Feder 3 beaufschlagte Kolben 1 in dem Zylinder 2 bildet bei diesem Ausführungsbeispiel eine Antriebseinheit, die eine nichtdargestellte Armatur verstellt, beispielsweise eine Klappe in einer Rohrleitung verschwenkt.

Der vom Kolben 1 zurückzulegende Stellweg verläuft bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel in Fig. 1 von S1 bis S2, wobei S2 100 % des Stellwegs ausgehend von S1 entspricht.

Von S1 bis S3 ist eine Teilstrecke des Stellweges angegeben, S1 entspricht z.B. der Offenstellung der Armatur und S2 der Schließstellung.

Der Zylinder 2 wird durch eine Vorlaufleitung 4a und 4b mit Hydraulikflüssigkeit aus einem Reservoir 5 durch eine von einem Motor M angetriebene Pumpe 6 beaufschlagt. Mit 7 ist ein Rückschlagventil in dem Leitungsabschnitt 4a bezeichnet.

Mit 8 und 9 sind Steuerventile in einer zum Reservoir 5 verlaufenden Rücklaufleitung 10 in Parallelschaltung wiedergegeben. Bei 8.1 und 9.1 ist eine Drossel dem jeweiligen Steuerventil vorgeschaltet, die optional vorgesehen werden kann.

In der dargestellten Schaltstellung wird ein durch die Pumpe 6 in der Vorlaufleitung 4b aufgebauter Druck aufrechterhalten, weil die beiden Steuerventile 8 und 9 geschlossen sind und das Rückschlagventil 7 eine Rückströmung verhindert. Durch Umschalten eines der beiden Steuerventile oder beider Ventile kann der Durchflussquerschnitt von der Vorlaufleitung 4b zum Reservoir 5 über die Rücklaufleitung 10 freigegeben werden, sodass der Druck in der Vorlaufleitung 4b abgebaut wird und der Kolben 1 durch die Feder 3 in die durch einen Pfeil angedeutete Stellrichtung verstellt werden kann.

Die Steuerventile 8 und 9 sind als elektrisch ansteuerbare Zweiwegeventile dargestellt. Es ist auch möglich, eine andere Bauform von Ventilen vorzusehen, um die nachfolgend geschilderte Ansteuerung der Antriebseinheit aus den Elementen 1 bis 3 zu steuern.

Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel wird der Kolben 1 in Pfeilrichtung durch die Feder 3 bewegt, sobald der Druck der Hydraulikflüssigkeit durch Öffnen eines der Steuerventile 8 oder 9 reduziert wird.

Fig. 2 zeigt in einem Diagramm den Stellweg S des Kolbens 1 über der Stellzeit t, wobei durch eine gestrichelte Linie die theoretisch ideale Sollstellgeschwindigkeit v wiedergegeben ist, mit der der Kolben 1 den vorgegebenen Sollstellweg von S1 nach S2 in der vorgegebenen Sollstellzeit $t = 100\%$ durchfährt.

Die Sollstellzeit wird vorgegeben insbesondere unter Berücksichtigung der Art der von der Antriebseinheit angetriebenen Armatur und des durch die Armatur zu steuernden Fluids z.B. einer Klappe in einer Rohrleitung, die durch den Kolben 1 der Antriebseinheit über einen vorgegebenen Drehwinkel durch Verdrehen eines Zahnrades mittels einer vom Kolben verschobenen Zahnstange verschwenkt wird.

Als Beispiel wird in Fig. 2 nach einer vorgegebenen Zeiteinheit t_a bzw. nach einem zurückgelegten Teil s_a des Stellweges von S1 nach S3 vorzugsweise ausgehend von der Endstellung bei S1 zu Beginn des Stellwegs die Geschwindigkeit des Kolbens 1 gemessen, worauf die gemessene Kolbengeschwindigkeit v' mit der in einer Speichereinheit abgespeicherten Sollgeschwindigkeit v verglichen und festgestellt wird, dass der Antrieb zu schnell arbeitet bzw. der Kolben 1 zu schnell bewegt wird, weil beispielsweise durch hohe Umgebungstemperaturen die Viskosität der Hydraulikflüssigkeit gering ist. Um die zu schnelle Arbeitsweise der Antriebseinheit zu korrigieren, wird z.B. das Steuerventil 8 und/oder 9 bei S3 geschlossen, wobei der Antrieb über eine vorgegebene Zeit bei S3 angehalten wird, wie durch einen horizontalen Verlauf der Kolbengeschwindigkeit v' gezeigt ist..

