(19) österreichisches patentamt

(10) **AT 523856 B1 2022-03-15**

(12) # Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 50494/2020
(22) Anmeldetag: 05.06.2020
(45) Veröffentlicht am: 15.03.2022

(51) Int. Cl.: ***B29C 45/67*** (2006.01)
B29C 45/82 (2006.01)
B29C 45/17 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
DE 102017129117 A1
DE 881733 C
SU 521141 A1

(73) Patentinhaber:
ENGEL AUSTRIA GmbH
4311 Schwertberg (AT)

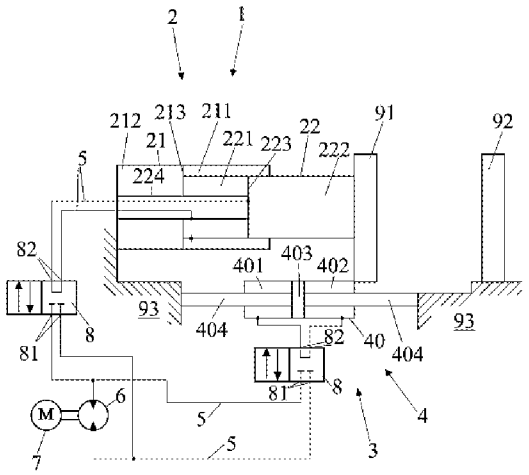
(72) Erfinder:
Bader Pascal Dipl.Ing. Dr.
4223 Katsdorf (AT)
Gattringer Klaus Hubert Ing.
4284 Tragwein (AT)

(74) Vertreter:
Robl Florian Mag. PhD
Maschler Christoph MMag. Dr.
Lercher Almar Dipl. Phys. Dr.
Hofinger Stephan Dipl.-Ing. Dr.
Hechenleitner Bernhard Dipl.-Ing. (FH) Dr.
Gangl Markus Mag. Dr.
6020 Innsbruck (AT)

(54) **Formgebungsmaschine mit einem geschlossenen, hydraulischen Antriebssystem**

(57) Formgebungsmaschine (9), insbesondere Spritzgießmaschine oder Spritzpresse, mit einem Maschinenrahmen (93),einer am Maschinenrahmen (93) bewegbar gelagerten Formaufspannplatte (91), einer am Maschinenrahmen (93) angeordneten, feststehenden Formaufspannplatte (92), einer Eilgangvorrichtung (3) zum Öffnen und Schließen der bewegbaren Formaufspannplatte (91) durch mindestens einen Aktor (4), einem hydraulischen Antriebssystem zum Antreiben des mindestens einen Aktors (4), wobei das hydraulische Antriebssystem als ein geschlossenes hydraulisches System ausgebildet ist, wobei die Formgebungsmaschine (9) zudem eine Schließkraftvorrichtung (1) zum Aufbau einer Schließkraft durch mindestens einen weiteren Aktor (2) aufweist, wobei das hydraulische Antriebssystem zudem mindestens ein Schaltelement (8) umfasst, wobei das mindestens eine Schaltelement (8) mindestens zwei Schaltstellungen aufweist, so dass je nach Schaltstellung wahlweise entweder der mindestens eine Aktor (4) der Eilgangvorrichtung (3) oder der mindestens eine Aktor (2) der Schließkraftvorrichtung (1) durch die mindestens eine Pumpe (6) antreibbar ist.

Fig. 1



AT 523856 B1 2022-03-15

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Formgebungsmaschine mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1 und ein Verfahren zum Bewegen einer Formaufspannplatte und zum Aufbau einer Schließkraft auf eine Schließeinheit einer Formgebungsmaschine mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 28.

[0002] Eine Schließeinheit von Formgebungsmaschinen umfasst typischerweise teils bewegliche Formaufspannplatten, mit welchen die Form eingeklemmt und unter Druck gesetzt wird. Diese Formaufspannplatten müssen einerseits bewegt werden und andererseits einen großen Druck auf die Form aufbauen.

[0003] Um dies zu bewerkstelligen, ist aus dem Stand der Technik bekannt, getrennte Antriebsvorrichtungen für die beiden Aufgaben zu verwenden: eine Eilgangvorrichtung ist für die Bewegung zuständig, während eine Schließkraftvorrichtung einen großen Druck auf die Form ausüben kann.

[0004] Ein Schließverfahren besteht demnach aus den zwei Schritten: Bewegung einer Formaufspannplatte zum Schließen der Form durch die Eilgangvorrichtung und Druckaufbau auf die Form durch die Schließkraftvorrichtung.

[0005] Aus dem Stand der Technik ist eine Vielzahl an verschiedenen Antriebsarten bekannt, insbesondere hydraulische und elektronische Antriebe.

[0006] Bei den hydraulischen Antrieben ist es bekannt, die hydraulischen Aktoren der Eilgangvorrichtung und Schließkraftvorrichtung mittels einer Pumpe innerhalb eines einzigen hydraulischen Systems anzutreiben. Diese hydraulischen Antriebe sind typischerweise als offene hydraulische Systeme mit einem Tank für das Hydraulikfluid ausgebildet.

[0007] Eine Alternative stellt die Verwendung von geschlossenen hydraulischen Systemen ohne Tank, oder allenfalls mit einem kleinen Tank zum Ausgleichen von Leckagen, dar. Diese Ausführung vermeidet den offenen Tank und den damit entstehenden Ölnebel.

[0008] Die Schrift DE 10 2017 129 117 A1 offenbart ein geschlossenes hydraulisches System mit mindestens zwei Aktoren zum Bewegen einer Formaufspannplatte einer Formgebungsmaschine und für den Druckaufbau. Diese hat jedoch den Nachteil, dass die Schließkraftvorrichtung in einem weiteren Schritt und durch eine weitere Antriebsvorrichtung an einer Säule festgeklemmt werden muss. Damit ist die Verwendung an holmlosen Formgebungsmaschinen nicht möglich.

[0009] Die Schrift DE 10 2019 100 287 A1 offenbart ein geschlossenes hydraulisches System mit mindestens zwei Aktoren zum Bewegen einer Formaufspannplatte einer Formgebungsmaschine. Die beiden Aktoren sind jedoch als Eilgangzylinder ausgelegt. Damit ist die Schließkraftvorrichtung nicht Teil des geschlossenen hydraulischen Systems und benötigt ein eigenes hydraulisches System.

[0010] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, diese Nachteile zu vermeiden. Insbesondere sollen eine verbesserte Formgebungsmaschine und ein verbessertes Verfahren zum Bewegen einer Formaufspannplatte und zum Aufbau einer Schließkraft auf eine Schließeinheit einer Formgebungsmaschine geschaffen werden.

[0011] Diese Aufgabe wird durch eine Formgebungsmaschine mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 28 gelöst. Bevorzugte Ausführungsbeispiele sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0012] In Bezug auf die Offenbarung der Erfindung ist mit „Wirkfläche in Schließrichtung“ die Wirkfläche einer Zylinderkammer, welche unter Druckbeaufschlagung ein Schließen der Schließeinrichtung bewirkt, gemeint. Die Terminologie verhält sich analog mit dem Ausdruck „Wirkfläche in Öffnungsrichtung“.

[0013] Eine erfindungsgemäße Formgebungsmaschine, insbesondere eine Spritzgießmaschine oder eine Spritzpresse, weist auf:

- einen Maschinenrahmen,
- eine am Maschinenrahmen bewegbar gelagerte Formaufspannplatte
- eine am Maschinenrahmen angeordnete, feststehende Formaufspannplatte,
- eine Eilgangvorrichtung zum Öffnen und Schließen der bewegbaren Formaufspannplatte durch mindestens einen Aktor,
- ein hydraulisches Antriebssystem zum Antreiben des mindestens einen Aktors

wobei das hydraulische Antriebssystem

- mindestens eine Pumpe zum Fördern von Hydraulikfluid, welche von mindestens einem Motor antreibbar ist, und
- Hydraulikleitungen, durch welche die mindestens eine Pumpe mit dem mindestens einen Aktor verbunden oder verbindbar ist

umfasst, wobei das hydraulische Antriebssystem als ein geschlossenes hydraulisches System ausgebildet ist.

[0014] Es ist vorgesehen, dass die Formgebungsmaschine zudem eine Schließkraftvorrichtung zum Aufbau einer Schließkraft durch mindestens einen weiteren Aktor aufweist, wobei das hydraulische Antriebssystem zudem

- Hydraulikleitungen, durch welche die mindestens eine Pumpe mit dem mindestens einen weiteren Aktor verbunden oder verbindbar ist und
- mindestens ein Schaltelement

umfasst, wobei das mindestens eine Schaltelement mindestens zwei Schaltstellungen aufweist, so dass je nach Schaltstellung wahlweise entweder der mindestens eine Aktor der Eilgangvorrichtung oder der mindestens eine Aktor der Schließkraftvorrichtung durch die Pumpe antreibbar ist.

[0015] Zudem ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass in einer ersten Schaltstellung der mindestens zwei Schaltstellungen die Anschlüsse an der Seite der mindestens einen Pumpe verschlossen sind und die Anschlüsse an der Seite des mindestens einen Aktors der Schließkraftvorrichtung miteinander verbunden sind, wobei in dieser Schaltstellung der mindestens eine Aktor der Schließkraftvorrichtung von der mindestens einen Pumpe entkoppelt und frei bewegbar ist, insbesondere durch Mitbewegung durch die vom mindestens einen Aktor der Eilgangvorrichtung bewegte Formaufspannplatte und/oder in einer zweiten Schaltstellung der mindestens zwei Schaltstellungen die Anschlüsse an der Seite der mindestens einen Pumpe verschlossen sind und die Anschlüsse an der Seite des mindestens einen Aktors der Eilgangvorrichtung miteinander verbunden sind, wobei in dieser Schaltstellung der mindestens eine Aktor der Eilgangvorrichtung von der mindestens einen Pumpe entkoppelt und frei bewegbar ist, insbesondere durch Mitbewegung durch die vom mindestens einen Aktor der Schließkraftvorrichtung bewegte Formaufspannplatte.

[0016] Damit kann die Eilgangvorrichtung und die Schließkraftvorrichtung, insbesondere einer holmlosen Formgebungsmaschine, mittels eines geschlossenen, hydraulischen Antriebsystems gemeinsam betrieben werden. Die Eilgangvorrichtung und die Schließkraftvorrichtung können wahlweise durch das hydraulische Antriebssystem angesteuert werden.

[0017] Ein erfindungsgemäßes Verfahren zum Bewegen einer Formaufspannplatte und zum Aufbau einer Schließkraft auf eine Schließeinheit einer Formgebungsmaschine, insbesondere einer Spritzgießmaschine oder Spritzpresse, beinhaltet eine Formgebungsmaschine, welche

- einen Maschinenrahmen,
- eine am Maschinenrahmen bewegbar gelagerte Formaufspannplatte,
- eine am Maschinenrahmen angeordnete, feststehende Formaufspannplatte,
- eine Eilgangvorrichtung zum Öffnen und Schließen der bewegbaren Formaufspannplatte durch mindestens einen Aktor,
- ein hydraulisches Antriebssystem zum Antreiben des mindestens einen Aktors

aufweist, wobei das hydraulische Antriebssystem

- mindestens eine Pumpe zum Fördern von Hydraulikfluid, welche von mindestens einem Motor antreibbar ist, und

- Hydraulikleitungen, durch welche die mindestens eine Pumpe mit dem mindestens einen Aktor verbunden oder verbindbar ist

umfasst, wobei das hydraulische Antriebssystem als ein geschlossenes hydraulisches System ausgebildet ist, wobei die Formgebungsmaschine zudem eine Schließkraftvorrichtung zum Aufbau einer Schließkraft durch mindestens einen weiteren Aktor aufweist, wobei das hydraulische Antriebssystem zudem

- Hydraulikleitungen, durch welche die mindestens eine Pumpe mit dem mindestens einen weiteren Aktor verbunden oder verbindbar ist und
- mindestens ein Schaltelement

umfasst.

