

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 1664/2011
(22) Anmeldetag: 10.11.2011
(43) Veröffentlicht am: 15.06.2013

(51) Int. Cl. : **B22D 17/00** (2006.01)
B22D 17/20 (2006.01)
B21J 5/00 (2006.01)
C22C 1/00 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
US 6860314 B1 DE 10157349 A1
WO 2007028265 A2
DE 10359692 A1
US 2001045266 A1

(73) Patentanmelder:
MOLD-THIX-CONSULTING BUELTERMANN
GMBH
8044 GRAZ-WEINITZEN (AT)

(54) **VORRICHTUNG, ANLAGE UND VERFAHREN ZUM DRUCKGIESSEN VON METALLISCHEM MATERIAL IM THIXOTROPEN ZUSTAND**

(57) Vorrichtung (2) zum Druckgießen von metallischem Material, mit einer Schneckeneinheit (5) zum Versetzen des Materials in einen thixotropen Zustand und einer von dieser beschickten Zylinder/ Kolben-Einheit (7) zum Druckbeaufschlagen des thixotropen Materials für den Druckguss, wobei zwischen Schneckeneinheit (5) und Zylinder/ Kolben-Einheit (7) ein thermisch steuerbares Ventil (6) angeordnet ist.

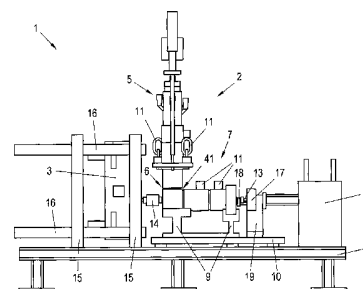


Fig. 1

Zusammenfassung:

Vorrichtung (2) zum Druckgießen von metallischem Material, mit einer Schneckeneinheit (5) zum Versetzen des Materials in einen thixotropen Zustand und einer von dieser beschickten Zylinder/Kolben-Einheit (7) zum Druckbeaufschlagen des thixotropen Materials für den Druckguss, wobei zwischen Schneckeneinheit (5) und Zylinder/Kolben-Einheit (7) ein thermisch steuerbares Ventil (6) angeordnet ist.

(Fig. 1)

Mold-Thix-Consulting Bueltermann GmbH
A-8044 Graz-Weinitzen (AT)

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Druckgießen von metallischem Material, mit einer Schneckeneinheit zum Versetzen des Materials in einen thixotropen Zustand und einer von dieser beschickten Zylinder/Kolben-Einheit zum Druckbeaufschlagen des thixotropen Materials für den Druckguss. Die Erfindung betrifft ferner eine Anlage zum Druckgießen von metallischem Material im thixotropen Zustand, umfassend eine solche Vorrichtung, sowie ein Verfahren zum Druckgießen von metallischem Material im thixotropen Zustand unter Verwendung einer solchen Vorrichtung.

Beim Druckgießen von metallischem Material im thixotropen („semi-soliden“ bzw. „fest-flüssigen“) Zustand, auch „Metall-Spritzgießen“ genannt und z.B. unter der Marke Thixomolding® bekannt, können Druckgussteile mit gegenüber im herkömmlichen Druckgussverfahren geformten Teilen verbesserten Eigenschaften hergestellt werden. Dabei müssen die Materialien an die Übergangstemperatur zwischen der festen und der flüssigen Phase herangebracht werden, sodass verteilte kristallisierte Bestandteile in zusammenhängende geschmolzene Bereiche eingebettet sind („thixotrope Phase“). Durch die zusätzliche Einwirkung von Scherkräften werden die kristallinen Strukturen der festen Bestandteile verkleinert, die Viskosität des Materials

011380

sinkt, was dessen Einspritzen in die Druckgussform erleichtert und ein präzises Druckgießen ermöglicht.