Nach einer durch die Recheneinheit bestimmten Haltezeit wird eines der Steuerventile 8, 9 wieder geöffnet, sodass der Kolben 1 über eine weitere Teilstrecke durch die Kraft der Feder 3 bewegt wird, worauf eine taktweise Ansteuerung der Antriebseinheit entsprechend den von der Recheneinheit vorgegebenen Schritten wiederholt wird, wie durch die stufenförmige Linie der Kolbengeschwindigkeit v' in Fig. 2 wiedergegeben ist. Hierbei kann sich die Haltezeit von Stufe zu Stufe verändern. Ebenso kann sich die Stellzeit je nach Ergebnis der Berechnung in der Recheneinheit über die Länge einer Teilstrecke des Stellweges ändern, insbesondere, wenn eine weitere Überprüfung der Kolbengeschwindigkeit auf einer weiteren Zwischenstrecke erfolgt.

Fig. 3 zeigt die Ansteuerung der Antriebseinheit bei einem zu langsam arbeitenden Antrieb. Ein Messwert der Stellzeit t_a bei Erreichen von S3 des Stellweges durch den Kolben 1 ergibt bei diesem Beispiel nach einem Vergleich mit der theoretisch idealen Geschwindigkeit v ein zu langsames Arbeiten des Antriebs. Durch einen verstärkten Druckabbau der Hydraulikflüssigkeit in der Vorlaufleitung 4b durch entsprechende Vergrößerung des Durchflussquerschnitts durch Öffnen beider Steuerventile 8 und 9 kann bei hoher Viskosität der Hydraulikflüssigkeit der Druck im Zylinder 2 schneller abgebaut werden, sodass pro Zeiteinheit ein größerer Stellweg vom Kolben 1 zurückgelegt werden kann, wie die nach t_a steilere Linie der Kolbengeschwindigkeit v' in Fig. 3 zeigt.

Bei dem in den Fig. 2 und 3 dargestellten Ausführungsbeispiel wird die Antriebseinheit durch taktweises Öffnen und Schließen eines oder beider Steuerventile 8, 9 angesteuert derart, dass eine vorgegebene Sollstellzeit für einen vorgegebenen Stellweg eingehalten wird, wobei die Kolbengeschwindigkeit v' auf einer Teilstrecke gemessen und mit dem Sollwert v verglichen wird, worauf im Falle einer Differenz zwischen Istwert und Sollwert die Ansteuerung der Antriebseinheit so verändert wird, dass die vorgegebene Sollstellzeit eingehalten wird.

Anstelle zweier Steuerventile 8 und 9, die zur Vergrößerung des Durchflussquerschnitts für die Hydraulikflüssigkeit beim Druckabbau im Zylinder 2 dienen, kann auch ein einzelnes Steuerventil vorgesehen werden, mittels dem der Durchflussquerschnitt in der Rücklaufleitung 10 größer oder kleiner eingestellt werden kann.

Es ist auch möglich, dass die Steuerventile 8 und 9 einen unterschiedlich großen Durchflussquerschnitt aufweisen, sodass der Druckabbau am Kolben 1 unterschiedlich gesteuert werden kann, wenn das eine oder andere Steuerventil geöffnet wird.

Die Erfassung der Stellzeit kann z.B. durch drei wegabhängige Schalter erfolgen. Ein Schalter ist jeweils in der Endlage S1 und S2 vorgesehen. Der dritte Schalter bei S3 dient für die Ermittlung der Stellzeit von S1 nach S3 als Berechnungsgrundlage. Sobald die Kolbengeschwindigkeit v' zwischen S1 und S3 durch die Recheneinheit ermittelt ist, kann diese gemessene Kolben- bzw. Stellgeschwindigkeit für die Berechnung der Stellzeit über den restlichen Stellweg verwendet werden.

Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel wird die Stellzeit $t = 100\%$ der Antriebseinheit für niedrige Temperaturen, also hohe Viskosität, voreingestellt. Die Voreinstellung kann auch bei höheren Temperaturen vorgenommen werden. Damit bei höheren Temperaturen eine gleichbleibende Stellzeit erreicht wird, wird beim Schließen der Armatur in Pfeilrichtung in Fig. 2 mit dem dritten Positionsschalter bei S3 die Stellzeit bzw. Stellgeschwindigkeit erfasst, worauf über die entsprechende Berechnung in der Recheneinheit die Steuerventile 8, 9 getaktet geschlossen und geöffnet werden.