[0018] Das erfindungsgemäße Verfahren weist die folgenden Verfahrensschritte auf:

- Antreiben mindestens eines Aktors der Eilgangvorrichtung durch Einstellung einer ersten Schaltstellung des mindestens einen Schaltelements zur Bewegung der bewegbaren Formaufspannplatte, wobei beim Antreiben des mindestens einen Aktors der Eilgangvorrichtung der mindestens eine Aktor der Schließkraftvorrichtung hydraulisch entkoppelt ist,
- Antreiben mindestens eines Aktors der Schließkraftvorrichtung durch Einstellung einer zweiten Schaltstellung des mindestens einen Schaltelements zum Schließkraft auf die bewegbare Formaufspannplatte, wobei beim Antreiben des mindestens einen Aktors der Schließkraftvorrichtung der mindestens eine Aktor der Eilgangvorrichtung hydraulisch entkoppelt ist.

[0019] Dabei ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass beim Antreiben des mindestens einen Aktors der Eilgangvorrichtung durch die Bewegung aufgrund der mechanischen Kopplung über die Formaufspannplatte im mindestens einen Aktor der Schließkraftvorrichtung Hydraulikfluid umgewälzt wird und/oder beim Antreiben des mindestens einen Aktors der Schließkraftvorrichtung durch die Bewegung aufgrund der mechanischen Kopplung über die Formaufspannplatte im mindestens einen Aktor der Eilgangaufbauvorrichtung Hydraulikfluid umgewälzt wird.

[0020] Damit kann die Eilgangvorrichtung und die Schließkraftvorrichtung unabhängig voneinander mittels eines geschlossenen, hydraulischen Antriebssystems angetrieben werden.

[0021] Bei einem Ausführungsbeispiel ist das mindestens eine Schaltelement zwischen der mindestens einen Pumpe und mindestens einem Aktor angeordnet und weist

- zwei Anschlüsse an der Seite der mindestens einen Pumpe,
- zwei Anschlüsse an der Seite des mindestens einen Aktors

auf.

[0022] Bei einem Ausführungsbeispiel ist in einer Schaltstellung der wenigstens zwei Schaltstellungen jeweils ein Anschluss an der Seite der mindestens einen Pumpe mit einem Anschluss an der Seite des mindestens einen Aktors verbunden, wobei in diesem Fall der mindestens eine Aktor von der mindestens einen Pumpe mit Hydraulikfluid versorgbar und antreibbar. In einer anderen Schaltstellung der wenigstens zwei Schaltstellungen sind die Anschlüsse an der Seite der mindestens einen Pumpe verschlossen und die Anschlüsse an der Seite des mindestens einen Aktors miteinander verbunden, wobei in dieser Schaltstellung der mindestens eine Aktor von der mindestens einen Pumpe entkoppelt und frei bewegbar ist, insbesondere durch Mitbewegung durch die von einem anderen Aktor bewegte Formaufspannplatte.

[0023] Bei einem Ausführungsbeispiel sind in dem hydraulischen Antriebssystem mindestens ein erstes Schaltelement zwischen der mindestens einen Pumpe und dem mindestens einen Aktor der Eilgangvorrichtung und mindestens ein zweites Schaltelement zwischen der mindestens einen Pumpe und dem mindestens einen Aktor der Schließkraftvorrichtung angeordnet, wobei das mindestens eine erste und/oder das mindestens eine zweite Schaltelement bevorzugt als 4-Port/2-Wege-Ventil ausgebildet ist.

[0024] Bei einem Ausführungsbeispiel weist die Formgebungsmaschine eine Hydrauliksteuervorrichtung zur Steuerung des mindestens einen Schaltelements auf, wobei die Hydrauliksteuervorrichtung als Teil der Steuervorrichtung der Formgebungsmaschine oder als eigene Steuervorrich-

tung, welche mit der Steuervorrichtung der Formgebungsmaschine gekoppelt ist, ausgebildet ist.

[0025] Typischerweise ist die Wirkfläche in Schließrichtung des mindestens einen Aktors der Schließkraftvorrichtung größer als die Wirkfläche in Schließrichtung des mindestens einen Aktors der Eilgangvorrichtung, beispielsweise 20- bis 40-mal oder 25- bis 35-mal so groß.

[0026] Bei einem Ausführungsbeispiel ist die Anzahl der Aktoren der Formgebungsmaschine derart ausgeformt, dass die Summe der Wirkflächen in Schließrichtung im Wesentlichen gleich groß wie die Summe der Wirkflächen in Öffnungsrichtung ist.

[0027] Bei einem Ausführungsbeispiel ist mindestens ein Aktor derart ausgeformt, dass seine Wirkfläche in Schließrichtung im Wesentlichen gleich groß wie seine Wirkfläche in Öffnungsrichtung ist.

[0028] Bei einem Ausführungsbeispiel umfasst mindestens ein Aktor der Schließkraftvorrichtung und/oder der Eilgangvorrichtung

- einen Zylinder,
- einen Kolben und
- eine erste Kolbenstange und eine zweite Kolbenstange

wobei

- der Kolben im Zylinder bewegbar angeordnet ist und den Zylinderraum in eine erste Kammer und eine zweite Kammer teilt,
- die erste Kolbenstange auf der einen Seite des Kolbens angeordnet ist und die zweite Kolbenstange auf der anderen Seite des Kolbens angeordnet ist, so dass die beiden Kolbenstangen gemeinsam den Zylinder in seiner ganzen Länge durchragen,
- die erste Kammer und die zweite Kammer mit Hydraulikfluid gefüllt sind und
- die erste Kammer und die zweite Kammer jeweils mit mindestens einem Anschluss für Hydraulikleitungen versehen sind.

[0029] Bei einem Ausführungsbeispiel weisen die erste Kolbenstange und die zweite Kolbenstange die gleiche Querschnittsfläche auf, so dass die Wirkflächen in Schließ- und Öffnungsrichtung im Wesentlichen gleich groß sind.

[0030] Bei einem Ausführungsbeispiel umfasst mindestens ein Aktor der Schließkraftvorrichtung und/oder der Eilgangvorrichtung

- einen ersten Zylinder mit einem ersten Zylinderraum, einen ersten Kolben und eine erste Kolbenstange,
- einen zweiten Zylinder mit einem zweiten Zylinderraum, einen zweiten Kolben und eine zweite Kolbenstange,

wobei für den ersten und den zweiten Zylinder gilt, dass

- die jeweilige Kolbenstange auf einer Seite des jeweiligen Kolbens angeordnet ist,
- der jeweilige Kolben im jeweiligen Zylinder bewegbar angeordnet ist und den jeweiligen Zylinderraum in eine erste Kammer und eine zweite Kammer teilt, wobei die erste Kammer von der Kolbenstange durchragt wird.

[0031] Bei einem Ausführungsbeispiel umfasst mindestens ein Aktor der Schließkraftvorrichtung und/oder der Eilgangvorrichtung

- einen ersten Zylinder mit einem ersten Zylinderraum,
- einen zweiten Zylinder mit einem zweiten Zylinderraum,
- einen Kolben mit einer Kolbenstange

wobei

- der Durchmesser des ersten Zylinders größer als der Durchmesser des zweiten Zylinders ist,
- der zweite Zylinder im ersten Zylinder in Längsrichtung der beiden Zylinder bewegbar angeordnet ist,
- eine Stirnfläche des zweiten Zylinders zu einem Kolben erweitert ist, welcher den ersten Zylinderraum in eine erste und eine zweite Kammer teilt, wobei die erste Kammer vom zweiten Zylinder durchragt wird,

- die Kolbenstange fest mit dem ersten Zylinder verbunden ist und den ersten Zylinderraum und den zweiten Zylinderraum durchragt, wobei der im zweiten Zylinderraum am Ende der Kolbenstange angeordnete Kolben den zweiten Zylinderraum in eine erste Kammer und eine zweite Kammer teilt, wobei die erste Kammer von der Kolbenstange durchragt wird.

[0032] Bei einem Ausführungsbeispiel
- sind die zwei Kammern des zweiten Zylinders und die erste Kammer des ersten Zylinders mit Hydraulikfluid gefüllt,
- weisen die erste Kammer des zweiten Zylinders und die erste Kammer des ersten Zylinders hydraulisch miteinander verbunden sind und in ihrer Gesamtheit mindestens einen hydraulischen Anschluss auf,
- weist die zweite Kammer des zweiten Zylinders mindestens einen hydraulischen Anschluss auf.

[0033] Bei einem Ausführungsbeispiel ist die Summe der Querschnittsflächen der ersten Kammer des ersten Zylinders und der ersten Kammer des zweiten Zylinders im Wesentlichen gleich groß wie die Querschnittsfläche der zweiten Kammer des zweiten Zylinders, so dass die Wirkflächen in Schließ- und Öffnungsrichtung im Wesentlichen gleich groß sind.

[0034] Bei einem Ausführungsbeispiel umfasst mindestens ein Aktor der Schließkraftvorrichtung und/oder der Eilgangvorrichtung
- einen ersten Zylinder mit erstem Zylinderraum,
- einen zweiten Zylinder mit zweiten Zylinderraum,
- eine Kolbenstange

wobei
- der Durchmesser des ersten Zylinders größer als der Durchmesser des zweiten Zylinders ist,
- der zweite Zylinder im ersten Zylinder in Längsrichtung der beiden Zylinder bewegbar angeordnet ist,
- eine Stirnfläche des zweiten Zylinders zu einem Kolben erweitert ist, welcher den ersten Zylinderraum in eine erste und eine zweite Kammer teilt, wobei die erste Kammer vom zweiten Zylinder durchragt wird
- die Kolbenstange fest mit dem ersten Zylinder verbunden ist und den ersten Zylinderraum und den zweiten Zylinderraum durchragt, wobei die Kolbenstange denselben Durchmesser wie der zweite Zylinderraum hat und damit den zweiten Zylinderraum je nach Eindringtiefe zu einer Kammer variabler Größe verkleinert,
- die erste Kammer des ersten Zylinders und die Kammer des zweiten Zylinders mit Hydraulikfluid gefüllt ist,
- die erste Kammer des ersten Zylinders mindestens einen hydraulischen Anschluss aufweist,
- die Kammer des zweiten Zylinders mindestens einen hydraulischen Anschluss aufweist.

[0035] Bei einem Ausführungsbeispiel ist die Querschnittsfläche der ersten Kammer des ersten Zylinders im Wesentlichen gleich groß wie die Querschnittsfläche der Kammer des zweiten Zylinders, so dass die Wirkflächen in Schließ- und Öffnungsrichtung im Wesentlichen gleich groß sind.

[0036] Bei einem Ausführungsbeispiel sind der mindestens eine Aktor der Eilgangvorrichtung und der mindestens eine Aktor der Schließkraftvorrichtung jeweils derart ausgeformt, dass die jeweilige Wirkfläche in Schließrichtung im Wesentlichen größer oder kleiner als die jeweilige Wirkfläche in Öffnungsrichtung ist, wobei der mindestens eine Aktor der Eilgangvorrichtung hydraulisch mit dem mindestens einen Aktor der Schließkraftvorrichtung verbunden ist.

