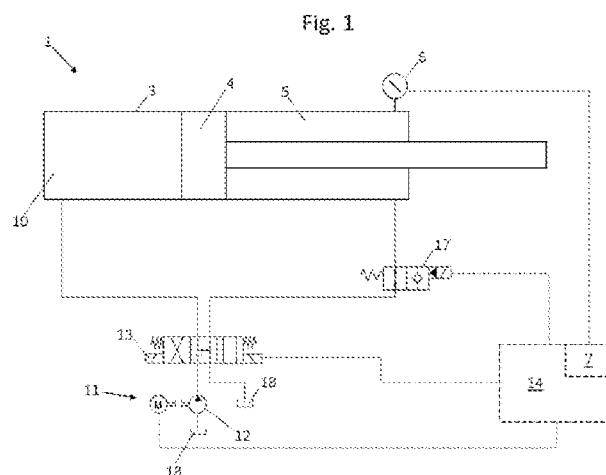


(51) Int. Cl.: **F15B 15/28** (2006.01)
B29C 45/76 (2006.01)

(74) Vertreter:
Torggler & Hofmann Patentanwälte GmbH & Co
KG
6020 Innsbruck (AT)

(57) Formgebungsmaschine, insbesondere Spritzgießmaschine, mit einer hydraulischen Antriebseinheit umfassend einen in einem Zylinder (3) linear verschiebbar angeordneten Kolben (4) und eine im Zylinder (3) durch den Kolben (4) begrenzte Druckkammer (5), zumindest einen Drucksensor (6), welcher dazu ausgebildet ist, ein für den Druck in der Druckkammer (5) charakteristisches Signal zu erfassen, und eine Recheneinheit (7), welche zum Entgegennehmen des charakteristischen Signals mit dem zumindest einen Drucksensor (6) signalverbunden ist, wobei die Recheneinheit (7) dazu ausgebildet ist, auf Basis des für den Druck in der Druckkammer (5) charakteristischen Signals einen kinematischen Parameter, bevorzugt eine Position und/oder eine Positionsveränderung, des Kolbens (4) festzustellen, wobei die Druckkammer (5) zumindest während der Messung des charakteristischen Signals mit einer konstanten Druckmedienmasse, vorzugsweise Hydraulikflüssigkeitsmasse, kooperiert.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Formgebungsmaschine mit einer hydraulischen Antriebseinheit mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1, ein Verfahren zum Überwachen einer Formgebungsmaschine mit einer hydraulischen Antriebseinheit sowie ein Computerprogrammprodukt zur Überwachung einer Formgebungsmaschine mit einer hydraulischen Antriebseinheit.

[0002] Unter Formgebungsmaschinen können Spritzgießmaschinen, Spritzpressen, Pressen und dergleichen verstanden werden. Auch Formgebungsmaschinen, bei welchen die plastifizierte Formmasse einem offenen Formwerkzeug zugeführt wird, sind durchaus denkbar.

[0003] Im Folgenden soll der Stand der Technik anhand einer Spritzgießmaschine umrissen werden. Analoges gilt allgemein für Formgebungsmaschinen.

[0004] Gattungsgemäße hydraulische Antriebseinheiten für eine Spritzgießmaschine umfassen

- einen in einem Zylinder linear verschiebbar angeordneten Kolben und eine im Zylinder durch den Kolben begrenzte Druckkammer,
- zumindest einen Drucksensor, welcher dazu ausgebildet ist, ein für den Druck in der Kammer charakteristisches Signal zu erfassen und
- eine Recheneinheit, welche zum Entgegennehmen des charakteristischen Signals mit dem zumindest einen Sensor signalverbunden ist.

[0005] Aus dem Stand der Technik bekannte Ausführungsformen gehen beispielsweise aus der DE 10310300 A1, der US 2015/167700 A1, der DE 10 2020 200104 A1, der DE 10 2007 024794 A1 oder der DE 10 2014 004879 A1 hervor.

[0006] Bei Spritzgießmaschinen werden Antriebsbewegungen oft durch hydraulische Antriebseinheiten umgesetzt, welche meist über Hydraulikzylinder realisiert werden.

[0007] Dazu ist es fast immer erforderlich, in irgendeiner Form die Position des durch die hydraulische Antriebseinheit bewegten Spritzgießmaschinenteils zu erfassen oder zu kennen.

[0008] Für einfache Anwendungen ist es zumeist ausreichend, die Endposition einer Bewegungsachse über Endschalter zu erfassen, wobei über einen Endschalter genau eine Position (zumeist die Endposition) des Spritzgießmaschinenteils oder der Antriebseinheit erfasst wird.

[0009] Damit lassen sich jedoch nur zweierlei Funktionen realisieren und überwachen, wobei einerseits erfasst werden kann, ob das Spritzgießmaschinenteil eine bestimmte Position erreicht hat und andererseits, ob das Spritzgießmaschinenteil während der laufenden Überwachung auch in dieser Position verbleibt.

[0010] Solche Endschalter müssen zumeist extern montiert werden und werden üblicherweise vom bewegten Spritzgießmaschinenteil betätigt.

[0011] Jedoch ist es für viele Bewegungen erforderlich, die ständige und genaue Kenntnis der absoluten Position zu erkennen und zu überwachen, wobei durch den Stand der Technik üblicherweise verschiedene Arten von Wegaufnehmern bekannt sind.

[0012] Durch entsprechende Wegaufnehmer werden dabei folgende Rückmeldungen an eine Spritzgießmaschinensteuerung gegeben und/oder folgende Möglichkeiten für die Spritzgießmaschine geschaffen:

- Erreichen einer gewünschten Zielposition,
- Überwachung von bestimmten Positionen,
- Geschwindigkeitsregelung und/oder -steuerung abhängig von einer Position, und
- Kraftregelung und/oder -steuerung abhängig von der Position.

[0013] Typischerweise lassen sich somit in solchen Systemen saubere Beschleunigungs- und/oder Abbremsprofile aber auch genaue Positionen realisieren.

[0014] Bei linearen Wegaufnehmern müssen in den meisten Fällen parallel zum bewegten Spritz-

gießmaschinenteil (oder der Antriebseinheit) und über die ganze Bewegungslänge Sensorelemente angeordnet sein, um die Position erfassen zu können.

[0015] Entsprechende Wegmesssysteme sind jedoch aufwendig zu installieren und mit hohen Kosten durch den hohen Fertigungsaufwand sowie Materialaufwand verbunden.

[0016] Ein weiterer Nachteil besteht darin, dass entsprechende Wegmesssysteme einen Platzbedarf an entsprechenden hydraulischen Antriebseinheiten aufweisen und somit oft nur schwer an bereits kleinen Bauräumen zugänglich sind, wodurch sie nur schwer montier-, demontier- und wartbar sind.

[0017] Darüber hinaus sind diese Wegmesssysteme, welche extern an den hydraulischen Antriebseinheiten angeordnet sind, Umgebungseinflüssen ausgesetzt, wodurch gerade die sehr präzisen Messsysteme einer erhöhten Gefahr der Beschädigung ausgesetzt sind.