Zum Öffnen der Armatur durch eine Verschiebung des Kolbens 1 entgegen der Kraft der Feder 3 kann der Druckaufbau im Zylinder 2 durch die Pumpe 6 unterschiedlich gesteuert werden.

Bei dem Ausführungsbeispiel nach den Fig. 1 bis 3 wird die Antriebseinheit nur während des Kolbenhubes in Pfeilrichtung in Fig. 1 taktweise angesteuert.

Wenn auch der Kolbenhub in der Gegenrichtung, also entgegen der Kraft der Feder 3 in einer vorgegebenen Sollstellzeit durchfahren werden soll, wird ausgehend von der Endstellung S2 in einem geringen Abstand ein in Fig. 1 durch gestrichelte Linien angedeuteter Positionsschalter S4 vorgesehen, anhand dem die Stellgeschwindigkeit v' des Kolbens 1 in der Gegenrichtung ermittelt wird.

Wenn die Stellgeschwindigkeit des Kolbens 1 von der Sollstellgeschwindigkeit v abweicht, kann durch erhöhte Drehzahl des Antriebsmotors M durch die Pumpe 6 schneller Druck im Zylinder 2 aufgebaut werden, um den Kolben 1 entgegen der Kraft der Feder 3 in Richtung Endstellung S1 schneller zu verschieben. In entsprechender Weise kann durch eine geringere Drehzahl des Motors M oder ein taktweises Ausschalten des Motors M eine langsamere Verstellung des Kolbens 1 in der Gegenrichtung erreicht werden.

Anstelle des Ermitteln der Kolben- bzw. Stellgeschwindigkeit v' auf einer Teilstrecke des Stellweges (Fig. 2 und 3) kann auch kontinuierlich die Stellgeschwindigkeit v' erfasst und kontinuierlich mit der vorgegebenen Sollstellgeschwindigkeit v verglichen werden. Hierbei wird das für die Ansteuerung der Antriebseinheit vorgesehene Steuerventil (oder gegebenenfalls mehrere Steuerventile) kontinuierlich betätigt, um die Kolbengeschwindigkeit v' näher an der theoretischen Sollstellgeschwindigkeit v zu halten.

Beispielsweise kann in einem Steuerventil 8 oder 9 eine stufenlos verstellbare Drossel vorgesehen sein, um den Strömungsquerschnitt stufenlos zu verändern.

Eine alternative Stellzeitermittlung kann durch eine kontinuierliche Wegerfassung an der Antriebseinheit z.B. mittels eines Potentiometers erfolgen, durch das der Stellweg über die gesamte Stellstrecke von S1 bis S2 aufgezeichnet wird.

Es ist auch möglich, bei elektro-hydraulischen Anlagen den dabei verwendeten Elektromotor M, welcher die Hydraulikpumpe 6 antreibt, entsprechend getaktet anzusteuern, wie dies oben beim Zurückfahren des Kolbens 1 in die Endstellung bei S1 bei der Antriebseinheit in Fig. 1 beschrieben wurde.

Fig. 4 zeigt schematisch als Beispiel eine Recheneinheit 11 mit einem Speicher 12, in dem die für die jeweilige Armatur vorgegebene Sollstellgeschwindigkeit v abgespeichert ist. Durch eine Vergleichseinheit 13 wird die gemessene Stellgeschwindigkeit v' mit der Sollstellgeschwindigkeit v verglichen, worauf im Falle einer Differenz durch die Recheneinheit 11 ermittelt wird, wie der Antrieb bei zu schneller Arbeitsweise durch Anhalten der Kolbenbewegung bzw. bei zu langsamem Arbeiten durch Vergrößern des Druckabbaus korrigiert wird. Die Recheneinheit 11 gibt ein Steuersignal an eine Steuereinheit 14, die die Steuerventile 8, 9 entsprechend ansteuert.

Bei dem Ausführungsbeispiel in Fig. 1 ist ein federbeaufschlagter Kolben 1 in einem Zylinder 2 als Antriebseinheit wiedergegeben.

Die erfindungsgemäße getaktete Ansteuerung ist in gleicher Weise bei einem beidseitig durch Hydraulikflüssigkeit beaufschlagten Kolben einer Antriebseinheit möglich.