[0037] Bei einem Ausführungsbeispiel weist mindestens ein Aktor der Eilgangvorrichtung einen ersten Zylinder, einen ersten Zylinderraum, eine erste Kolbenstange und einen ersten Kolben, und mindestens ein Aktor der Schließkraftvorrichtung einen zweiten Zylinder, einen zweiten Zylinderraum, eine zweite Kolbenstange und einen zweiten Kolben auf, wobei für beide Aktoren gilt, dass

- die jeweilige Kolbenstange auf einer Seite des jeweiligen Kolbens angeordnet ist,
- der jeweilige Kolben im jeweiligen Zylinder bewegbar angeordnet ist und den jeweiligen Zylinderraum in eine erste Kammer und eine zweite Kammer teilt, wobei die erste Kammer von der Kolbenstange durchragt wird

und wobei

- alle vier Kammern mit Hydraulikfluid gefüllt sind
- eine hydraulische Verbindung zwischen den beiden Aktoren besteht.

[0038] Bei einem Ausführungsbeispiel sind die beiden Aktoren so an der bewegbaren Formaufspannplatte befestigt, dass eine Bewegung der Formaufspannplatte in Schließrichtung oder in Öffnungsrichtung ein Ausfahren der ersten Kolbenstange aus dem ersten Zylinder und ein Einfahren der zweiten Kolbenstange in den zweiten Zylinder zur Folge hat.

[0039] Bei einem Ausführungsbeispiel ist die Summe der Querschnittsflächen der ersten Kammer des ersten Zylinders und der zweiten Kammer des zweiten Zylinders im Wesentlichen gleich groß wie die Summe der Querschnittsflächen der zweiten Kammer des ersten Zylinders und der ersten Kammer des zweiten Zylinders, so dass die Summe der Wirkflächen in Schließ- und Öffnungsrichtung im Wesentlichen gleich groß sind.

[0040] Bei einem Ausführungsbeispiel sind zwei Aktoren, insbesondere ein Aktor der Eilgangvorrichtung und ein Aktor der Schließkraftvorrichtung, jeweils umfassend einen Zylinder und einen Kolben, derart ausgebildet, dass die zwei Zylinder längs hintereinander angeordnet sind, so dass der Kolben des ersten Zylinders mit dem Kolben des zweiten Zylinders durch eine Kolbenstange verbunden ist.

[0041] Bei einem Ausführungsbeispiel ist mindestens ein Aktor, vorzugsweise mindestens ein Aktor der Eilgangvorrichtung, mit einem Ausgleichsbehälter gekoppelt.

[0042] Bei einem Ausführungsbeispiel ist die bewegte Formaufspannplatte durch das hydraulische System, insbesondere durch den mindestens einen Motor der mindestens einen Pumpe, abbremsbar.

[0043] Bei einem Ausführungsbeispiel ist der mindestens eine Motor als Generator verwendbar ist, wodurch beim Abbremsen der bewegten Formaufspannplatte elektrische Energie gewinnbar. Die gewonnene elektrische Energie kann dabei wieder der Formgebungsmaschine zugeführt werden. Auch kann die elektrische Energie anderweitig verwendet werden.

[0044] Bei einem Ausführungsbeispiel ist mindestens ein Aktor, insbesondere mindestens ein Aktor der Schließkraftvorrichtung, direkt und ohne Hebel an der bewegbaren Formaufspannplatte angeordnet. Insbesondere ist auch kein Kniehebel vorgesehen.

[0045] Die Formgebungsmaschine kann als Horizontalmaschine ausgebildet sein, sodass die bewegbare Formaufspannplatte in einer horizontalen Richtung relativ zur feststehenden Formaufspannplatte verfahrbar ist. Die Formgebungsmaschine kann aber auch als Vertikalmaschine ausgebildet sein, sodass die bewegbare Formaufspannplatte in einer vertikalen Richtung relativ zur feststehenden Formaufspannplatte verfahrbar ist. Bevorzugt ist die Formgebungsmaschine als Horizontalmaschine ausgebildet.

[0046] Bei einem Ausführungsbeispiel ist zwischen der bewegbaren und der feststehenden Formaufspannspannplatte eine dritte Formaufspannplatte angeordnet.

[0047] Bei einem Ausführungsbeispiel ist die Formgebungsmaschine als holmlose Formgebungsmaschine ausgebildet, insbesondere als holmlose Spritzgießmaschine.

[0048] Bei einem Ausführungsbeispiel ist die Formgebungsmaschine als Kunststoffspritzgießmaschine ausgebildet.

[0049] Ein Ausführungsbeispiel des Verfahrens weist den folgenden zusätzlichen Verfahrensschritt auf:

- Abbremsen der Formaufspannplatte durch mindestens einen Aktor der Eilgangvorrichtung durch Erzeugen eines Gegendrucks.

[0050] Ein Ausführungsbeispiel des Verfahrens weist den folgenden zusätzlichen Verfahrensschritt auf:

- Abbremsen der Formaufspannplatte durch Antreiben des als Generator fungierenden mindestens einen Motors der mindestens einen Pumpe durch die träge Masse der Formaufspannplatte, wobei dadurch elektrische Energie zurückgewonnen wird.

[0051] Allgemein sind mit der vorliegenden Erfindung in den unterschiedlichen Ausführungsbeispielen die folgenden Vorteile gegeben:

- kein Ölnebel durch offene Oberflächen im Hydrauliktank, was eine Reduktion von Schmutz zur Folge hat,
- höhere Energieeffizienz,
- Rückgewinnung der Bewegungsenergie der bewegbaren Formaufspannplatte,
- der Antrieb von Aktoren kann nicht nur mit Druckbeaufschlagung, sondern auch mittels Erzeugens eines Unterdrucks bewerkstelligt werden („Saugen"),
- verkleinerter Platzbedarf bei verschachtelter Ausführungsform des Aktors der Schließkraftvorrichtung,
- kompakte und günstige Bauform von Gleichgangzylindern, ohne eine gespiegelte Anordnung wie in DE 10 2019 100 287 A1
- Verwendung von holmlosen Formgebungsmaschinen ist vorgesehen und möglich, was dem Bediener erlaubt, größere Werkzeuge zu verwenden.

[0052] Ausführungsbeispiele der Erfindung werden anhand der Figuren diskutiert. Dabei zeigen:

[0053] Fig. 1 schematische Darstellung des geschlossenen hydraulischen Systems mit einem Aktor der Schließkraftvorrichtung und einem Aktor der Eilgangvorrichtung,

[0054] Fig. 2 eine Schließeinheit einer Spritzgießmaschine mit einem Aktor der Schließkraftvorrichtung und einem Aktor der Eilgangvorrichtung,

[0055] Fig. 3a-c verschiedene Stellungen des Aktors der Schließkraftvorrichtung und des Aktors der Eilgangvorrichtung während der Schließbewegung,

[0056] Fig. 4a-d verschiedene Ausführungsbeispiele eines Aktors,

[0057] Fig. 5 hydraulisch gekoppelte, gespiegelt verbaute Aktoren der Schließkraftvorrichtung und der Eilgangvorrichtung, und

[0058] Fig. 6a-d verschiedene Ausführungsbeispiele eines Aktors.

[0059] Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung des geschlossenen hydraulischen Systems mit einem Aktor 2 der Schließkraftvorrichtung 1 und einem Aktor 4 der Eilgangvorrichtung 3 für eine Kraftausübung auf die bewegbare Formaufspannplatte 91. Zudem sind die feststehende Formaufspannplatte 92 und der Maschinenrahmen 93 der Formgebungsmaschine 9 gezeigt. Die beiden Aktoren 2, 4 werden von einer von einem Motor 7 angetriebenen Pumpe 6 über Hydraulikleitungen 5 mit Hydraulikfluid angetrieben. Der hydraulische Antrieb kann auch mehrere Pumpen 6 und/oder mehrere Motoren 7 aufweisen.

[0060] Dabei ist zwischen der Pumpe 6 und dem Aktor 2 der Schließkraftvorrichtung 1 und zwischen der Pumpe 6 und dem Aktor 4 der Eilgangvorrichtung 3 jeweils ein Schaltelement 8 angeordnet. Dieses Schaltelement 8 kann als 2-Port/2-Wege-Ventil ausgeformt sein, verfügt also über zwei Anschlüsse 81 an der Seite der Pumpe 6 und über zwei Anschlüsse 82 an der Seite des Aktors 2, 4. Zudem verfügen beide Schaltelemente 8 jeweils über zwei Schaltstellungen, wobei eine erste Schaltstellung jeweils einen Anschluss 81 mit einem Anschluss 82 verbindet, und wobei eine zweite Schaltstellung die Anschlüsse 82 an der Seite des Aktors 2, 4 miteinander verbindet. In der ersten Schaltstellung wird demnach Hydraulikfluid zum Aktor 2, 4 gefördert und der Aktor 2, 4 kann angetrieben werden um Druck auf die Formaufspannplatte 91 auszuüben oder diese zu bewegen. In der zweiten Schaltstellung ist der Aktor 2, 4 von der Pumpe 6 entkoppelt, wobei sich der Aktor 2, 4 frei bewegen kann. Bei einer Bewegung des Aktors 2, 4 wird Hydraulikfluid über die Hydraulikleitungen 5 und das Schaltelement 8 umgewälzt.

[0061] Das Schließen der Formaufspannplatte 91 funktioniert folgendermaßen: In einem ersten Schritt wird das Schaltelement 8 zwischen der Pumpe 6 und dem Aktor 4 der Eilgangvorrichtung 3 in die erste Schaltstellung und das Schaltelement 8 zwischen der Pumpe 6 und dem Aktor 2 der Schließkraftvorrichtung 1 in die zweite Schaltstellung gebracht. Damit wird der Aktor 4 der Eilgangvorrichtung 3 angetrieben und die Formaufspannplatte 91 bewegt. Währenddessen kann sich der Aktor 2 der Schließkraftvorrichtung 1 passiv mitbewegen. Nachdem das Werkzeug zwischen den Formaufspannplatten 91 und 92 eingespannt ist, wird in einem zweiten Schritt die Schaltstellung beider Schaltelemente 8 gewechselt, so dass nun der Aktor 2 der Schließkraftvorrichtung 1 von der Pumpe 6 angetrieben wird. In diesem zweiten Schritt wird ein großer Druck auf die Formaufspannplatte 91 ausgeübt. Das Öffnen folgt analog in umgekehrter Richtung, wobei dazu die Drehrichtung des Motors 7 und damit die Förderrichtung des Hydraulikfluids über die Pumpe 6 umgedreht werden. Dies ist ein Vorteil eines geschlossenen Hydrauliksystems. In einem offenen Hydrauliksystem kann die Pumpe 6 nur in eine Richtung fördern und die Umschaltung der Förderrichtung erfolgt mittels eines Ventils.

[0062] Der Aktor 4 der Eilgangvorrichtung 3 weist einen Zylinder 40, einen Kolben 403 und zwei Kolbenstangen 404 auf. Die Kolbenstangen 404 sind an beiden Seiten des Kolbens 403 angeordnet und durchragen gemeinsam den Zylinder 40 in seiner gesamten Länge. Der Kolben 403 teilt den Zylinderraum des Zylinders 40 in eine erste Kammer 401 und eine zweite Kammer 402. Die Kammern 401, 402 weisen jeweils einen Anschluss für eine Hydraulikleitung 5 auf. Damit kann wahlweise eine der beiden Kammern 401, 402 von der Pumpe 6 unter Druck gesetzt werden und die Formaufspannplatte 91 in Schließrichtung und in Öffnungsrichtung bewegt werden. Beide Kolbenstangen 404 weisen den gleichen Durchmesser auf, womit die Wirkfläche in beide Richtungen gleich groß ist. Es handelt sich hiermit um einen Gleichgangzylinder.