[0018] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine hydraulische Antriebseinheit bereitzustellen, welche eine einfachere Erfassung eines kinematischen Parameters der hydraulischen Antriebseinheit ermöglicht und/oder einen geringeren Platzbedarf und/oder geringere Wartungs-, Installations- oder Demontagearbeiten aufweist und/oder einfacher herstellbar ist und/oder durch weniger Komponenten eine kinematische Parameter-Erfassung der hydraulischen Antriebseinheit ermöglicht.

[0019] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Formgebungsmaschine mit einer hydraulischen Antriebseinheit für mit den Merkmalen des Anspruchs 1, einem Verfahren zur Überwachung einer Formgebungsmaschine mit einer hydraulischen Antriebseinheit mit den Merkmalen des Anspruchs 14 sowie einem Computerprogrammprodukt zur Überwachung einer Formgebungsmaschine mit einer hydraulischen Antriebseinheit mit den Merkmalen des Anspruchs 15 gelöst.

[0020] Erfindungsgemäß ist es vorgesehen, dass eine Formgebungsmaschine, insbesondere eine Spritzgießmaschine, mit einer hydraulischen Antriebseinheit folgendes umfasst:

- einen in einem Zylinder linear verschiebbar angeordneten Kolben und eine im Zylinder durch den Kolben begrenzte Druckkammer,
- zumindest einen Drucksensor, welcher dazu ausgebildet ist, ein für den Druck in der Druckkammer charakteristisches Signal zu erfassen und
- eine Recheneinheit, welche zum Entgegennehmen des charakteristischen Signals mit dem zumindest einen Sensor signalverbunden ist,

wobei die Recheneinheit dazu ausgebildet ist, auf Basis des für den Druck in der Druckkammer charakteristischen Signals einen kinematischen Parameter, bevorzugt eine Position und/oder eine Positionsveränderung, des Kolbens festzustellen, wobei die Druckkammer zumindest während der Messung des charakteristischen Signals mit einer konstanten Druckmedienmasse, vorzugsweise Hydraulikflüssigkeitsmasse und/oder einem Gas, kooperiert.

[0021] Wenn sich der Kolben in seiner Position verändert, wird somit das durch den Kolben und den Zylinder gebildete Volumen der Druckkammer verändert, wodurch sich eine Druckveränderung einer in der Druckkammer vorliegenden Druckmedienmasse, Fluids und/oder Hydrauliköls ergibt. Durch diese Druckveränderung und das bekannte Verhalten der in der Druckkammer vorliegenden Druckmedienmasse, Fluids und/oder Hydrauliköls (beispielsweise der Kompressibilität) kann über die Druckvariation die Veränderung des Volumens berechnet werden.

[0022] Da der Kolben und der Zylinder bekannte geometrische Abmessungen aufweisen, lässt sich somit eine lineare Verschiebung des Kolbens unter Berücksichtigung der Veränderung des Volumens berechnen, wodurch durch die Recheneinheit der kinematische Parameter, vorzugsweise eine Position und/oder eine Positionsveränderung, des Kolbens festgestellt werden kann.

[0023] Somit ist es nicht mehr erforderlich, Wegmesssysteme, Endschalter oder ähnliche Sensorik vorzusehen, um einen kinematischen Parameter des Kolbens zu erfassen, da lediglich über die Anordnung eines Drucksensors an oder in der Druckkammer der kinematische Parameter berechnet werden kann.

[0024] Dies birgt den enormen Vorteil, dass zur Feststellung des kinematischen Parameters des Kolbens wesentlich weniger Bauteile, Komponenten oder Bausteine der Sensorik erforderlich sind, wodurch nicht nur die Kosten reduziert werden können, sondern auch der Aufwand der Montage, Demontage und/oder Wartung.

[0025] Weiters wird dahingehend ein Vorteil geschaffen, dass der Bauraum wesentlich verkleinert werden kann, da keine separate Sensorik an der hydraulischen Antriebseinheit angeordnet werden muss.

[0026] Ein Drucksensor kann in die hydraulische Antriebseinheit integriert und/oder eingeschraubt werden, wodurch darüber hinaus der Drucksensor von Umgebungseinflüssen geschützt ist und nicht einer Beschädigung von außen ausgesetzt ist.

[0027] Der Druck in der Druckkammer wird also besonders bevorzugt direkt gemessen.

[0028] In der Druckkammer kann ein Hydraulikmedium vorhanden sein, dessen Druck mittels des Drucksensors gemessen wird. In anderen Ausführungsformen kann in der Druckkammer ein Gas oder ein anderes kompressibles Fluid vorhanden sein, dessen Druck mittels des Drucksensors erfasst wird (beispielsweise bei Ausführungsformen, wobei die Druckkammer selbst ein integrierter Hydraulikspeicher ist).

[0029] Eine erfindungsgemäße Vorrichtung und ein erfindungsgemäßes Verfahren kann durch ihren Einsatz in bereits bekannten Ausführungsvarianten des Standes der Technik, wie beispielsweise in der Beschreibungseinleitung beschrieben, ihren Einsatz finden und nachträglich installiert werden.

[0030] Unter Formgebungsmaschinen können Spritzgießmaschinen, Spritzpressen, Pressen und dergleichen verstanden werden. Auch Formgebungsmaschinen, bei welchen die plastifizierte Formmasse einem offenen Formwerkzeug zugeführt wird, sind durchaus denkbar.

[0031] Die Recheneinheit kann physisch Teil der hydraulischen Antriebseinheit sein oder über eine Datenfernübertragungsverbindung mit der hydraulischen Antriebseinheit verbunden sein.

[0032] Die Recheneinheit könnte in letzterem Fall durch einen Computer-Server oder eine Menge von Computern (verteiltes Rechnen) realisiert sein.

[0033] Analoges gilt für eine Steuer- oder Regelvorrichtung einer Formgebungsmaschine.

[0034] Vorteilhafte Ausführungsformen sind anhand der abhängigen Ansprüche definiert.

[0035] Es kann vorgesehen sein, dass als Druckmedienmasse eine Hydraulikflüssigkeitsmasse, vorzugsweise ein Hydrauliköl, oder auch eine Gasmasse (beispielsweise Stickstoff, Luft oder andere Gase) Anwendung finden.

[0036] Vorzugsweise kann vorgesehen sein, dass zumindest während der Messung des charakteristischen Signals die Druckkammer im Zylinder geschlossen ist und vorzugsweise eine konstante Druckmedienmasse einschließt.

[0037] Es kann vorgesehen sein, dass während der Messung des charakteristischen Signals die Druckkammer über eine Verbindungsleitung mit einem Hydraulikspeicher verbunden ist, vorzugsweise wobei eine konstante Druckmedienmasse durch die Druckkammer, die Verbindungsleitung und den Hydraulikspeicher eingeschlossen ist.

[0038] Somit kann es vorzugsweise vorgesehen sein, dass während der Messung des charakteristischen Signals eine Druckbeaufschlagung oder Druckentlastung einer genau definierten Druckmedienmasse vorgenommen wird, sodass in einfacher Art und Weise über die Druckvariation während der Messung mittels des Drucksensors die Volumenvariation der Druckmedienmasse und somit ein kinematischer Parameter des Kolbens festgestellt werden kann.

[0039] Es könnte natürlich auch vorgesehen sein, dass die Druckkammer mit einer nicht konstanten Druckmedienmasse kooperiert, wobei durch genaue Definition des Systems trotzdem der kinematische Parameter festgestellt werden kann, wobei jedoch über komplexe Vorgänge die Variationen des Systems durch Fließbedingungen für die Druckmedienmasse (beispielsweise

Druckvariation unter Anbetracht von Durchtrittsquerschnitten und Flussgeschwindigkeiten) bestimmt werden kann.