Fig. 5 zeigt in einer Ansicht entsprechend Fig. 1 einen von beiden Seiten mit Hydraulikflüssigkeit beaufschlagten Kolben 1 der Antriebseinheit. Mit 2.1 und 2.2 sind Anschlüsse von Hydraulikleitungen 4.1 und 4.2 bezeichnet, die von einem gemeinsamen Steuerventil 15 gesteuert werden. In der dargestellten Schaltstellung des Steuerventils 15, das als elektromagnetisch betätigtes 4-Wegeventil ausgebildet sein kann, sind die beiden Hydraulikleitungen 4.1 und 4.2 abgesperrt, sodass der Kolben 1 in seiner Stellung gehalten wird.

In der schematisch wiedergegebenen Schaltstellung Yb1 des Steuerventils 15 wird die Hydraulikleitung 4.2 mit dem Leitungsabschnitt 4.3 verbunden, sodass der Druck auf der unteren Seite des Kolbens 1 abgebaut und Hydraulikflüssigkeit in das Reservoir 5 geleitet wird, während der Leitungsabschnitt 4.4 mit der Pumpe 6 mit der Hydraulikleitung 4.1 verbunden wird, sodass unter Druck stehende Hydraulikflüssigkeit am Anschluss 2.1 anliegt.

In der Schaltstellung Yb2 des Steuerventils 15 ist der Leitungsabschnitt 4.3 mit der Hydraulikleitung 4.1 und der Leitungsabschnitt 4.4 mit der Leitung 4.2 verbunden, wobei die Pfeilrichtung die Strömungsrichtung des Hydraulikfluids wiedergibt.

In dem Leitungsabschnitt 4.4 zwischen Steuerventil 15 und Reservoir 5 ist die Pumpe 6 mit dem Rückschlagventil 7 angeordnet. Mit 16 ist ein Druckspeicher bezeichnet. Während des normalen Betriebs wird bei Druckaufbau im Zylinder 2 Druck vom Druckspeicher 16 zu einem der Anschlüsse 2.1 und 2.2 geleitet, sodass nicht bei jeder Druckbeaufschlagung des Kolbens 1 die Pumpe 6 arbeiten muss.

Nach einem gewissen Druckabbau im Druckspeicher 16 wird der Druck der Hydraulikflüssigkeit durch die Pumpe 6 im Druckspeicher 16 wieder aufgebaut.

Weiterhin ist eine Drossel 17 in diesem Leitungsabschnitt 4.4 angeordnet, die durch eine Bypassleitung 4.41 umgangen wird, in der ein Ventil 18 angeordnet ist, das in der Ausgestaltung einem der Ventile 8 und 9 in Fig. 1 entspricht.

In der dargestellten Schaltstellung des Ventils 18 ist die Bypassleitung 4.41 geschlossen, sodass im Falle des Umschaltens des Steuerventils 15 in eine der Stellungen Yb1 oder Yb2 Druck der Hydraulikflüssigkeit über die Drossel 17 zum Zylinder 2 gelangt.

In der Schaltstellung Ya des Ventils 18 wird die Drossel 17 umgangen, sodass der Hydraulikdruck des Druckspeichers 16 über den vollen Leitungsquerschnitt direkt zum Zylinder 2 gelangt.

Zu den Zeiten t_1 und t_0 ist das Ventil 18 in der dargestellten Stellung in Fig. 5 geschlossen ($Y_a = 0$) während das Steuerventil 15 sich in der Zeit t_1 in der Stellung $Y_{b2} = 1$ und bei t_0 in der in Fig. 5 wiedergegebenen Sperrstellung ($Y_{b2} = 0$) befindet.

Fig. 6 zeigt entsprechend Fig. 2 den Verlauf der Geschwindigkeit v' des Kolbens 1, wobei t_a die Zeit bis zum Erreichen des Schaltpunktes S3 am Ende des Teils s_a des Stellweges zwischen S1 und S3 anibt.

Fig. 7 zeigt entsprechend Fig. 3 die Schaltvorgänge am Steuerventil 15 und 18 bei einem zu langsamen Antrieb. Zur Zeit t_2 ist das Ventil 18 in der Offenstellung ($Y_a = 1$), während sich das Steuerventil 15 in der Schaltstellung $Y_{b1} = 1$ befindet.