Metall-Spritzguss-Maschinen sind beispielsweise aus der EP 0 080 787 ^{A2} bekannt. Nach diesem bekannten Stand der Technik wird metallisches Material im Schneckenraum einer kombinierten Zylinder/Schneckenkolben-Einheit erwärmt und durch das Drehen des Schneckenkolbens einer Scherbeanspruchung ausgesetzt, um es in den thixotropen Zustand zu versetzen. Die Drehung des Schneckenkolbens fördert das Material gleichzeitig aus dem Schneckenraum in den vor dem Schneckenkolben liegenden Einspritzraum der Zylinder/Schneckenkolben-Einheit, wobei der Schneckenkolben im Zylinder fortschreitend zurückweicht. Befindet sich eine für den Druckguss ausreichende Menge an thixotropem Material im Einspritzraum, wird die Einspritzung des Materials in eine Gussform durch Druckbeaufschlagen des Schneckenkolbens mittels einer Hydraulik vorgenommen. Um ein Zurückfließen des thixotropen Materials durch den hohen Druck beim Einspritzen vom Einspritzraum in den Schneckenraum zu verhindern, ist die Spitze des Schneckenkolbens mit einem Rückschlagventil ausgestattet. Ein solches Ventil ist durch die Reibung des Schneckenkolbens an der Zylinderwand, die hohen Prozesstemperaturen im Inneren des Zylinders und die Druckbeaufschlagung hohen Belastungen ausgesetzt. Aufgrund seiner Anordnung am Schneckenkolben wird in der Regel ein ungesteuertes Ventil eingesetzt, was zu Genauigkeitseinbußen führt. Auch stellen die geforderten kurzen Einspritzzeiten in

011390

Verbindung mit der großen Masse des Schneckenkolbens hohe Anforderungen an die Hydraulik und deren Steuerelemente, infolge der Massenträgheiten in Verbindung mit den Massenbeschleunigungen.

Aus der DE 190 79 118^{C1} ist eine Metall-Spritzguss-Maschine bekannt, die durch Trennung von Schneckeneinheit und Zylinder/Kolben-Einheit eine wesentlich kleinere Kolbenmasse erzielt. In einer solchen Maschine wird das Material zunächst in einer Schneckeneinheit (Schneckenextruder) in den thixotropen Zustand versetzt und damit eine separate Zylinder/Kolben-Einheit beschickt, welche den Einspritzvorgang durchführt. Die Schneckeneinheit fördert dabei das thixotrope Material über einen Heißkanal in einen hinter dem Kolben liegenden Einspeiseraum im Zylinder. Zum Einspritzen fährt der Kolben zunächst zurück, das Material gelangt durch ein Rückschlagventil im Kolben vom Einspeiseraum in den Einspritzraum auf der anderen Seite des Kolbens, und durch das Druckbeaufschlagen des Kolbens wird es in die Druckgussform gespritzt. Auch in diesem Verfahren ist das im Kolben befindliche Ventil hohen Belastungen ausgesetzt; darüber hinaus bewirkt der beim Einspritzvorgang mit geschlossenem Rückschlagventil bewegte Kolben über den Heißkanal einen unerwünschten, unkontrollierbaren Sog im Schneckenextruder.

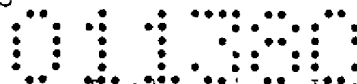
Aus der WO 2011/116838^{A1} ist ein Verfahren bekannt, bei welchem in einem Extruder ein teilfester Metallstrang hergestellt

011380

und portionsweise mittels einer Zange in den Einspeiseraum einer separaten Zylinder/Kolben-Einheit überführt werden.

Die US 2002/0053416^{A1} zeigt als Alternative eine direkte Beschickung aus der Schneckeneinheit über den Heißkanal in den Einspritzraum der Zylinder/Kolben-Einheit. In einer solchen Konfiguration wirkt der hohe Einspritzdruck der Zylinder/Kolben-Einheit über den Heißkanal unmittelbar in die Schneckeneinheit zurück. Dadurch kommt es zu einem Rückfluss von thixotropem Material in kaum steuerbarem Ausmaß in die Schneckeneinheit und folglich zu einer nicht definierten Materialeinspritzmenge in die Druckgussform mit negativen Auswirkungen auf die Qualität des Druckgussteils. Gleichzeitig sind die Schneckeneinheit und ihre gesamte Mechanik und Hydraulik wiederholten hohen Druckstößen ausgesetzt, was neben der direkten Belastung auch die Abnutzung erhöht.