[0040] Auch Ausführungen, bei welchen Referenzdrücke für definierte kinematische Parameter zunächst ermittelt und hinterlegt werden, wobei die Recheneinheit bei einem gemessenen Druck den entsprechenden hinterlegten kinematische Parameter heranzieht, sind durchaus denkbar.

[0041] Besonders bevorzugt kann jedoch vorgesehen sein, dass die Druckkammer mit einem Hydraulikspeicher, beispielsweise einem Blasenspeicher, verbunden ist, wobei die Druckkammer und der Hydraulikspeicher (natürlich gemeinsam mit der Verbindungsleitung dieser) eine konstante Druckmedienmasse einschließen, wobei bei einer Druckvariation der Druckmedienmasse unter Anbetracht eines Kompressionsverhaltens der Druckmedienmasse in einfacher Art und Weise auf eine Volumenveränderung und somit einen kinematischen Parameter des Kolbens rückgeschlossen werden kann.

[0042] Durch Vorsehen eines Hydraulikspeichers, insbesondere eines Blasenspeichers, kann das Kompressionsverhalten des Systems beeinflusst werden, wodurch sich beispielsweise bei Verwendung von Hydraulikflüssigkeit das begrenzte Kompressionsvermögen der Flüssigkeit dahingehend erweitern lässt, dass größere Volumenveränderungen in der Druckkammer durch ein Ausweichen in den Hydraulikspeicher erlaubt werden, sodass das erfindungsgemäße Verfahren und/oder die erfindungsgemäße Vorrichtung auch beispielsweise bei Hydraulikzylinder mit hohen Bewegungsfreiräumen - Antriebsbewegungen - eingesetzt werden können.

[0043] Es kann vorgesehen sein, dass die Recheneinheit dazu ausgebildet ist, den kinematischen Parameter durch einen in der Recheneinheit hinterlegten Zusammenhang mit dem Druck festzustellen, vorzugsweise unter Berücksichtigung eines hinterlegten Kompressionsverhaltens der Antriebseinheit.

[0044] Das Kompressionsverhalten der Antriebseinheit kann die Kompressibilität der Druckmedienmasse betreffen, alternativ oder zusätzlich die geometrischen Abmessungen der Volumina, in welchen die Druckmedienmasse eingeschlossen ist, berücksichtigen.

[0045] Bei Vorsehen eines Hydraulikspeichers kann auch das Kompressionsverhalten, das Verdichterverhältnis des Systems zwischen zwei Messungen und/oder der Gegendruck des Hydraulikspeichers im Kompressionsverhalten der Antriebseinheit berücksichtigt sein.

[0046] Es kann vorgesehen sein, dass die Antriebseinheit einen Hydraulikspeicher, vorzugsweise einen Blasenspeicher und/oder Membranspeicher, besonders bevorzugt mit variablem Verdichterverhältnis und/oder variablem Gegendruck, aufweist.

[0047] Es kann vorgesehen sein, dass der Hydraulikspeicher als mechanisch, vorzugsweise federbetätigter, und/oder fluidbetätigter Hydraulikspeicher ausgebildet ist.

[0048] Ein fluidbetätigter Hydraulikspeicher (beispielsweise ein Blasenspeicher) kann vorzugsweise als Betätigungsmedium ein Gas (besonders bevorzugt Stickstoff, Luft oder andere Gase) aufweisen.

[0049] Vorzugsweise kann vorgesehen sein, dass der Kolben den Zylinder in die (erste) Druckkammer und eine zweite Druckkammer unterteilt.

[0050] Es kann vorgesehen sein, dass die Antriebseinheit eine Druckquelle, insbesondere wenigstens eine Pumpe, aufweist, vorzugsweise welche Druckquelle mit der zweiten Druckkammer verbunden oder verbindbar ist, um die zweite Druckkammer mit dem Druck zu beaufschlagen.

[0051] Es kann vorgesehen sein, dass die Druckquelle über ein Ventil mit der zweiten Druckkammer verbunden ist, vorzugsweise welches Ventil durch eine Steuer- oder Regelvorrichtung steuer- oder regelbar ist.

[0052] Es kann vorgesehen sein, dass die Recheneinheit signalverbunden mit einer Steuer- oder Regelvorrichtung der Druckquelle verbunden ist und/oder als integraler Bestandteil der Steuer- oder Regelvorrichtung ausgebildet ist, wobei der kinematische Parameter von der Steuer- oder Regelvorrichtung zum Steuern oder Regeln der Druckquelle als Istwert heranziehbar ist.

[0053] Es kann vorgesehen sein, dass der Zylinder mit dem darin angeordneten Kolben als doppelwirkende Kolben-Zylinder-Einheit ausgebildet ist.

[0054] Vorzugsweise kann vorgesehen sein, dass die Druckkammer als stangenseitige Kammer einer Kolben-Zylinder-Einheit ausgebildet ist.

[0055] Es kann vorgesehen sein, dass die wenigstens eine Antriebseinheit zum Antreiben einer Verriegelungsmutter gegenüber einem Holm und/oder als Druckkissen zum Schließkraftaufbau ausgebildet ist.

[0056] Weiters wird Schutz begehrt für ein Verfahren zur Überwachung einer Formgebungsmaschine mit einer hydraulischen Antriebseinheit, vorzugsweise einer erfindungsgemäßen hydraulischen Antriebseinheit, welche hydraulische Antriebseinheit einen in einem Zylinder linear verschiebbar angeordneten Kolben umfasst und eine im Zylinder durch den Kolben begrenzte Druckkammer, wobei ein Druck in der Druckkammer gemessen wird und über den Druck, vorzugsweise eine ermittelte Druckveränderung, ein kinematischer Parameter, insbesondere eine Position und/oder eine Positionsveränderung, des Kolbens festgestellt wird, wobei die Druckkammer zumindest während der Messung des charakteristischen Signals mit einer konstanten Druckmedienmasse, vorzugsweise Hydraulikflüssigkeitsmasse und/oder einem Gas, kooperiert.

[0057] Ebenfalls wird Schutz begehrt für ein Computerprogrammprodukt zur Überwachung einer Formgebungsmaschine mit einer hydraulischen Antriebseinheit, vorzugsweise einer erfindungsgemäßen hydraulischen Antriebseinheit, umfassend Befehle, die einen Computer bei der Ausführung des Programms zum Durchführen der folgenden Schritte veranlasst:

- Entgegennehmen eines charakteristischen Signals für einen Druck in einer Druckkammer und
- Feststellen eines kinematischen Parameters, bevorzugt einer Position und/oder einer Positionsveränderung, eines Kolbens der Druckkammer auf Basis des für den Druck in der Druckkammer charakteristischen Signals.

[0058] Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus den Figuren sowie der dazugehörigen Figurenbeschreibung. Dabei zeigt

[0059] Fig. 1 ein erstes Ausführungsbeispiel einer Antriebseinheit,

[0060] Fig. 2 ein zweites Ausführungsbeispiel einer Antriebseinheit,

[0061] Fig. 3 ein drittes Ausführungsbeispiel einer Antriebseinheit,

[0062] Fig. 4 ein viertes Ausführungsbeispiel einer Antriebseinheit,

[0063] Fig. 5 ein fünftes Ausführungsbeispiel einer Antriebseinheit

[0064] Fig. 6 ein Ausführungsbeispiel einer Formgebungsmaschine und

[0065] Fig. 7 ein Ausführungsbeispiel einer Schließeinheit.