Mit anderen Worten wird bei zu schnellem Antrieb in Fig. 6 über die Zeitspanne t_0 der in Fig. 5 wiedergegebene Schaltzustand an den Ventilen 15 und 18 aufrechterhalten, während über die Zeit t_1 sich die beiden Hydraulikleitungen 4.1 und 4.2 in der Schaltstellung Y_{b2} befinden, sodass Druck über die Drossel 17 in die Hydraulikleitung 4.2 geleitet wird.

In entsprechender Weise wird bei zu langsamem Antrieb in Fig. 7 die Drossel 17 während der Zeit t_2 umgangen, um den Druck auf der Unterseite des Kolbens 1 zu erhöhen, während über die Zeitspanne t_1 das Ventil 18 geschlossen wird und der Druckaufbau über den Strömungsquerschnitt der Drossel 17 erfolgt.

Bei dem Ausführungsbeispiel der Fig. 1 mit federbeaufschlagtem Kolben 1 wird die Antriebseinheit durch Ventilsteuerung in der Rücklaufleitung 10 getaktet angesteuert, während bei dem Ausführungsbeispiel in Fig. 5 mit beidseitig beaufschlagtem Kolben 1 eine Durchflussquerschnittsänderung in der Vorlaufleitung 4.4 vorgesehen wird.

Hierbei wird der Kolbenhub nur in Pfeilrichtung in Fig. 1 und 5 stufenweise gesteuert.

Wenn der Kolbenhub entgegen dem durch den Pfeil in Fig. 1 und 5 angegebenen Stellweg ebenfalls in einer vorgegebenen Stellzeit durchfahren werden soll, wird ausgehend von der Endstellung S2 auf einer Teilstrecke ein weiterer Schalter S4 vorgesehen, um die Kolbengeschwindigkeit auf dem Rückweg zu ermitteln.

Wie anhand der Fig. 1 beschrieben, kann durch Änderung der Druckbeaufschlagung in der Vorlaufleitung die Stellzeit des Kolbens 1 verändert werden.

Anstelle der wiedergegebenen Ventilsteuerung einerseits in der Rücklaufleitung in Fig. 1 und andererseits in der Vorlaufleitung in Fig. 5 kann bei einem elektrohydraulischen Antrieb der Motor M der Pumpe 6 getaktet gesteuert werden, um eine vorgegebene Stellzeit des Kolbens 1 einzuhalten.

Bei der Anordnung in Fig. 5 kann hierbei der Druckspeicher 16 und das Ventil 18 sowie die Drossel 17 entfallen, wie dies Fig. 8 zeigt, wobei durch getakteten Betrieb der Pumpe 6 in Fig. 8 durch Ein- und Ausschalten des Motors M beide Hubwege des Kolbens 1 getaktet gesteuert werden können, je nach Stellung des Steuerventils 15.

Anstelle der dargestellten Anzahl von Stufen der Ansteuerung in den Fig. 2, 3 und Fig. 6, 7 können auch weniger oder mehr Stufen vorgesehen werden. Theoretisch könnte auch nur eine Stufe des Anhaltens der Kolbenbewegung bzw. der Kolbenbeschleunigung vorgesehen werden, um die Stellzeit des Kolbens 1 über den gesamten Stellweg an eine vorgegebene Stellzeit anzupassen.

In den Figuren sind die einzelnen Stufen der getakteten Ansteuerung der Antriebseinheit in gleichen Zeitabständen t wiedergegeben. Es ist aber auch möglich, die Stufen unterschiedlich lang über den Stellweg einzustellen, um den gesamten Stellweg in der vorgegebenen Stellzeit zu durchfahren.

Die beschriebene Korrektur der Stellgeschwindigkeit der Antriebseinheit wird vorzugsweise bei jeder Verstellung der Armatur vorgenommen, sodass die Stellgeschwindigkeit der Antriebseinheit jeweils an die aktuellen Bedingungen angepasst wird.

Die Korrektur der Stellzeit einer hydraulisch betätigten Antriebseinheit kann auch auf anderen Gebieten als der Betätigung von Armaturen insbesondere auf Schiffen eingesetzt werden. Zum Beispiel kann die erfindungsgemäß getaktet angesteuerte Antriebseinheit auch einen Hebelmechanismus betätigen, der in einer vorgegebenen Zeit einen vorgegebenen Stellweg ausführen muss.