[0063] Der Aktor 2 der Schließkraftvorrichtung 1 weist zwei ineinander verschachtelte Zylinder 21, 22 auf. Der erste Zylinder 21 hat dabei einen größeren Durchmesser als der zweite Zylinder 22, so dass der zweite Zylinder 22 im ersten Zylinder 21 beweglich angeordnet ist. Der zweite Zylinder 22 weist auch eine erweiterte Stirnfläche auf, welche als Kolben 213 des ersten Zylinders 21 fungiert. Dieser Kolben 213 des ersten Zylinders 21 teilt dessen Zylinderraum in eine erste Kammer 211 und eine zweite Kammer 212, wobei die erste Kammer 211 vom zweiten Zylinder 22 durchragt wird. Der zweite Zylinder 22 fungiert demnach wie eine Kolbenstange des ersten Zylinders 21. In den zweiten Zylinder 22 dagegen ragt eine mit dem ersten Zylinder 21 fest verbundene Kolbenstange 224, welche an ihrem Ende einen Kolben 223 aufweist. Der Kolben 223 teilt den Zylinderraum des zweiten Zylinders 22 in eine erste Kammer 221 und eine zweite Kammer 222, wobei die erste Kammer 221 von der Kolbenstange 224 durchragt wird. Die verschachtelte Form des Aktors 2 ermöglicht eine platzsparende Schließkraftvorrichtung 1.

[0064] Beide Kammern 221, 222 des zweiten Zylinders sind mit jeweils einer Hydraulikleitung 5 verbunden, mit Hydraulikfluid gefüllt und können somit wahlweise von der Pumpe 6 unter Druck gesetzt werden. Setzt man die erste Kammer 221 des zweiten Zylinders 22 unter Druck, bewirkt dies eine Öffnung der Schließeinheit. Setzt man dagegen die zweite Kammer 222 des zweiten Zylinders unter Druck bewirkt dies eine Schließung der Schließeinheit.

[0065] Fig. 2 zeigt eine Schließkraftvorrichtung der gleichen Art wie in Fig. 1. Wie in Fig. 2 ersichtlich, ist die Wirkfläche A221 der ersten Kammer 221 des zweiten Zylinders jedoch durch die Kolbenstange 224 im Vergleich zur entgegengesetzten Wirkfläche A222 der zweiten Kammer 222 des zweiten Zylinders verkleinert. Um eine gleiche Gesamtwirkfläche in Schließ- und Öffnungsrichtung zu erlangen ist eine hydraulische Verbindung der ersten Kammer 221 des zweiten Zylinders mit der ersten Kammer 211 des ersten Zylinders vorgesehen, welche ebenfalls mit Hydraulikfluid gefüllt ist (siehe auch Fig. 1). Damit vergrößert sich die Wirkfläche in Öffnungsrichtung um die Wirkfläche A211 der ersten Kammer 211 des ersten Zylinders 21. Demnach ist vorgesehen, dass die Summe der Wirkflächen in Öffnungsrichtung A211 + A221 gleich groß wie die Summe der Wirkflächen in Schließrichtung A222 ist, oder A222 = A211 + A221. Die zweite Kammer 212 des ersten Zylinders 21 ist mit Luft gefüllt und mit der Umgebung durch eine Öffnung verbunden.

[0066] Fig. 2 zeigt zudem ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Aktors 4 der Eilgangvorrichtung 3, welches von dem Ausführungsbeispiel in Fig. 1 verschieden ist. Der Aktor 4 umfasst hier einen ersten Zylinder 41 mit einem Kolben 413 und einer Kolbenstange 414 und einen zweiten Zylinder 42 mit einem Kolben 423 und einer Kolbenstange 424. Die Kolben 413, 423 teilen die Zylinder 41, 42 jeweils in eine erste Kammer 411, 421 und eine zweite Kammer 412, 422. Die erste Kammer 411, 421 wird dabei jeweils von der Kolbenstange 414, 424 durchragt. Damit sind Wirkflächen A411, A421 der ersten Kammer 411, 421 gegenüber den Wirkflächen der zweiten Kammern 421, 422 um die Querschnittsfläche der Kolbenstange 414, 424 verkleinert. Um die gleiche Gesamtwirkfläche in Schließrichtung- und Öffnungsrichtung zu erlangen, ist deshalb hier die zweite Kammer 412 des ersten Zylinders nicht mit Hydraulikfluid, sondern mit Luft mit Umgebungsdruck gefüllt. Dadurch entspricht die Wirkfläche in Schließrichtung lediglich der Wirkfläche A422 der zweiten Kammer 422 des zweiten Zylinders. Durch passende Wahl der Querschnittsflächen der Kolbenstangen 414, 424 kann damit A422 = A411 + A421 garantiert werden.

[0067] Ebenfalls gut in Fig. 2 ersichtlich ist die unterschiedliche Dimensionierung der Wirkflächen des Aktors 2 der Schließkraftvorrichtung 1 und der Wirkflächen des Aktors 4 der Eilgangvorrichtung 3. Für den Aufbau großer Kräfte (Schließkraftvorrichtung 4) sind große Wirkflächen vorgesehen, während für die schnelle Bewegung (Eilgangvorrichtung 3) relativ kleine Wirkflächen vorgesehen sind. Beispielsweise kann die Wirkfläche des Aktors 2 der Schließkraftvorrichtung 1 20 bis 40 mal oder 25 bis 35 mal größer sein als die Wirkfläche des Aktors 4 der Eilgangvorrichtung 3.

[0068] Fig. 3a-c zeigt den Aktor 2 der Schließkraftvorrichtung 1 und den Aktor 4 der Eilgangvorrichtung 3 in den Ausführungsformen von Fig. 2 während des Schließvorgangs. Fig. 3a zeigt den Zustand der Aktoren 2, 4 bei voll geöffneter Schließeinheit. Durch Druckbeaufschlagung der zweiten Kammern 222, 422 der zweiten Zylinder 22, 42 werden die Aktoren 2, 4 angetrieben, was eine Bewegung der Formaufspannplatte 91 und damit eine Schließung der Schließeinheit zur Folge hat. Typischerweise wird zum Schließen der Schließeinheit die Schaltelemente 8 so eingestellt, dass lediglich der Aktor 4 der Eilgangvorrichtung 3 mit Hydraulikfluid versorgt wird, wobei der Aktor 2 der Schließkraftvorrichtung 1 passiv mitläuft (siehe Fig. 1). Fig. 3b zeigt den Zustand der Aktoren 2, 4 bei halb ausgeführter Schließung und Fig. 3c zeigt den Zustand der Aktoren 2, 4 bei voll geschlossener Schließeinheit.

[0069] Fig. 4a-d stellt weitere Ausführungsformen von Aktoren 2 der Schließkraftvorrichtung 1 dar, welche Ausführungsformen jedoch auch für Aktoren 4 der Eilgangvorrichtung 3 verwendet werden können. Fig. 4a zeigt dabei einen Aktor 2 der Schließkraftvorrichtung 1, welcher aus zwei Zylindern 21, 22 besteht. Diese Ausführungsform entspricht dem Aktor 4 der Eilgangvorrichtung 3 in Fig. 1, hier in doppelter Ausführung. Fig. 4b zeigt ebenfalls einen Aktor 2 der Schließkraftvorrichtung bestehend aus zwei Zylindern 21, 22, welcher wie der Aktor 4 der Eilgangvorrichtung 3 in Fig. 2 und Fig. 3a-c ausgeführt ist.

[0070] Die Ausführungsform des Aktors 2 der Schließkraftvorrichtung 1 in Fig. 4c gleicht dem Aktor 2 der Schließkraftvorrichtung in Fig. 1, Fig. 2 und Fig. 3a-c, wobei hier die Kolbenstange 224 so dick ausgeführt ist, dass sie die gesamte Querschnittsfläche des Zylinderraums des zweiten Zylinders 22 ausfüllt und ihre Stirnseite damit auch als Kolben fungiert. Die erste Kammer 221 des zweiten Zylinders 22 des Ausführungsbeispiels in Fig. 1, Fig. 2 und Fig. 3a-c entfällt damit, sodass hier nur mehr drei Kammern bestehen, die jedoch derselben Terminologie wie oben folgen. Davon ist die erste Kammer 211 des ersten Zylinders 21 und zweite Kammer 222 des zweiten Zylinders 22 mit Hydraulikfluid gefüllt und mit Anschlüssen für Hydraulikleitungen 5 versehen. Auch hier kann durch die Wahl der Querschnittfläche des Zylinderraums des ersten Zylinders 21 im Vergleich zur Querschnittsfläche des zweiten Zylinders 22 garantiert werden, dass die Wirkfläche der ersten Kammer 211 des ersten Zylinders 21 und die Wirkfläche der zweiten Kammer 222 des zweiten Zylinders 22 im Wesentlichen gleich groß sind. Damit sind die Wirkflächen in Schließ- und Öffnungsrichtung im Wesentlichen gleich.

[0071] Die Fig. 4d zeigt eine baulich vereinte Kombination aus Schließkraftvorrichtung 1 und Eilgangvorrichtung 3. Der Aktor 2 für den Kraftaufbau besteht aus einem Zylinder 20 mit einem

Kolben 203 und einer Kolbenstangen 204. Die Kolbenstange 204 ist fest mit der Formaufspannplatte 91 und der der Formaufspannplatte 91 zugewandten Seite des Kolbens 203 verbunden. Der kleinere Aktor 4 der Eilgangvorrichtung 3 besteht ebenfalls aus einem Zylinder 40 mit einem Kolben 403 und einer Kolbenstange 404. Der Zylinder 40 ist an der der Formaufspannplatte 91 abgewandten Stirnseite des Zylinders 20 angeordnet. Die Kolbenstange 404 ist mit einem Ende an der dem Zylinder 20 zugewandten Seite des Kolbens 403 des Zylinders 40 und mit dem anderen Ende am Kolben 203 des Zylinders 20 befestigt. Die Kolben des Aktors 2 und des Aktors 4 sind damit direkt mechanisch gekoppelt, im Gegensatz zu den anderen Ausführungsbeispielen, wo eine indirekte mechanische Kopplung über die Formaufspannplatte 91 gegeben ist.

[0072] Der Kolben 203 teilt den Zylinder 20 in eine erste Kammer 201 und in eine zweite Kammer 202, wobei die erste Kammer 201 von der Kolbenstange 204 und die zweite Kammer 202 von der Kolbenstange 404 durchragt wird. Der Kolben 403 teilt den Zylinder 40 in eine erste Kammer 401 und in eine zweite Kammer 402, wobei die erste Kammer 401 von der Kolbenstange 404 durchragt wird.

[0073] Die erste Kammer 201 des Zylinders 20 und die erste Kammer 401 des Zylinders 40 sind mit Hydraulikfluid gefüllt und hydraulisch verbunden. Eine Beaufschlagung mit Druck dieser Kammern 201, 401 führt zur Öffnung der Schließeinheit. Die zweite Kammer 202 des Zylinders 20 ist ebenfalls mit Hydraulikfluid gefüllt. Ausgeglichene Wirkflächen in Öffnung- und Schließrichtung können hier mittels der Wahl der Querschnittsflächen der Kolbenstangen 204, 404 erzielt werden. Insbesondere wird die Querschnittsfläche der Kolbenstange 204 größer gewählt als jene der Kolbenstange 404. Im Gegensatz zu den vorherigen Ausführungsbeispielen sind die Wirkflächen hier jedoch für den Aktor 2 für den Kraftaufbau und den Aktor 4 für den Eilgang nicht im Einzelnen ausgeglichen, sondern nur insgesamt unter Summierung der Wirkflächen der Aktoren 2, 4 für Kraftaufbau und Eilgang.