[0066] Das in Fig. 1 dargestellte Ausführungsbeispiel einer hydraulischen Antriebseinheit 1 weist einen in einem Zylinder 3 linear verschiebbar angeordneten Kolben 4 auf, wobei durch den Kolben 4 der Zylinder 3 in eine Druckkammer 5 und eine zweite Druckkammer 10 unterteilt wird.

[0067] Eine solche Zylinder (3) - Kolben (4) - Anordnung wird auch als doppelwirkende Kolben-Zylinder-Einheit bezeichnet.

[0068] Um die Druckkammern 5, 10 mit einer Druckmedienmasse, vorzugsweise einer Hydraulikflüssigkeit, zu versorgen, sind diese über die Verbindungsleitungen mit dem Ventil 13 verbunden.

[0069] Das Ventil 13 ist beispielsweise als 4/3-Wegeventil ausgeführt, welches über eine Steuer- oder Regelvorrichtung 14 zwischen den einzelnen Ventilpositionen schaltbar ist.

[0070] Das Ventil 13 ist dazu ausgebildet, die Druckkammern 5, 10 wahlweise mit der Druckquelle 11 oder dem Tank 18 zu verbinden, um wahlweise die Druckkammer 5 oder die Druckkammer 10 mit einem Druck zu beaufschlagen und/oder eine Druckmedienmasse in den Tank 18 abzuleiten.

[0071] Die Druckquelle 11 dieses Ausführungsbeispiels ist durch eine Pumpe 12 ausgebildet, welche über eine motorische Antriebseinheit angetrieben wird, wobei die Antriebseinheit durch die Steuer- oder Regelvorrichtung 14 steuer- oder regelbar ist.

[0072] Die Steuer- oder Regelvorrichtung 14 weist des Weiteren eine Recheneinheit 7 auf, welche als integraler Bestandteil der Steuer- oder Regelvorrichtung 14 der hydraulischen Antriebseinheit 1 ausgebildet ist.

[0073] Die signalleitenden Verbindungen der Steuer- oder Regelvorrichtung 14 mit den einzelnen Komponenten der hydraulischen Antriebseinheit 1 sind in Fig. 1 als strichlierte Linien gezeigt.

[0074] Die Recheneinheit 7 ist signalleitend (durch die strichlierte Linie dargestellt) mit dem Drucksensor 6 verbunden, wobei durch den Drucksensor 6 ein charakteristisches Signal für einen in der Druckkammer 5 vorliegenden Druck erfassbar ist und über die signalleitende Verbindung der Recheneinheit 7 zuführbar ist.

[0075] Des Weiteren ist ein Ventil 17 vorgesehen, welches als Sperrventil ausgebildet ist und über welches die Druckkammer 5 abgesperrbar ist.

[0076] Um nun eine Messung eines kinematischen Parameters des Kolbens 4 durchzuführen, kann während der Bewegung des Kolbens 4 die Druckkammer 5 über das Ventil 17 abgesperrt werden und über das Ventil 13 der Druckkammer 10 Druckmedienmasse unter Zuhilfenahme der Druckquelle 11 zugeführt werden, wodurch sich in der Druckkammer 10 ein höherer Druck gegenüber der Druckkammer 5 aufbauen lässt.

[0077] Alternativ oder zusätzlich kann natürlich auch eine Bewegung des Kolbens 4 über ein Maschinenteil erfolgen, welches über die Kolbenstange mit dem Kolben 4 verbunden ist.

[0078] In Folge des steigenden Druckes in der Druckkammer 10 wird der Kolben 4 in Richtung der Druckkammer 5 bewegt, wodurch die abgesperrte Druckkammer 5 - genauer gesagt: die konstante Druckmedienmasse, welche in der Druckkammer 5 vorliegt - komprimiert wird und der Druck in der Druckkammer 5 steigt.

[0079] Dieser Druckanstieg in der Druckkammer 5 kann über den Drucksensor 6 als charakteristisches Signal der Recheneinheit 7 zugeführt werden, wodurch die Recheneinheit 7 auf Basis des für den Druck in der Druckkammer 5 charakteristischen Signals einen kinematischen Parameter, vorzugsweise eine Position und/oder eine Positionsveränderung, des Kolbens 4 feststellen kann.

[0080] In gleicher Weise könnte natürlich auch ein kinematischer Parameter für den Kolben 4 bei einem Druckabfall festgestellt werden.

[0081] Diese Feststellung und/oder Berechnung des kinematischen Parameters des Kolbens 4 kann über die Berechnung des Hubvolumens erfolgen, wobei durch folgende Formel das Kompressionsvolumen ΔV_K über die Druckvariation Δp und das Ausgangsvolumen V_0 der Druckkammer 5 berechnet werden kann.

$$\Delta V_K = \frac{1}{K} \cdot V_0 \cdot \Delta p$$

[0082] K Kompressionsmodul der Druckmedienmasse

[0083] V_0 Ausgangsvolumen in der Druckkammer

[0084] ΔV_K Kompressionsvolumen der Druckkammer

[0085] Δp Druckvariation in der Druckkammer

[0086] Das in der Formel ebenfalls benötigte Kompressionsmodul K ist eine abhängige Größe der Druckmedienmasse und kann aus Versuchen und/oder Datenblättern der Druckmedienmasse (beispielsweise des Hydraulikfluids) ermittelt werden.

[0087] Anschließend kann über das Kompressionsvolumen ΔV_K und die bekannten geometrischen Größen des Kolbens 4 und/oder des Zylinders 3 und/oder der Druckkammer 5 eine Positionsveränderung des Kolbens 4 errechnet werden, wodurch sich unter Berücksichtigung der

Ausgangsposition des Kolbens 4 eine Momentanposition des Kolbens 4 bestimmen lässt.

[0088] Es kann vorgesehen sein, dass die Recheneinheit 7 den bestimmten kinematischen Parameter des Kolbens 4 an die Steuer- oder Regelvorrichtung 14 übergibt, wobei durch die Steuer- oder Regelvorrichtung 14 der kinematische Parameter des Kolbens 4 als Istgröße des Kolbens 4 bei der Steuerung oder Regelung des Ventils 13, des Ventils 17 und/oder der Druckquelle 11 herangezogen wird, sodass eine Einstellung des Kolbens 4 auf eine Sollposition vorgenommen werden kann.

[0089] Natürlich lässt sich dieses Vorgehen auch auf eine Geschwindigkeit und/oder Beschleunigung des Kolbens 4 umlegen.

[0090] Alternativ oder zusätzlich kann es auch vorgesehen sein, dass die Festlegung des kinematischen Parameters des Kolbens 4 über einen Kalibriervorgang erfolgt, wobei durch eine Messung der Position des Kolbens 4 bei verschiedenen Drücken in der Druckkammer 5 vorgenommen wird und beispielsweise eine Referenzkurve für den kinematischen Parameter des Kolbens 4 in Abhängigkeit von einem Druck in der Druckkammer 5 (und einer Ausgangsposition des Kolbens 4) erstellt wird.