Die WO 01/021343^{A1} beschreibt ein Verfahren zum Versetzen einer flüssigen Metalllegierung in den thixotropen Zustand in einem Doppelschnecken-Extruder und zum nachfolgenden Spritzgießen mittels einer Zylinder/Kolben-Einheit. Die Doppelschnecke soll durch sehr hohe Drehzahl ein Anlegen und Aushärten der Schmelze an der gekühlten Wand des Extruders eindämmen, und ein steuerbares mechanisches Ventil am Extruder soll vorzeitiges Ausfließen der Schmelze in die Zylinder/Kolben-Einheit verhindern. Ein solches Ventil mit beweglichen Teilen ist wegen der dauernden Temperaturschwankungen und der mechanischen Belastungen hoch beansprucht und ausfallsgefährdet.



Die Erfindung setzt sich zum Ziel, eine Vorrichtung zum Druckgießen von metallischem Material im thixotropen Zustand zu schaffen, welche die genannten Nachteile des Standes der Technik überwindet.

Dieses Ziel wird gemäß einem ersten Aspekt der Erfindung mit einer Vorrichtung der einleitend genannten Art erreicht, die sich dadurch auszeichnet, dass zwischen Schneckeneinheit und Zylinder/Kolben-Einheit ein thermisch steuerbares Ventil angeordnet ist. Ein solches Ventil, welches zwischen Schneckeneinheit und Einspritzraum der Zylinder/Kolben-Einheit liegt, ermöglicht es, einerseits den Materialfluss von der Schneckeneinheit beim Beschicken der Zylinder/Kolben-Einheit gesteuert freizugeben und andererseits einen Rückfluss von Material aus der Zylinder/Kolben-Einheit in die Schneckeneinheit beim Druckbeaufschlagen für den Druckguss zu verhindern. So ist das Material für den Einspritzvorgang präzise dosierbar, und die Schneckeneinheit wird vor dem hohen Druck im Zylinder der Zylinder/Kolben-Einheit im Augenblick des Einspritzens zuverlässig bewahrt. Außerdem kann der nicht von Material erfüllte Zylinderraum mit Gas, insbesondere mit Inertgas, gefüllt werden, was ein Oxidieren des Materials verhindert und den Kraftaufwand für die Druckgusshydraulik reduziert. Da das Ventil nicht am Kolben der Zylinder/Kolben-Einheit angeordnet ist, ist es deutlich weniger beansprucht und nur geringen baulichen Einschränkungen unterworfen.

011300

Bevorzugt ist das steuerbare Ventil durch einen Verbindungskanal gebildet, welcher mit steuerbaren Mitteln zur Zwangskühlung des darin befindlichen Materials bis unter dessen Erstarrungstemperatur ausgestattet ist. Auf diese Weise befinden sich keine mechanischen Ventiltteile beim Beschicken der Zylinder/Kolben-Einheit durch die Schneckeneinheit im Materialfluss, was die Belastung des Ventils wesentlich reduziert und seine Lebensdauer erhöht. Auch ist ein solches Ventil ohne bewegliche Teile aufbaubar, sodass Wartung und Verschleiß herkömmlicher Ventile entfallen. Die eigentliche Sperrfunktion des Ventils wird ganz einfach durch das Erstarrenlassen des Materials im Verbindungskanal erfüllt.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn der Verbindungskanal in Richtung zur Zylinder/Kolben-Einheit erweitert ist. Eine solche Erweiterung kann konisch oder treppenförmig ausgeführt sein. Dadurch bildet das im Verbindungskanal erstarrte Material dort einen formschlüssigen Pfropfen, welcher die hohen Einspritzdrücke der Zylinder/Kolben-Einheit sicher von der Schneckeneinheit abhält.