[0074] Eine weitere Ausführungsform bei der die einzelnen Aktoren 2, 4 unausgeglichene Wirkflächen aufweisen, die Gesamtheit beider Aktoren 2, 4 jedoch ausgeglichene Wirkflächen aufweist, ist in Fig. 5 gezeigt. Hier ist der Aktor 2 der Schließkraftvorrichtung 2 und der Aktor 4 der Eilgangvorrichtung 3 jeweils als Differentialzylinder mit einem Zylinder 20, 40, einem Kolben 203, 403 und einer Kolbenstange 204, 404 ausgebildet (wie zum Beispiel der zweite Zylinder 42 des Aktors 4 der Eilgangvorrichtung 3 in Fig. 2). Die Differenz der Wirkflächen in Schließ- und Öffnungsrichtung eines Zylinders 20, 40 ist durch die Querschnittsfläche B204, B404 der Kolbenstange 204, 404 gegeben. Sind nun die Querschnittsflächen B204 und B404 der Kolbenstange 204 des Zylinder 20 und der Kolbenstange 404 des Zylinders 40 gleich, kann der Hydraulikfluidüberschuss eines Zylinders vom anderen Zylinder kompensiert werden. Dazu besteht eine hydraulische Verbindung zwischen den beiden Zylindern 20, 40. Zudem sind die Zylinder 20, 40 gespiegelt eingebaut, so dass bei der Bewegung der Formaufspannplatte 91 in eine bestimmte Richtung ein Überschuss an Hydraulikfluid im einen Zylinder und ein Mangel an Hydraulikfluid im anderen Zylinder entsteht.

[0075] Im Detail: Die Wirkfläche A201 der ersten Kammer 201 und die Wirkfläche A202 der zweiten Kammer 202 des Zylinders 20 unterscheiden sich um die Querschnittsfläche B204 der Kolbenstange 204. Die Wirkfläche A401 der ersten Kammer 401 und die Wirkfläche A402 der zweiten Kammer 402 des Zylinders 40 unterscheiden sich um die Querschnittsfläche B404 der Kolbenstange 404. Damit gilt A202 - A201 = B204 und A402 - A401 = B404. Die Zylinder 20, 40 können sich demnach gegenseitig ausgleichen, wenn B204 = B404.

[0076] Fig. 6b-d zeigt verschiedene Ausführungsbeispiele von Aktoren 4 der Eilgangvorrichtung 3 mit Ausgleichbehälter 10 und Fig. 6a zeigt das Ausführungsbeispiel des Aktors 4 der Eilgangvorrichtung 3 aus Fig. 2 zum Vergleich. Das Ausführungsbeispiel in Fig. 6b zeigt dabei zwei Differentialzylinder 41, 42, wobei der Zylinder 41 einen Ausgleichsbehälter 10 aufweist, der hydraulisch mit der zweiten Kammer 412 des ersten Zylinders 41 verbunden ist. Im Gegensatz zu Fig. 6a, wo die zweite Kammer 412 des ersten Zylinders 41 mit Luft gefüllt ist und ein Austausch mit der Umgebung stattfindet, ist die zweite Kammer 412 des ersten Zylinders 41 mit Hydraulikfluid gefüllt. Die Wirkflächen in Schließ- und Öffnungsrichtung sind hier verschieden groß, womit der

Ausgleichbehälter nötig ist. In Fig. 6c ist der Ausgleichsbehälter 10 als Zylinder 41 mit frei beweglichem Kolben 413 ohne Kolbenstange ausgeformt. Mittels dieses ersten Zylinders 41 wird der Zylinder 42 ausgeglichen indem überschüssiges Hydraulikfluid von der ersten Kammer 421 des Zylinders 42 in die erste Kammer 411 des zweiten Zylinders ausweichen kann. Ein Vorteil von der Ausführung des Ausgleichbehälters 10 als Zylinder 41 ist, dass das Hydraulikfluid aufgrund des Kolbens 413 keinen direkten Kontakt zur Luft hat. Die Fig. 6d zeigt einen einzelnen Zylinder 40 mit Kolben 403 und Kolbenstange 404, mit einem Ausgleichbehälter 10 wie in Fig. 6b. Hier ist der Ausgleichbehälter 10 jedoch an der von der Kolbenstange 404 durchragten ersten Kammer 401 des Zylinders 40 angebracht.

BEZUGSZEICHENLISTE:

1 Schließkraftvorrichtung
2 Aktor der Schließkraftvorrichtung
- 20 Zylinder
  - 201 erste Kammer des Zylinders
  - A201 Wirkfläche der ersten Kammer des Zylinders
  - 202 zweite Kammer des Zylinders
  - A202 Wirkfläche der zweiten Kammer des Zylinders
  - 203 Kolben des Zylinders
  - 204 Kolbenstange des Zylinders
  - B204 Querschnittsfläche der Kolbenstange des Zylinders
- 21 erster Zylinder
  - 211 erste Kammer des ersten Zylinders
  - A211 Wirkfläche der ersten Kammer des ersten Zylinders
  - 212 zweite Kammer des ersten Zylinders
  - A212 Wirkfläche der zweiten Kammer des ersten Zylinders
  - 213 Kolben des ersten Zylinders
  - 214 Kolbenstange des ersten Zylinders
- 22 zweiter Zylinder
  - 221 erste Kammer des zweiten Zylinders
  - A221 Wirkfläche der ersten Kammer des zweiten Zylinders
  - 222 zweite Kammer des zweiten Zylinders
  - A222 Wirkfläche der zweiten Kammer des zweiten Zylinders
  - 223 Kolben des zweiten Zylinders
  - 224 Kolbenstange des zweiten Zylinders

3 Eilgangvorrichtung
4 Aktor der Eilgangvorrichtung
- 40 Zylinder
  - 401 erste Kammer des Zylinders
  - A401 Wirkfläche der ersten Kammer des Zylinders
  - 402 zweite Kammer des Zylinders
  - A402 Wirkfläche der zweiten Kammer des Zylinders
  - 403 Kolben des Zylinders
  - 404 Kolbenstange des Zylinders
  - B404 Querschnittsfläche der Kolbenstange des Zylinders
- 41 erster Zylinder
  - 411 erste Kammer des ersten Zylinders
  - A411 Wirkfläche der ersten Kammer des ersten Zylinders
  - 412 zweite Kammer des ersten Zylinders
  - A412 Wirkfläche der zweiten Kammer des ersten Zylinders
  - 413 Kolben des ersten Zylinders
  - 414 Kolbenstange des ersten Zylinders

42 zweiter Zylinder
421 erste Kammer des zweiten Zylinders
A421 Wirkfläche der ersten Kammer des zweiten Zylinders
422 zweite Kammer des zweiten Zylinders
A422 Wirkfläche der zweiten Kammer des zweiten Zylinders
423 Kolben des zweiten Zylinders
424 Kolbenstange des zweiten Zylinders
5 Hydraulikleitung
6 Pumpe
7 Motor
8 Schaltelement
80 Hydraulik steuervorrichtung
81 Anschluss an der Seite der Pumpe
82 Anschluss an der Seite des Aktors
9 Formgebungsmaschine
91 bewegbare Formaufspannplatte
92 feststehende Formaufspannplatte
93 Maschinenrahmen
10 Ausgleichbehälter

Patentansprüche

1. Formgebungsmaschine (9), insbesondere Spritzgießmaschine oder Spritzpresse, mit
   - einem Maschinenrahmen (93),
   - einer am Maschinenrahmen (93) bewegbar gelagerten Formaufspannplatte (91),
   - einer am Maschinenrahmen (93) angeordneten, feststehenden Formaufspannplatte (92),
   - einer Eilgangvorrichtung (3) zum Öffnen und Schließen der bewegbaren Formaufspannplatte (91) durch mindestens einen Aktor (4),
   - einem hydraulischen Antriebssystem zum Antreiben des mindestens einen Aktors (4)

   wobei das hydraulische Antriebssystem
   - mindestens eine Pumpe zum Fördern von Hydraulikfluid, welche von mindestens einem Motor (7) antreibbar ist, und
   - Hydraulikleitungen (5), durch welche die mindestens eine Pumpe (6) mit dem mindestens einen Aktor (4) verbunden oder verbindbar ist,

   umfasst, wobei das hydraulische Antriebssystem als ein geschlossenes hydraulisches System ausgebildet ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Formgebungsmaschine (9) zudem eine Schließkraftvorrichtung (1) zum Aufbau einer Schließkraft durch mindestens einen weiteren Aktor (2) aufweist, wobei das hydraulische Antriebssystem zudem
   - Hydraulikleitungen (5), durch welche die mindestens eine Pumpe (6) mit dem mindestens einen weiteren Aktor (2) verbunden oder verbindbar ist und
   - mindestens ein Schaltelement (8)

   umfasst, wobei das mindestens eine Schaltelement (8) mindestens zwei Schaltstellungen aufweist, so dass je nach Schaltstellung wahlweise entweder der mindestens eine Aktor (4) der Eilgangvorrichtung (3) oder der mindestens eine Aktor (2) der Schließkraftvorrichtung (1) durch die mindestens eine Pumpe (6) antreibbar ist und wobei
   - in einer ersten Schaltstellung der mindestens zwei Schaltstellungen die Anschlüsse (81) an der Seite der mindestens einen Pumpe (6) verschlossen sind und die Anschlüsse (82) an der Seite des mindestens einen Aktors (2) der Schließkraftvorrichtung (1) miteinander verbunden sind, wobei in dieser Schaltstellung der mindestens eine Aktor (2) der Schließkraftvorrichtung (1) von der mindestens einen Pumpe (6) entkoppelt und frei bewegbar ist, insbesondere durch Mitbewegung durch die vom mindestens einen Aktor (4) der Eilgangvorrichtung (3) bewegte Formaufspannplatte (91) und/oder
   - in einer zweiten Schaltstellung der mindestens zwei Schaltstellungen die Anschlüsse (81) an der Seite der mindestens einen Pumpe (6) verschlossen sind und die Anschlüsse (82) an der Seite des mindestens einen Aktors (4) der Eilgangvorrichtung (3) miteinander verbunden sind, wobei in dieser Schaltstellung der mindestens eine Aktor (4) der Eilgangvorrichtung (3) von der mindestens einen Pumpe (6) entkoppelt und frei bewegbar ist, insbesondere durch Mitbewegung durch die vom mindestens einen Aktor (2) der Schließkraftvorrichtung (1) bewegte Formaufspannplatte (91).

2. Formgebungsmaschine (9) nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet**, dass das mindestens eine Schaltelement (8) zwischen der mindestens einen Pumpe (6) und mindestens einem Aktor (2, 4) angeordnet ist und
   - zwei Anschlüsse (81) an der Seite der mindestens einen Pumpe (6),
   - zwei Anschlüsse (82) an der Seite des mindestens einen Aktors (2, 4)

   aufweist.

3. Formgebungsmaschine (9) nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet**, dass
   - in einer ersten Schaltstellung der wenigstens zwei Schaltstellungen jeweils ein Anschluss (81) an der Seite der mindestens einen Pumpe (6) mit einem Anschluss (82) an der Seite des mindestens einen Aktors (4) verbunden ist, wobei in diesem Fall der mindestens eine Aktor (4) der Eilgangvorrichtung (3) von der mindestens einen Pumpe (6) mit Hydraulikfluid versorgbar und antreibbar ist,

- in einer zweiten Schaltstellung der wenigstens zwei Schaltstellungen jeweils ein Anschluss (81) an der Seite der mindestens einen Pumpe (6) mit einem Anschluss (82) an der Seite des mindestens einen Aktors (2) der Schließkraftvorrichtung (1) verbunden ist, wobei in diesem Fall der mindestens eine Aktor (2) der Schließkraftvorrichtung (1) von der mindestens einen Pumpe (6) mit Hydraulikfluid versorgbar und antreibbar ist.