[0091] Anschließend kann wiederum - wie zuvor erläutert - über die Druckkammer 10 ein Druck bei abgeschlossener Druckkammer 5 gemessen werden und unter Anbetracht des gemessenen Drucks in der Druckkammer 5 ein kinematischer Parameter für den Kolben 4 über die kalibrierte Referenzkurve festgestellt werden.

[0092] Durch die begrenzte Kompressibilität geläufiger Druckmedienmassen lassen sich nur begrenzte Positionsveränderungen des Kolbens 4 im Ausführungsbeispiel der Fig. 1 feststellen, wobei zumeist durch das Komprimieren des Druckraums 5 nur geringere Hübe des Kolbens 4 über den Drucksensor 6 und die Recheneinheit 7 festgestellt werden können.

[0093] Um jedoch auch größere Verfahrswege des Kolbens 4 feststellen zu können, kann beispielsweise das Verfahren öfter hintereinander durchgeführt werden, wobei nacheinander mehrere kinematische Parameter des Kolbens 4 gemessen und berechnet werden, wenn dies erforderlich ist.

[0094] Jedoch kann es auch vorgesehen sein, dass die Kompressibilität des Systems durch Verbinden der Druckkammer 5 mit einem Hydraulikspeicher 9 erhöht wird, wodurch auch wesentlich größere Verfahrswege und Hübe des Kolbens 4 festgestellt werden können.

[0095] Solche Ausführungsbeispiele sind durch die Figuren 2 und 3 gezeigt.

[0096] In diesen Ausführungsbeispielen kann wiederum der zweiten Druckkammer 10 über ein Ventil 13 eine Druckmedienmasse einer Druckquelle 11 zugeführt werden, wobei währenddessen die Druckkammer 5 abgesperrt werden kann und somit eine konstante Druckmedienmasse während der Messung mit dem Hydraulikspeicher 9 und der Verbindungsleitung 8 ausbildet.

[0097] Ein Hydraulikspeicher 9 dieser oder ähnlicher Art kann bei einigen Ausführungsformen ohnehin vorgesehen sein, beispielsweise um Energie durch Rekuperation einzusparen.

[0098] Wenn nun der Hydraulikspeicher 9 beispielsweise als Blasen Speicher (wie durch Fig. 2 oder 3 gezeigt) ausgebildet ist, kann durch eine geeignete Wahl des Gegendruckes im Blasen Speicher das Kompressionsverhalten wesentlich variiert werden, wodurch auch höhere Kompressionsvolumina ΔV_K ermöglicht werden, um größere Positionsveränderungen des Kolbens 4 festzustellen.

[0099] Der in den Figuren 2 und 3 gezeigte Hydraulikspeicher 9 ist als fluidbetätigter Blasen Speicher ausgebildet, welcher als Betätigungsmedium ein Gas (beispielsweise Stickstoff, Luft oder andere Gase) aufweist.

[00100] Die Feststellung des kinematischen Parameters im Kolben 4 durch die Recheneinheit 7 kann wiederum - wie zuvor beschrieben - über eine vorhergehende Kalibrierung und Ermittlung einer Referenzkurve erfolgen oder auch durch eine Berechnung des Kompressionsvolumens, wobei bei den Ausführungsformen der Fig. 2 und 3 folgende Formel herangezogen werden kann,

um nicht nur die Kompressibilität der Druckmedienmasse, sondern des ganzen Systems zu berücksichtigen:

$$\Delta V_K = \frac{V_0 \left[\left(\frac{p_0}{p_1} \right)^{\frac{1}{n}} - \left(\frac{p_0}{p_2} \right)^{\frac{1}{n}} \right]}{C_a}$$

[00101] n Polytrophenexponent

[00102] V_0 effektives Gasvolumen des Hydraulikspeichers

[00103] ΔV_K Kompressionsvolumen

[00104] p_0 Gasfülldruck des Hydraulikspeichers

[00105] p_1 Druck bei Beginn der Messung in der Druckkammer 5

[00106] p_2 Druck bei Ende der Messung in der Druckkammer 5

[00107] C_a Korrekturfaktor für adiabatische Zustandsänderung

[00108] Für den vorliegenden Fall (im Fall der adiabatischen Zustandsänderungen) gilt als Polytropenexponent $n = 1,4$.

[00109] Die Kompressibilität des Hydraulikfluids ist aufgrund der geringen Größe vernachlässigbar und wurde in der Berechnung nicht berücksichtigt.

[00110] Die durch die Figuren 1 bis 3 erläuterten Ausführungsformen einer hydraulischen Antriebseinheit 1 können beispielsweise ihren Einsatz als hydraulische Antriebseinheit 1 für einzelne Bewegungen bei einer Formgebungsmaschine 2, vorzugsweise einer Spritzgießmaschine, finden.

[00111] Vorzugsweise kann ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen hydraulischen Antriebseinheit 1 zum Antreiben einer Verriegelungsmutter 19 gegenüber einem Holm 15 und/oder als Druckkissen 20 zum Schließkraftaufbau bei einer Schließeinheit 16 verwendet werden.

[00112] Fig. 4 zeigt ein viertes Ausführungsbeispiel einer hydraulischen Antriebseinheit 1, welche einen mechanisch betätigten Hydraulikspeicher 9 aufweist, wobei der Gegendruck über das Federelement 33 (geeignete Wahl des Federelements 33) variiert und/oder eingestellt werden kann.

[00113] Die verbleibenden Merkmale des Ausführungsbeispiels der Fig. 4 entsprechen im Wesentlichen denen der Fig. 2.

[00114] Fig. 5 zeigt ein fünftes Ausführungsbeispiel einer hydraulischen Antriebseinheit 1, wobei die Druckkammer 5 in die Kolben-Zylinder-Einheit integriert ausgeführt ist und einen Hydraulikspeicher bildet.

[00115] Das Druckmedium in der Druckkammer 5 kann beispielsweise durch Stickstoff, Luft oder ein anderes Gas umgesetzt werden.

[00116] Bei Kompression des Druckmediums in der Druckkammer 5 kann unter Berücksichtigung der Kompressibilität des Druckmediums und des Druckes in der Druckkammer 5 (welcher über den Drucksensor 6 feststellbar ist) ein kinematischer Parameter des Kolbens 4 ermittelt werden.

[00117] Die verbleibenden Merkmale entsprechen im Wesentlichen denen der Fig. 3.

[00118] Die in Fig. 6 beispielhaft dargestellte Formgebungsmaschine 2 ist eine Spritzgießmaschine und weist eine Einspritzeinheit 21 und eine Schließeinheit 16 auf, welche gemeinsam auf einem Maschinenrahmen 22 angeordnet sind. Der Maschinenrahmen 22 könnte alternativ auch mehrteilig ausgebildet sein.

[00119] Die Schließeinheit 16 weist eine feststehende Formaufspannplatte 23 und eine relativ

dazu verschiebbare bewegbare Formaufspannplatte 24 auf.

[00120] Alternativ sind auch Ausführungsvarianten mit einer Stirnplatte 21 möglich. Solche Schließeinheiten werden auch als Drei-Platten-Schließeinheiten bezeichnet.