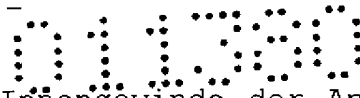
Um den Verbindungskanal nach erfolgtem Einspritzvorgang wieder für neues Material durchgängig zu machen, wird dieser besonders bevorzugt auch mit steuerbaren Mitteln zum Erwärmen des darin befindlichen Materials ausgestattet. Nach dem Erwärmen des Verbindungskanals bis zur Fließfähigkeit des Materials darin kann die Zylinder/Kolben-Einheit für einen weiteren

Druckguss von der Schneckeneinheit mit thixotropem Material beschickt werden.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung bilden die Schneckeneinheit und die Zylinder/Kolben-Einheit zwischeneinander einen Spalt, der - abgesehen von allfälligen thermischen Isolatoren - nur vom Ventil überbrückt ist. Dies ermöglicht eine thermische Entkopplung von Schneckeneinheit und Zylinder/Kolben-Einheit und erlaubt damit eine voneinander unabhängige Temperaturregelung in der Schneckeneinheit und der Zylinder/Kolben-Einheit. Darüber hinaus wird die Zugänglichkeit zum Ventil erleichtert, das bevorzugt an seinen beiden Enden jeweils lösbar an der Schneckeneinheit einerseits und an der Zylinder/Kolben-Einheit anderseits befestigt ist. Die Lösbarkeit der Befestigung ermöglicht den Austausch des Ventils unabhängig von Schneckeneinheit und Zylinder/Kolben-Einheit.

Das Ventil ist, wie beschrieben, bevorzugt ein Verbindungskanal mit Zwangskühlmitteln, könnte jedoch auch als herkömmliches Ventil mit einem mechanisch verschließbaren Verbindungskanal zwischen Schneckeneinheit und Zylinder/Kolben-Einheit ausgeführt sein. Besonders bevorzugt ist das Ventil in einem Rohrstück ausgebildet, das mit endseitigen Flanschen in Anschlussöffnungen der Schneckeneinheit einerseits und der Zylinder/Kolben-Einheit anderseits eingreift.

Besonders günstig ist dabei, wenn das Rohrstück mit Gewinderungen in den Anschlussöffnungen festgelegt ist, welche Ge-



winderinge mit Außengewinden in Innengewinde der Anschlussöffnungen eingreifen und in Axialrichtung geteilt sind. Eine solche Flanschverbindung gewährleistet einen sicheren, druckfesten Sitz des Ventils in der Schneckeneinheit einerseits und der Zylinder/Kolben-Einheit anderseits. Zudem ist ein Lösen des Sitzes durch jeweils nur einen Gewinding an jedem Flansch rasch möglich. Durch die bevorzugte Teilung der Gewinderinge in Axialrichtung kann überdies zunächst das Ventil in die jeweilige Anschlussöffnung eingesetzt und hinterher der jeweilige Gewinding - Stück für Stück - das Rohrstück umfassend aufgesetzt und festgelegt werden. Durch diese Bauweise sind die Gewinderinge keine festen Bestandteile des Ventils bzw. des Rohrstücks und somit unabhängig vom Ventil handhabbar und wiederverwendbar.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn die in der Anschlussöffnung der Zylinder/Kolben-Einheit liegende Mündung des Verbindungskanals durch einen vom Kolben mitgeführten Sperrschieber verschließbar ist. Wird die Mündung des Verbindungskanals durch den Sperrschieber verschlossen, so bleibt beim Erkalten und Erstarren des Materials in der Vorrichtung keine Verbindung zwischen dem im Verbindungskanal des Ventils erstarrten und dem in der Zylinder/Kolben-Einheit befindlichen Material, wodurch das Rohrstück von der Zylinder/Kolben-Einheit, z.B. für einen Tausch des Ventils, ohne hohen Kraftaufwand und ohne die Gefahr einer Beschädigung der Mündung des Verbindungska-

011380

nals und/oder der Zylinder/Kolben-Einheit abgehoben werden kann.

Der Sperrschieber kann in einer separaten Führung - innerhalb oder außerhalb des Zylinders - vom Kolben mitgeführt werden. Bevorzugt ragt der Sperrschieber in Hubrichtung des Kolbens von dessen wirksamer Kolbenfläche vor. Auf diese Weise bildet der Sperrschieber eine Einheit mit dem ihn mitführenden Kolben und bedarf keiner zusätzlichen Bauteile, Dichtungen oder Führungen.