4. Formgebungsmaschine (9) nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass in dem hydraulischen Antriebssystem mindestens ein erstes Schaltelement (8) zwischen der mindestens einen Pumpe (6) und dem mindestens einen Aktor (4) der Eilgangvorrichtung (3) und mindestens ein zweites Schaltelement (8) zwischen der mindestens einen Pumpe (6) und dem mindestens einen Aktor (2) der Schließkraftvorrichtung (1) angeordnet sind, wobei das mindestens eine erste und/oder das mindestens eine zweite Schaltelement (8) bevorzugt als 4-Port/2-Wege-Ventil ausgebildet ist.

5. Formgebungsmaschine (9) nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Formgebungsmaschine eine Hydrauliksteuervorrichtung (80) zur Steuerung des mindestens einen Schaltelements (8) aufweist, wobei die Hydrauliksteuervorrichtung (80) als Teil der Steuervorrichtung der Formgebungsmaschine (9) oder als eigene Steuervorrichtung, welche mit der Steuervorrichtung der Formgebungsmaschine (9) gekoppelt ist, ausgebildet ist.

6. Formgebungsmaschine (9) nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Anzahl der Aktoren (2, 4) der Formgebungsmaschine (9) derart ausgeformt ist, dass die Summe der Wirkflächen in Schließrichtung im Wesentlichen gleich groß wie die Summe der Wirkflächen in Öffnungsrichtung ist.

7. Formgebungsmaschine (9) nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens ein Aktor (2, 4) derart ausgeformt ist, dass seine Wirkfläche in Schließrichtung im Wesentlichen gleich groß wie seine Wirkfläche in Öffnungsrichtung ist.

8. Formgebungsmaschine (9) nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens ein Aktor (2, 4) der Schließkraftvorrichtung (1) und/oder der Eilgangvorrichtung (3)
   - einen Zylinder (20, 40),
   - einen Kolben (203, 403) und
   - eine erste Kolbenstange (204, 404) und eine zweite Kolbenstange (204, 404)

   umfasst, wobei
   - der Kolben (203, 403) im Zylinder (20, 40) bewegbar angeordnet ist und den Zylinderraum in eine erste Kammer (201, 401) und eine zweite Kammer (202, 402) teilt,
   - die erste Kolbenstange (204, 404) auf der einen Seite des Kolbens (203, 403) angeordnet ist und die zweite Kolbenstange (203, 403) auf der anderen Seite des Kolbens (203, 403) angeordnet ist, so dass die beiden Kolbenstangen (203, 403) gemeinsam den Zylinder (20, 40) in seiner ganzen Länge durchragen,
   - die erste Kammer (201, 401) und die zweite Kammer (202, 402) mit Hydraulikfluid gefüllt sind und
   - die erste Kammer (201, 401) und die zweite Kammer (202, 402) jeweils mit mindestens einem Anschluss für Hydraulikleitungen (5) versehen sind.

9. Formgebungsmaschine (9) nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Kolbenstange (204, 404) und die zweite Kolbenstange (204, 404) die gleiche Querschnittsfläche aufweisen, so dass die Wirkflächen in Schließ- und Öffnungsrichtung im Wesentlichen gleich groß sind.

10. Formgebungsmaschine (9) nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens ein Aktor (2, 4) der Schließkraftvorrichtung (1) und/oder der Eilgangvorrichtung (3)

- einen ersten Zylinder (21, 41) mit einem ersten Zylinderraum, einen ersten Kolben (213, 413) und eine erste Kolbenstange (214, 414),
- einen zweiten Zylinder (22, 42) mit einem zweiten Zylinderraum, einen zweiten Kolben (223, 423) und eine zweite Kolbenstange (224, 424)

umfasst, wobei für den ersten und den zweiten Zylinder (21, 41, 22, 42) gilt, dass

- die jeweilige Kolbenstange (214, 414, 224, 424) auf einer Seite des jeweiligen Kolbens (213, 413, 223, 423) angeordnet ist,
- der jeweilige Kolben (213, 413, 223, 423) im jeweiligen Zylinder (21, 41, 22, 42) bewegbar angeordnet ist und den jeweiligen Zylinderraum in eine erste Kammer (211, 411, 221, 421) und eine zweite Kammer (212, 412, 222, 422) teilt, wobei die erste Kammer (211, 411, 221, 421) von der Kolbenstange (214, 414, 224, 424) durchragt wird.

11. Formgebungsmaschine (9) nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens ein Aktor (2, 4) der Schließkraftvorrichtung (1) und/oder der Eilgangvorrichtung (3)
    - einen ersten Zylinder (21, 41) mit einem ersten Zylinderraum,
    - einen zweiten Zylinder (22, 42) mit einem zweiten Zylinderraum,
    - einen Kolben (223, 423) mit einer Kolbenstange (224, 424)

    umfasst, wobei
    - der Durchmesser des ersten Zylinders (21, 41) größer als der Durchmesser des zweiten Zylinders (22, 42) ist,
    - der zweite Zylinder (22, 42) im ersten Zylinder (21, 41) in Längsrichtung der beiden Zylinder bewegbar angeordnet ist,
    - eine Stirnfläche des zweiten Zylinders (22, 42) zu einem Kolben (213, 413) erweitert ist, welcher den ersten Zylinderraum in eine erste Kammer (211, 411) und eine zweite Kammer (212, 412) teilt, wobei die erste Kammer (211, 411) vom zweiten Zylinder (22, 42) durchragt wird,
    - die Kolbenstange (224, 424) fest mit dem ersten Zylinder (21, 41) verbunden ist und den ersten Zylinderraum und den zweiten Zylinderraum durchragt, wobei der im zweiten Zylinderraum am Ende der Kolbenstange (224, 424) angeordnete Kolben (223, 423) den zweiten Zylinderraum in eine erste Kammer (221, 421) und eine zweite Kammer (222, 422) teilt, wobei die erste Kammer (221, 421) von der Kolbenstange (224, 424) durchragt wird.

12. Formgebungsmaschine (9) nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass
    - die zwei Kammern (221, 421, 222, 422) des zweiten Zylinders (22, 42) und die erste Kammer (211, 411) des ersten Zylinders (21, 41) mit Hydraulikfluid gefüllt sind,
    - die erste Kammer (221, 421) des zweiten Zylinders (22, 42) und die erste Kammer (211, 411) des ersten Zylinders (21, 41) hydraulisch miteinander verbunden sind und in ihrer Gesamtheit mindestens einen hydraulischen Anschluss aufweisen,
    - die zweite Kammer (222, 422) des zweiten Zylinders (22, 42) mindestens einen hydraulischen Anschluss aufweist.

13. Formgebungsmaschine (9) nach mindestens einem der Ansprüche 10 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Summe der Querschnittsflächen der ersten Kammer (211, 411) des ersten Zylinders (21, 41) und der ersten Kammer (221, 421) des zweiten Zylinders (22, 42) im Wesentlichen gleich groß wie die Querschnittsfläche der zweiten Kammer (222, 422) des zweiten Zylinders (22, 42) ist, so dass die Wirkflächen in Schließ- und Öffnungsrichtung im Wesentlichen gleich groß sind.

14. Formgebungsmaschine (9) nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens ein Aktor (2, 4) der Schließkraftvorrichtung (1) und/oder der Eilgangvorrichtung (3)
    - einen ersten Zylinder (21, 41) mit erstem Zylinderraum,
    - einen zweiten Zylinder (22, 42) mit zweiten Zylinderraum,
    - eine Kolbenstange (224, 424)

umfasst, wobei

- der Durchmesser des ersten Zylinders (21, 41) größer als der Durchmesser des zweiten Zylinders (22, 42) ist,
- der zweite Zylinder (22, 42) im ersten Zylinder (21, 41) in Längsrichtung der beiden Zylinder bewegbar angeordnet ist,
- eine Stirnfläche des zweiten Zylinders (22, 42) zu einem Kolben (223, 423) erweitert ist, welcher den ersten Zylinderraum in eine erste Kammer (211, 411) und eine zweite Kammer (212, 412) teilt, wobei die erste Kammer (211, 411) vom zweiten Zylinder (22, 42) durchragt wird,
- die Kolbenstange (224, 424) fest mit dem ersten Zylinder (21, 41) verbunden ist und den ersten Zylinderraum und den zweiten Zylinderraum durchragt, wobei die Kolbenstange denselben Durchmesser wie der zweite Zylinderraum hat und damit den zweiten Zylinderraum je nach Eindringtiefe zu einer Kammer variabler Größe verkleinert,
- die erste Kammer (221, 421) des ersten Zylinders (21, 41) und die Kammer (222, 422) des zweiten Zylinders (22, 42) mit Hydraulikfluid gefüllt ist,
- die erste Kammer (221, 421) des ersten Zylinders (21, 41) mindestens einen hydraulischen Anschluss aufweist,
- die Kammer (222, 422) des zweiten Zylinders (22, 42) mindestens einen hydraulischen Anschluss aufweist.

15. Formgebungsmaschine (9) nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Querschnittsfläche der ersten Kammer (221, 421) des ersten Zylinders (21, 41) im Wesentlichen gleich groß wie die Querschnittsfläche der Kammer (222, 422) des zweiten Zylinders (22, 42) ist, so dass die Wirkflächen in Schließ- und Öffnungsrichtung im Wesentlichen gleich groß sind.

16. Formgebungsmaschine (9) nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens ein Aktor (4) der Eilgangvorrichtung (3) und mindestens ein Aktor (2) der Schließkraftvorrichtung (1) jeweils derart ausgeformt sind, dass die jeweilige Wirkfläche in Schließrichtung im Wesentlichen größer oder kleiner als die jeweilige Wirkfläche in Öffnungsrichtung ist, wobei der mindestens eine Aktor (4) der Eilgangvorrichtung (3) hydraulisch mit dem mindestens einen Aktor (2) der Schließkraftvorrichtung (1) verbunden ist.

17. Formgebungsmaschine (9) nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens ein Aktor (4) der Eilgangvorrichtung (3) einen ersten Zylinder (40), einen ersten Zylinderraum, eine erste Kolbenstange (404) und einen ersten Kolben (403) aufweist, und mindestens ein Aktor (2) der Schließkraftvorrichtung (1) einen zweiten Zylinder (20), einen zweiten Zylinderraum, eine zweite Kolbenstange (204) und einen zweiten Kolben (203) aufweist, wobei für beide Aktoren (2, 4) gilt, dass

    - die jeweilige Kolbenstange (204, 404) auf einer Seite des jeweiligen Kolbens (203, 403) angeordnet ist,
    - der jeweilige Kolben (203, 403) im jeweiligen Zylinder (20, 40) bewegbar angeordnet ist und den jeweiligen Zylinderraum in eine erste Kammer (201, 401) und eine zweite Kammer (202, 402) teilt, wobei die erste Kammer (201, 401) von der Kolbenstange (204, 404) durchragt wird

    und wobei

    - alle vier Kammern (201, 401, 202, 402) mit Hydraulikfluid gefüllt sind,
    - eine hydraulische Verbindung zwischen den beiden Aktoren (2, 4) besteht.

18. Formgebungsmaschine (9) nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet**, dass die beiden Aktoren (2, 4) so an der bewegbaren Formaufspannplatte (91) befestigt sind, dass eine Bewegung der Formaufspannplatte (91) in Schließrichtung oder in Öffnungsrichtung ein Ausfahren der ersten Kolbenstange (404) aus dem ersten Zylinder (40) und ein Einfahren der zweiten Kolbenstange (204) in den zweiten Zylinder (20) zur Folge hat.