[00121] Die bewegbare Formaufspannplatte 24 ist über einen hier nicht dargestellten Schließantrieb relativ zum Maschinenrahmen 22 bewegbar. Der Schließantrieb und die Schließeinheit 16 werden durch ein exemplarisches Ausführungsbeispiel in Fig. 6 näher erläutert.

[00122] An der festen Formaufspannplatte 23 und der beweglichen Formaufspannplatte 24 können Formhälften eines Formwerkzeugs 25 aufgespannt oder montiert werden (gestrichelt dargestellt).

[00123] Die feste Formaufspannplatte 23 und die bewegliche Formaufspannplatte 24 sind zueinander durch die Holme 15 gelagert und geführt.

[00124] Das in Fig. 6 geschlossen dargestellte Formwerkzeug 25 weist wenigstens eine Kavität auf. Zur Kavität führt ein Einspritzkanal, über welchen eine plastifizierte Masse der Plastifiziereinheit 26 zugeführt werden kann.

[00125] Fig. 6 zeigt eine Formgebungsmaschine 2 mit einer Einspritzeinheit 21, wobei die in diesem Ausführungsbeispiel gezeigte Einspritzeinheit 21 eine Einspritzschnecke aufweist, welche auch zur Plastifizierung eines zu plastifizierenden Materials genutzt wird.

[00126] Die Einspritzschnecke ist im Massezylinder 27 axial entlang einer Längsachse verschiebbar gelagert.

[00127] Diese Bewegungen werden über eine schematisch dargestellte Antriebseinheit 28 angetrieben.

[00128] Bevorzugt umfasst diese Antriebseinheit 28 einen hydraulischen Drehantrieb für die Drehbewegung und einen linearen hydraulischen Antrieb für die axiale Einspritzbewegung.

[00129] Die Plastifiziereinheit 26 (und somit die Einspritzeinheit 21) steht mit der zentralen Steuer- oder Regelvorrichtung 14 in signaltechnischer Verbindung.

[00130] Die zentrale Steuer- oder Regelvorrichtung 14 kann also gleichzeitig die Steuer- oder Regelvorrichtung 14 des Hydrauliksystems 1 sein.

[00131] In alternativen Ausführungsformen ist die Steuer- oder Regelvorrichtung 14 des Hydrauliksystems 1 und der Formgebungsmaschine separat ausgeführt.

[00132] Analog kann die Recheneinheit 7 separat oder integral mit der Steuer- oder Regelvorrichtung 14 ausgeführt sein.

[00133] Von der zentralen Steuer- oder Regelvorrichtung 14 werden Steuerbefehle beispielweise an die Plastifiziereinheit 26, die Einspritzeinheit 21 oder an die Schließeinheit 16 ausgegeben.

[00134] Die zentrale Steuer- oder Regelvorrichtung 14 kann mit einer Bedieneinheit 29 und/oder einer Anzeigevorrichtung 30 über eine signalleitende Verbindung verbunden sein oder integraler Bestandteil einer solchen Bedieneinheit 29 sein.

[00135] Die Recheneinheit 7 kann signalverbunden mit der zentralen Steuer- oder Regelvorrichtung 14 der Formgebungsmaschine 2 sein und/oder als integraler Bestandteil der zentralen Steuer- oder Regelvorrichtung 14 ausgebildet sein.

[00136] In Fig. 7 ist eine Seitendarstellung einer Schließeinheit 16 einer Formgebungsmaschine 2 - in diesem Fall einer Spritzgießmaschine - gezeigt.

[00137] Die Schließeinheit 16 des Ausführungsbeispiels ist wiederum als Zwei-Platten-Schließeinheit ausgebildet, wobei eine bewegliche Formaufspannplatte 24 gegenüber einer festen Formaufspannplatte 23 linear am Maschinenrahmen 22 bewegbar ist.

[00138] Zur Umsetzung dieser linearen Bewegung der beweglichen Formaufspannplatte 24 sind einerseits der Eilhubantrieb 31 und andererseits die Druckkissen 20 vorgesehen.

[00139] Im Folgenden soll der übliche Bewegungsablauf einer solchen Schließeinheit 16 anhand einer Schließbewegung erläutert werden. Analoges gilt in entgegengesetzter Richtung für das Öffnen der Schließeinheit 16.

[00140] So werden zwei Formwerkzeughälften eines Formwerkzeugs 25 (in dieser Figur aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht dargestellt), welche an den Formaufspannplatten 23, 24 angeordnet sind, zunächst über den als Kolben-Zylinder-Einheit ausgebildeten Eilhubantrieb 31 aneinander angenähert, bis diese aneinander anliegen oder kurz davorstehen.

[00141] Anschließend werden die Verriegelungsmuttern 19 mit ihrem Innenprofil an ein entsprechendes Außenprofil der Holme 15 verriegelt, wobei die Verriegelungsmuttern 19 durch Eingreifen des Innenprofils an das Außenprofil der Holme 15 die bewegliche Formaufspannplatte 24 fest mit den Holmen 15 verbinden.

[00142] Nach Verriegelung der Verriegelungsmuttern 19 wird über die Druckkissen 20 die bewegliche Formaufspannplatte 24 über die Holme 15 gegenüber der festen Formaufspannplatte 23 herangezogen, bis die Formhälften des Formwerkzeugs 25 aneinander anliegen und anschließend noch zusätzlich ein Druck zwischen der beweglichen Formaufspannplatte 24 und der festen Formaufspannplatte 23 (über das dazwischen angeordnete Formwerkzeug 25) aufgebaut wird, welcher Druck als Schließkraft der Schließeinheit 26 dient.

[00143] Die Betätigung der Verriegelungsmuttern 19 als auch die Druckkissen 20 dieses Ausführungsbeispiels sind durch erfindungsgemäße Ausführungsformen einer hydraulischen Antriebseinheit 1 umgesetzt, wodurch durch eine Recheneinheit 7 der kinematische Parameter der Kolben 4 festgestellt werden kann und somit eine Istposition, eine Geschwindigkeit, eine Beschleunigung und/oder eine Positionsveränderung der Verriegelungsmuttern 19 und/oder der Druckkissen 20 festgestellt werden kann.

BEZUGSZEICHENLISTE:

- 1 Antriebseinheit
- 2 Formgebungsmaschine
- 3 Zylinder
- 4 Kolben
- 5 Druckkammer
- 6 Drucksensor
- 7 Recheneinheit
- 8 Verbindungsleitung
- 9 Hydraulikspeicher
- 10 zweite Druckkammer
- 11 Druckquelle
- 12 Pumpe
- 13 Ventil
- 14 Steuer- oder Regelvorrichtung
- 15 Holm
- 16 Schließeinheit
- 17 Ventil
- 18 Tank
- 19 Verriegelungsmutter
- 20 Druckkissen
- 21 Einspritzeinheit
- 22 Maschinenrahmen
- 23 feste Formaufspannplatte
- 24 bewegliche Formaufspannplatte
- 25 Formwerkzeug
- 26 Plastifiziereinheit
- 27 Massezylinder
- 28 Antriebseinheit
- 29 Bedieneinheit
- 30 Anzeigevorrichtung
- 31 Eilhubantrieb
- 32 Federelement

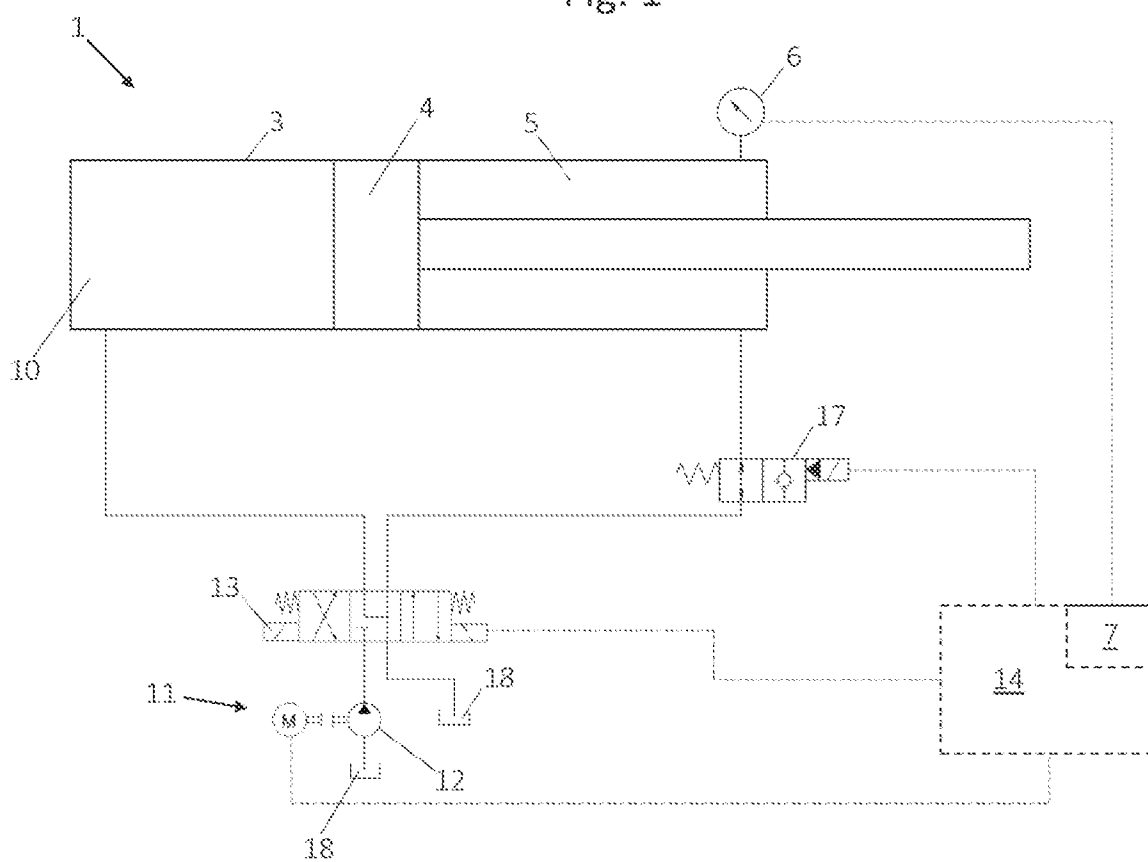
Patentansprüche

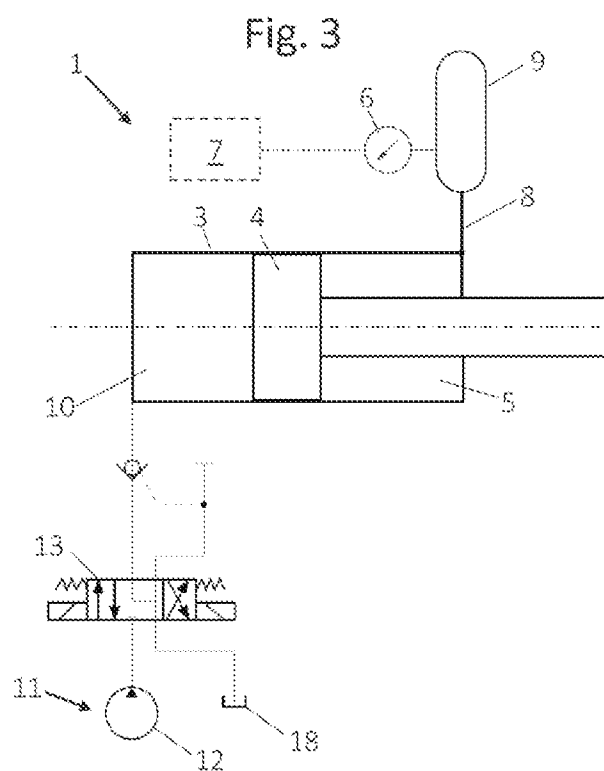
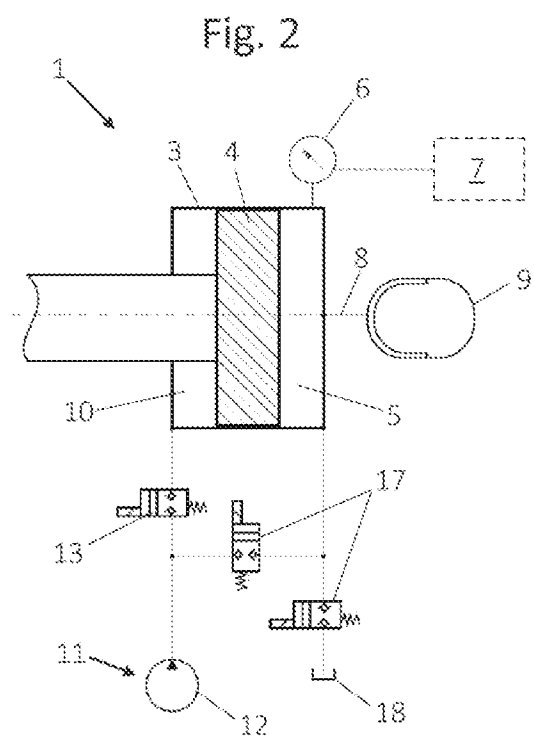
1. Formgebungsmaschine, insbesondere Spritzgießmaschine, mit einer hydraulischen Antriebseinheit umfassend
 - einen in einem Zylinder (3) linear verschiebbar angeordneten Kolben (4) und eine im Zylinder (3) durch den Kolben (4) begrenzte Druckkammer (5),
 - zumindest einen Drucksensor (6), welcher dazu ausgebildet ist, ein für den Druck in der Druckkammer (5) charakteristisches Signal zu erfassen, und
 - eine Recheneinheit (7), welche zum Entgegennehmen des charakteristischen Signals mit dem zumindest einen Drucksensor (6) signalverbunden ist,**dadurch gekennzeichnet**, dass die Recheneinheit (7) dazu ausgebildet ist, auf Basis des für den Druck in der Druckkammer (5) charakteristischen Signals einen kinematischen Parameter, bevorzugt eine Position und/oder eine Positionsveränderung, des Kolbens (4) festzustellen, wobei die Druckkammer (5) zumindest während der Messung des charakteristischen Signals mit einer konstanten Druckmedienmasse, vorzugsweise Hydraulikflüssigkeitsmasse, kooperiert.
2. Formgebungsmaschine nach Anspruch 1, wobei zumindest während der Messung des charakteristischen Signals die Druckkammer (5) im Zylinder (3) abgeschlossen ist und vorzugsweise eine konstante Druckmedienmasse einschließt.
3. Formgebungsmaschine nach Anspruch 1, wobei zumindest während der Messung des charakteristischen Signals die Druckkammer (5) über eine Verbindungsleitung (8) mit einem Hydraulikspeicher (9) verbunden ist, vorzugsweise wobei eine konstante Druckmedienmasse durch die Druckkammer (5), die Verbindungsleitung (8) und den Hydraulikspeicher (9) eingeschlossen ist.
4. Formgebungsmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Recheneinheit (7) dazu ausgebildet ist, den kinematischen Parameter durch einen in der Recheneinheit (7) hinterlegten Zusammenhang mit dem Druck festzustellen.
5. Formgebungsmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Antriebseinheit (1) einen Hydraulikspeicher (9), vorzugsweise einen Blasenspeicher und/oder Membranspeicher, besonders bevorzugt mit variablem Gegendruck, aufweist.
6. Formgebungsmaschine nach Anspruch 5, wobei der Hydraulikspeicher (9) als mechanisch, vorzugsweise federbetätigter, und/oder fluidbetätigter Hydraulikspeicher (9) ausgebildet ist.
7. Formgebungsmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Kolben (4) den Zylinder (3) in die (erste) Druckkammer (5) und eine zweite Druckkammer (10) unterteilt.
8. Formgebungsmaschine nach Anspruch 7, wobei die Antriebseinheit (1) eine Druckquelle (11), insbesondere wenigstens eine Pumpe, aufweist, vorzugsweise welche Druckquelle (11) mit der zweiten Druckkammer (10) verbunden oder verbindbar ist, um die zweite Druckkammer (10) mit einem Druck zu beaufschlagen.
9. Formgebungsmaschine nach Anspruch 8, wobei die Druckquelle (11) über ein Ventil (13) mit der zweiten Druckkammer (10) verbunden ist, vorzugsweise welches Ventil (13) durch eine Steuer- oder Regelvorrichtung (14) steuer- oder regelbar ist.
10. Formgebungsmaschine nach Ansprüche 8 oder 9, wobei die Recheneinheit (7) signalverbunden mit einer Steuer- oder Regelvorrichtung (14) der Druckquelle (11) verbunden ist und/oder als integraler Bestandteil der Steuer- oder Regelvorrichtung (14) ausgebildet ist, wobei der kinematische Parameter von der Steuer- oder Regelvorrichtung (14) zum Steuern oder Regeln der Druckquelle (11) als Istwert heranziehbar ist.
11. Formgebungsmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Zylinder (3) mit dem darin angeordneten Kolben (4) als doppelwirkende Kolben-Zylinder-Einheit ausgebildet ist.

12. Formgebungsmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Druckkammer (5) als stangenseitige Kammer einer Kolben-Zylinder-Einheit ausgebildet ist.
13. Formgebungsmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die wenigstens eine Antriebseinheit (1) zum Antreiben einer Verriegelungsmutter (19) gegenüber einem Holm (15) und/oder als Druckkissen (20) zum Schließkraftaufbau ausgebildet ist.
14. Verfahren zur Überwachung einer Formgebungsmaschine (2) mit einer hydraulischen Antriebseinheit (1), vorzugsweise einer Formgebungsmaschine (2) mit einer hydraulischen Antriebseinheit (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 13, welche hydraulische Antriebseinheit (1) einen in einem Zylinder (3) linear verschiebbar angeordneten Kolben (4) umfasst und eine im Zylinder (3) durch den Kolben (4) begrenzte Druckkammer (5), wobei ein Druck in der Druckkammer (5) gemessen wird und über den Druck, vorzugsweise eine ermittelte Druckveränderung, ein kinematischer Parameter, insbesondere eine Position und/oder eine Positionsveränderung, des Kolbens (4) festgestellt wird, wobei die Druckkammer (5) zumindest während der Messung des charakteristischen Signals mit einer konstanten Druckmedienmasse, vorzugsweise Hydraulikflüssigkeitsmasse, kooperiert.
15. Computerprogramm zur Überwachung einer Formgebungsmaschine (2) mit einer hydraulischen Antriebseinheit (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 13, umfassend Befehle, die bewirken, dass bei der Ausführung des Programms auf einem Computer die Formgebungsmaschine (2) die folgenden Schritte durchführt:
 - Entgegennehmen eines charakteristischen Signals für einen Druck in einer Druckkammer (5) und
 - Feststellen eines kinematischen Parameters, bevorzugt einer Position und/oder einer Positionsveränderung, eines Kolbens (4) der Druckkammer (5) auf Basis des für den Druck in der Druckkammer (5) charakteristischen Signals.

Hierzu 5 Blatt Zeichnungen

Fig. 1





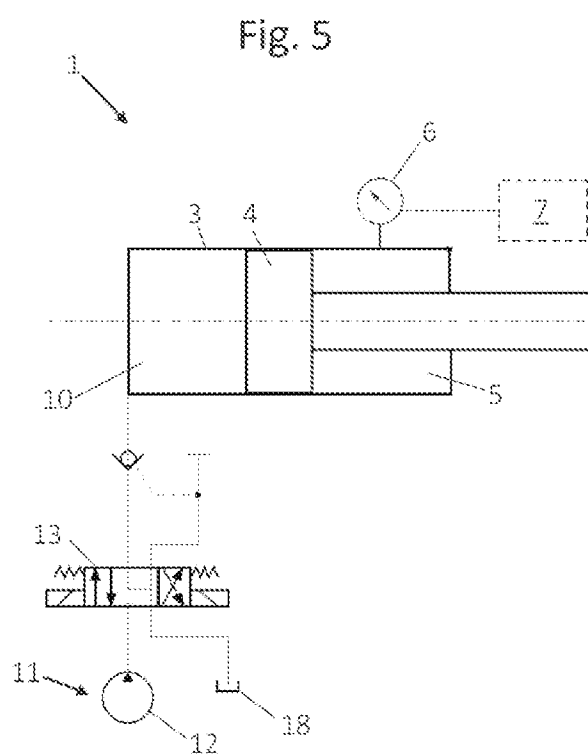
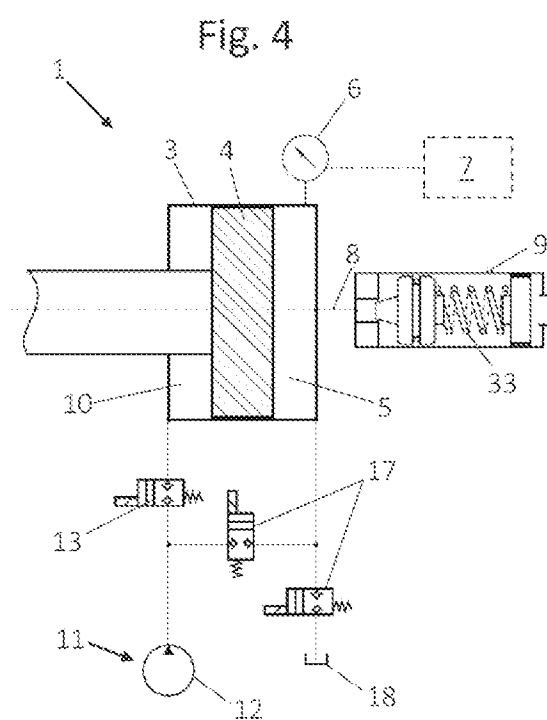


Fig. 6