19. Formgebungsmaschine (9) nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Summe der Querschnittsflächen der ersten Kammer (401) des ersten Zylinders (40) und der zweiten Kammer (202) des zweiten Zylinders (20) im Wesentlichen gleich groß wie die Summe der Querschnittsflächen der zweiten Kammer (402) des ersten Zylinders (40) und der ersten Kammer (201) des zweiten Zylinders (20) ist, so dass die Summe der Wirkflächen in Schließ- und Öffnungsrichtung im Wesentlichen gleich groß sind.

20. Formgebungsmaschine (9) nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwei Aktoren (2, 4), insbesondere ein Aktor (4) der Eilgangvorrichtung (3) und ein Aktor (2) der Schließkraftvorrichtung (1), jeweils umfassend einen Zylinder (20, 40) und einen Kolben (203, 403), derart ausgebildet sind, dass die zwei Zylinder (20, 40) längs hintereinander angeordnet sind, so dass der Kolben (403) des einen Zylinders (40) mit dem Kolben (203) des anderen Zylinders (20) durch eine Kolbenstange (404) verbunden ist.

21. Formgebungsmaschine (9) nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens ein Aktor (2, 4), vorzugsweise mindestens ein Aktor (4) der Eilgangvorrichtung (3), mit einem Ausgleichsbehälter (10) gekoppelt ist.

22. Formgebungsmaschine (9) nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die bewegte Formaufspannplatte (91) durch das hydraulische System, insbesondere durch den mindestens einen Motor (7) der mindestens einen Pumpe (6), abbremsbar ist.

23. Formgebungsmaschine (9) nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der mindestens eine Motor (7) als Generator verwendbar ist, wodurch insbesondere beim Abbremsen der bewegten Formaufspannplatte (91) elektrische Energie gewinnbar ist.

24. Formgebungsmaschine (9) nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens ein Aktor (2, 4), insbesondere mindestens ein Aktor (2) der Schließkraftvorrichtung (1), direkt und ohne Hebel an der bewegbaren Formaufspannplatte (91) angeordnet ist.

25. Formgebungsmaschine (9) nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen der bewegbaren Formaufspannplatte (91) und der feststehenden Formaufspannspannplatte (92) eine dritte Formaufspannplatte angeordnet ist.

26. Formgebungsmaschine (9) nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Formgebungsmaschine (9) als holmlose Formgebungsmaschine (9) ausgebildet ist, insbesondere als holmlose Spritzgießmaschine.

27. Formgebungsmaschine (9) nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Formgebungsmaschine (9) als Kunststoffspritzgießmaschine ausgebildet ist.

28. Verfahren zum Bewegen einer Formaufspannplatte (91) und zum Aufbau einer Schließkraft auf eine Schließeinheit einer Formgebungsmaschine (9), insbesondere einer Spritzgießmaschine oder Spritzpresse, und insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Formgebungsmaschine (9)
    - einen Maschinenrahmen (93),
    - eine am Maschinenrahmen (93) bewegbar gelagerte Formaufspannplatte (91),
    - eine am Maschinenrahmen (93) angeordnete, feststehende Formaufspannplatte (92),
    - eine Eilgangvorrichtung (3) zum Öffnen und Schließen der bewegbaren Formaufspannplatte (91) durch mindestens einen Aktor (4),
    - ein hydraulisches Antriebssystem zum Antreiben des mindestens einen Aktors (4)

    aufweist, wobei das hydraulische Antriebssystem

- mindestens eine Pumpe (6) zum Fördern von Hydraulikfluid, welche von mindestens einem Motor (7) antreibbar ist, und
- Hydraulikleitungen (5), durch welche die mindestens eine Pumpe (6) mit dem mindestens einen Aktor (4) verbunden oder verbindbar ist

umfasst, wobei das hydraulische Antriebssystem als ein geschlossenes hydraulisches System ausgebildet ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Formgebungsmaschine (9) zudem eine Schließkraftvorrichtung (1) zum Aufbau einer Schließkraft durch mindestens einen weiteren Aktor (2) aufweist, wobei das hydraulische Antriebssystem zudem

- Hydraulikleitungen (5), durch welche die mindestens eine Pumpe (6) mit dem mindestens einen weiteren Aktor (2) verbunden oder verbindbar ist und
- mindestens ein Schaltelement (8)

umfasst, wobei das Verfahren die folgenden Verfahrensschritte aufweist:

- Antreiben mindestens eines Aktors (4) der Eilgangvorrichtung (3) durch Einstellung einer ersten Schaltstellung des mindestens einen Schaltelements (8) zur Bewegung der bewegbaren Formaufspannplatte (91), wobei beim Antreiben des mindestens einen Aktors (4) der Eilgangvorrichtung (3) der mindestens eine Aktor (2) der Schließkraftvorrichtung (1) hydraulisch entkoppelt ist,
- Antreiben mindestens eines Aktors (2) der Schließkraftvorrichtung (1) durch Einstellung einer zweiten Schaltstellung des mindestens einen Schaltelements (8) zum Kraftaufbau auf die bewegbare Formaufspannplatte (91), wobei beim Antreiben des mindestens einen Aktors (2) der Schließkraftvorrichtung (1) der mindestens eine Aktor (4) der Eilgangvorrichtung (3) hydraulisch entkoppelt ist,

wobei

- beim Antreiben des mindestens einen Aktors (4) der Eilgangvorrichtung (3) durch die Bewegung aufgrund der mechanischen Kopplung über die Formaufspannplatte (91) im mindestens einen Aktor (2) der Schließkraftvorrichtung (1) Hydraulikfluid umgewälzt wird und/oder
- beim Antreiben des mindestens einen Aktors (2) der Schließkraftvorrichtung (1) durch die Bewegung aufgrund der mechanischen Kopplung über die Formaufspannplatte (91) im mindestens einen Aktor (4) der Eilgangaufbauvorrichtung (3) Hydraulikfluid umgewälzt wird.

29. Verfahren nach Anspruch 28, mit einem zusätzlichen Verfahrensschritt:
    - Abbremsen der Formaufspannplatte (91) durch mindestens einen Aktor (4) der Eilgangvorrichtung (3) durch Erzeugen eines Gegendrucks.

30. Verfahren nach Anspruch 28 oder 29, mit einem zusätzlichen Verfahrensschritt:
    - Abbremsen der Formaufspannplatte (91) durch Antreiben mindestens eines als Generator fungierenden Motors (7) der mindestens einen Pumpe (6) durch die träge Masse der Formaufspannplatte (91), wobei dadurch elektrische Energie zurückgewonnen wird.

Hierzu 5 Blatt Zeichnungen

Fig. 1

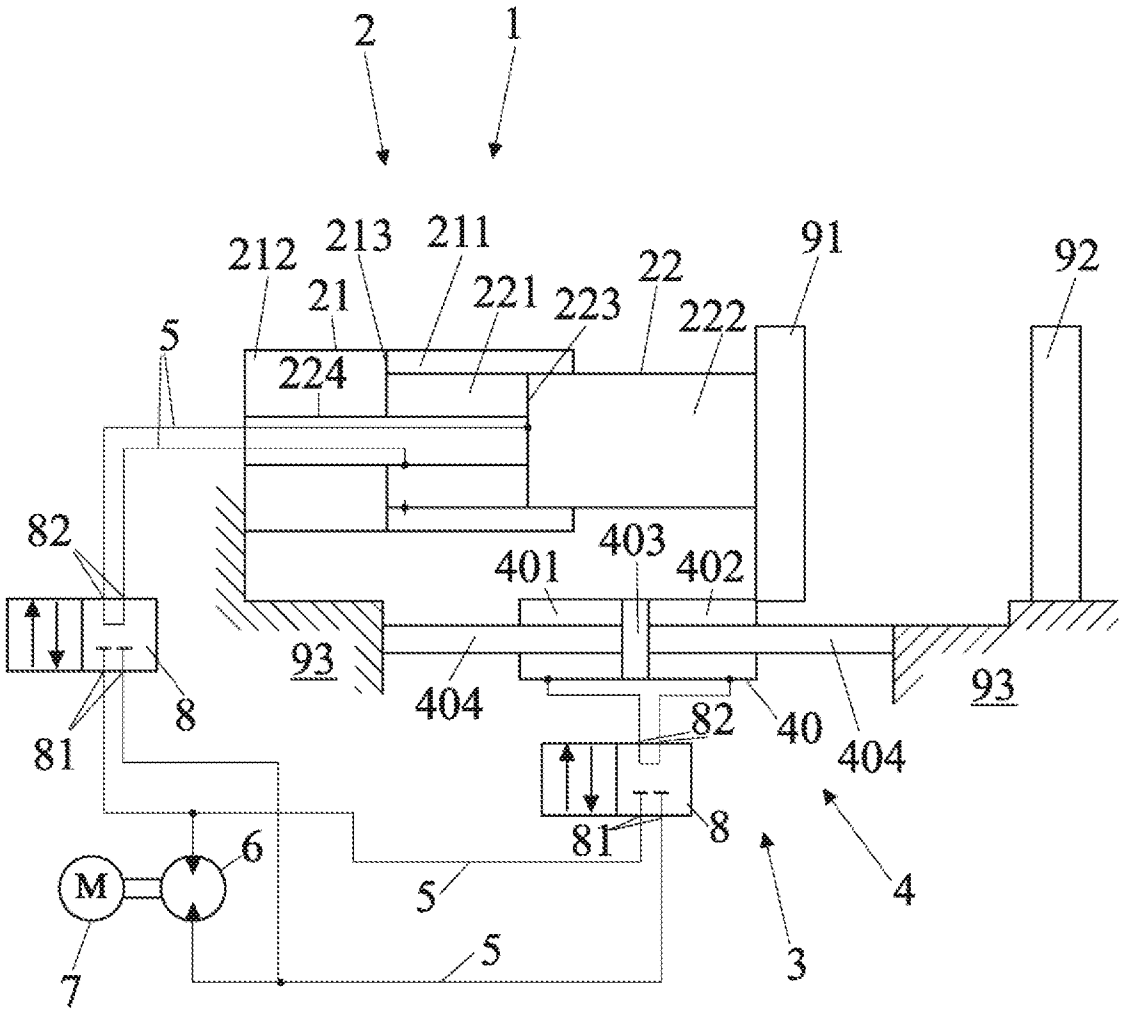

2
1
212
213
211
21
221
223
22
222
91
92
5
224
82
401
403
402
93
404
93
81
8
82
40
404
81
8
6
M
5
4
7
5
3

Fig. 2

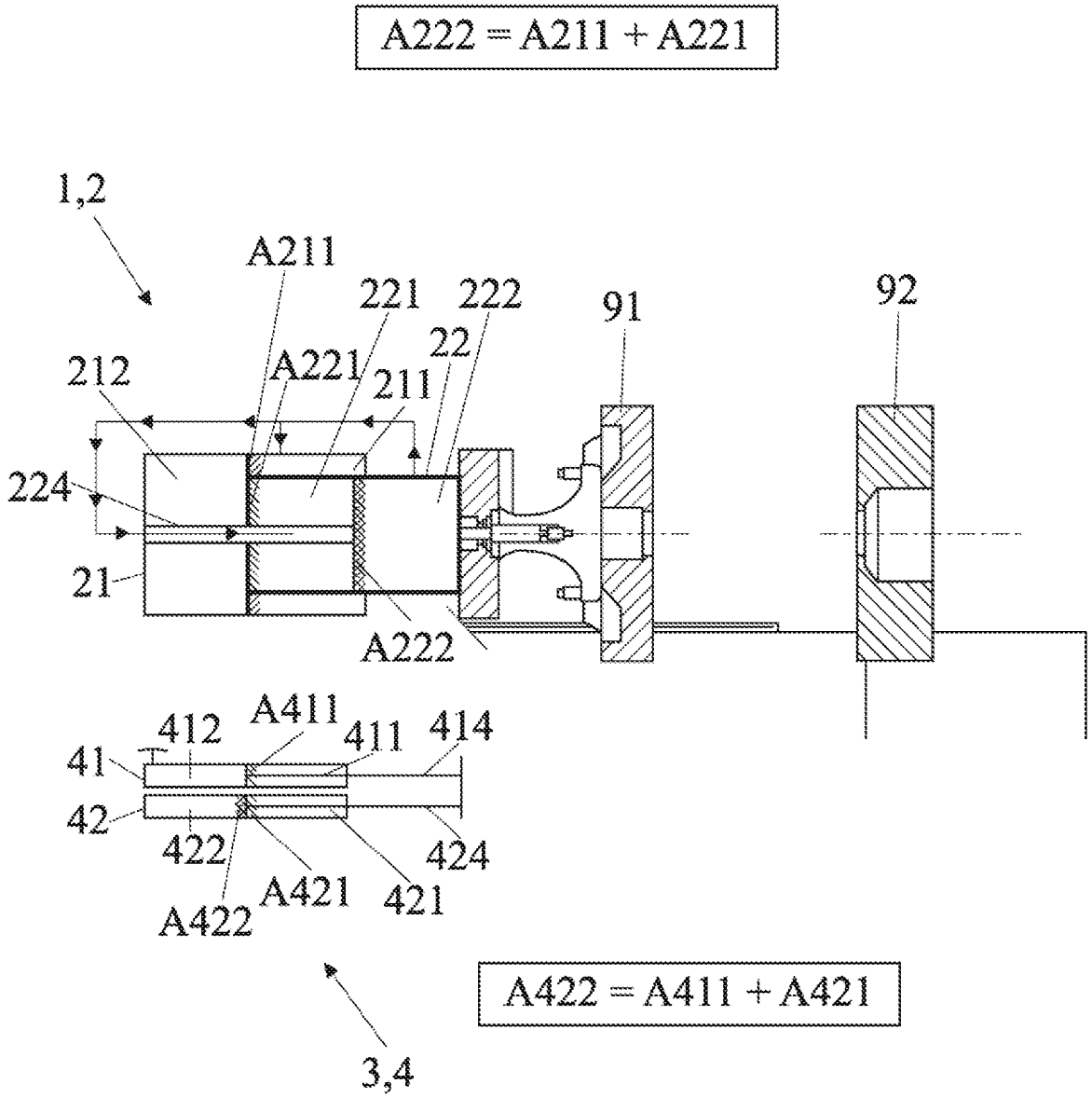

A222 = A211 + A221
1,2
A211
221
222
91
92
22
212
A221
211
224
21
A222
A411
412
411
414
41
42
422
424
A421
421
A422
A422 = A411 + A421
3,4

Fig. 3a

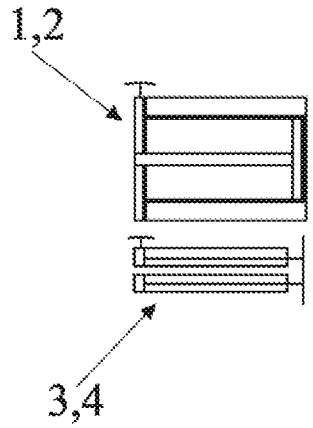


Fig. 3b

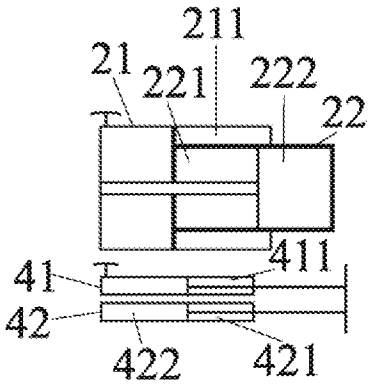


Fig. 3c

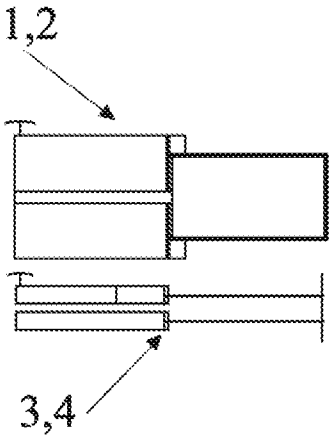


Fig. 4a

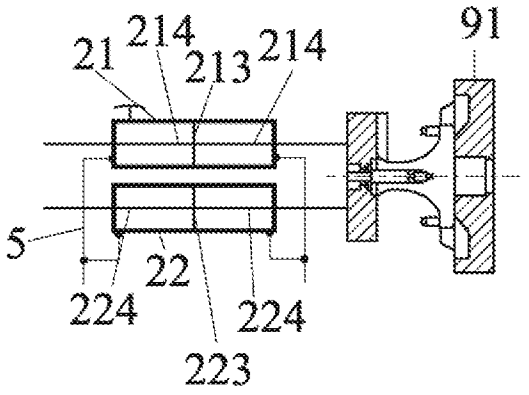


Fig. 4b

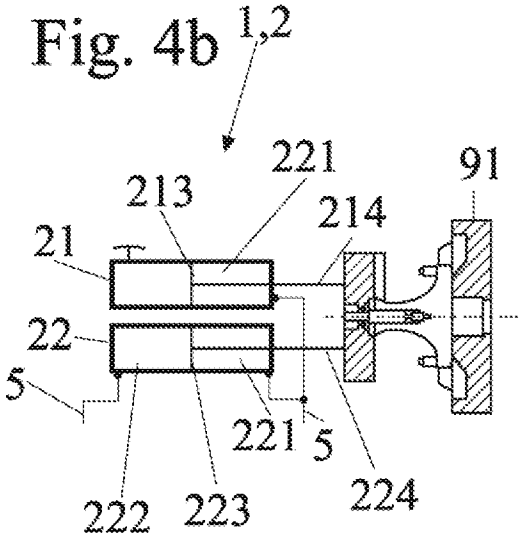


Fig. 4c

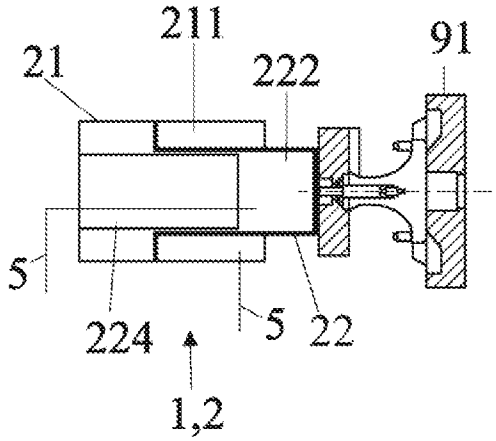


Fig. 4d

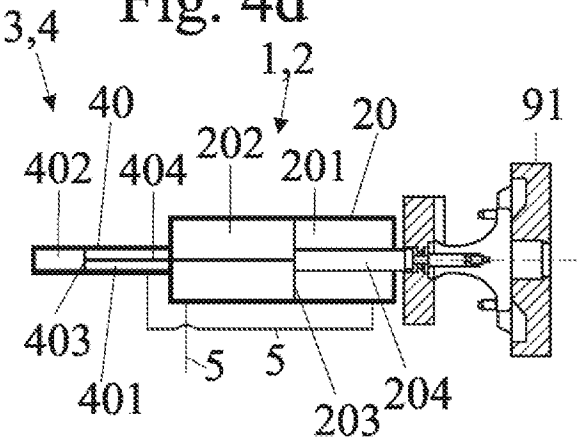
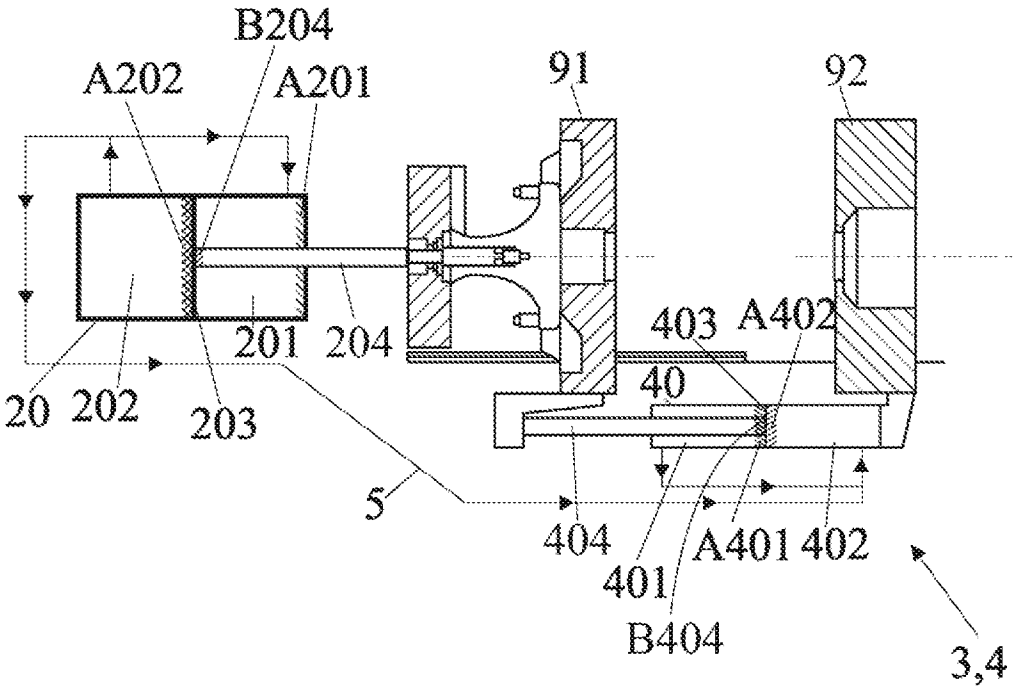


Fig. 5

B204 = B404

A202 - A201 = B204



A402 - A401 = B404

Fig. 6a

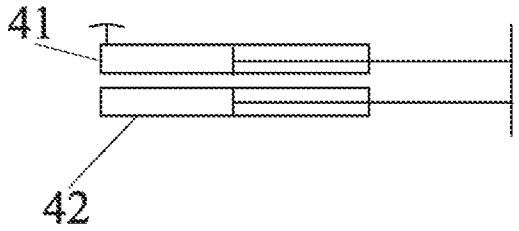


Fig. 6b

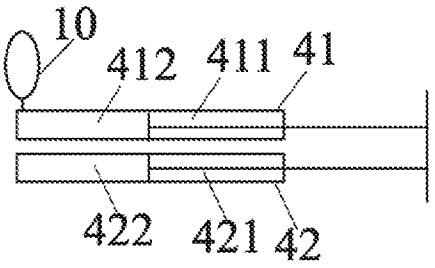


Fig. 6c

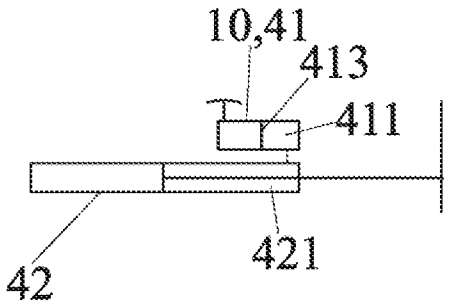


Fig. 6d