Besonders günstig ist es, wenn die Schnecke der Schneckeneinheit axialverschieblich ist und an ihrem dem Ventil zugewandten Ende über einen Dichtkegel zum Abdichten gegen eine konische Ringschulter am Innenumfang der Schneckeneinheit verfügt. Durch vorübergehendes In-Anlage-Bringen des Dichtkegels an der Ringschulter kann eine zusätzliche Abdichtung beim Einspritzvorgang erzielt werden, welche beispielsweise das thixotrope Material im Inneren der Schnecke vom Verbindungskanal bei dessen Abkühlen und dem darin erstarrenden Material fernhält. Dies vereinfacht eine neuerliche Durchführung des Verfahrens nach einem Einspritzvorgang und verhindert einen Materialrückfluss vom Ventil in die Schneckeneinheit. Auch schützt ein solches Abdichten im Versagensfall des Ventils die Schneckeneinheit vor Schäden infolge des Einspritzvorgangs.

Besonders bevorzugt trägt der Dichtkegel an seiner Spitze einen Stößel, welcher in den Verbindungskanal einführbar ist. Ein solcher Stößel erhöht nicht nur den Abstand zwischen er-



starrendem Material im Verbindungskanal und thixotropem Material in der Schneckeneinheit, sondern erleichtert, in ähnlicher Weise wie der Sperrschieber auf der Seite der Zylinder/Kolben-Einheit des Verbindungskanals, das kraftarme Abziehen des Ventils von der Schneckeneinheit beispielsweise im Falle dessen Austauschs.

Um die Schnecke ohne weiteren Energieaufwand in der abdichtenden Stellung ihres Dichtkegels an der konischen Ringschulter zu halten, kann die Schneckeneinheit optional über einen Bajonettverschluss zur Arretierung der Schnecke in ihrer Dichtstellung verfügen.

Die gesamte Vorrichtung kann mit Schneckeneinheit, Ventil und Zylinder/Kolben-Einheit in jeweils beliebiger Einbaulage ausgeführt werden. Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Zylinder/Kolben-Einheit etwa waagrecht und die Schneckeneinheit etwa senkrecht angeordnet sind: Eine solche Anordnung ist besonders platzsparend und erleichtert dadurch die Nachrüstung einer herkömmlichen Druckguss-Anlage mit Druckgusshydraulik und Druckgussform oder einer bestehenden Metall-Spritzguss-Anlage mit der Vorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung. Überdies sind Schneckeneinheit, Ventil und Zylinder/Kolben-Einheit in dieser Lage gut zugänglich und das Reinigen bzw. Entleeren der Schneckeneinheit kann schwerkraftunterstützt erfolgen, indem das Innere der Schneckeneinheit über den Schmelzpunkt des Materials erwärmt wird, sodass dieses bei geöffnetem Ventil in den Einspritzraum (z.B. zum nochmaligen

011380

Einspritzen) abfließt. Darüber hinaus kann die Schneckeneinheit so an ihrer Oberseite ganz einfach unter Schwerkraftwirkung beschickt werden.

Bevorzugt ist an der wirksamen Kolbenfläche des Kolbens zumindest ein Rührelement angeordnet und der Kolben zusätzlich drehantreibbar. Auf diese Weise kann das im Einspritzraum befindliche thixotrope Material in Bewegung gehalten werden, was auch seine homogene Temperierung begünstigt und durch die Wahl der Drehgeschwindigkeit eine zusätzliche Möglichkeit zur Beeinflussung der Eigenschaften des thixotropen Materials schafft. Die Rührelemente können beispielsweise als zur Achse des Kolbens geneigten Noppen ausgeführt sein. Auch kann der genannte Sperrschieber die Funktion eines solchen Rührelements übernehmen.

Besonders günstig ist es, wenn der Drehantrieb des Kolbens mit Mitteln zum Messen des Drehmoments ausgestattet ist. Aus dem gemessenen Drehmoment kann insbesondere auf die Viskosität und damit auf den Zustand des im Einspritzraum befindlichen thixotropen Materials geschlossen und so das Verfahren weiter automatisiert und geregelt und auch hinsichtlich der Verfahrenssicherheit überwacht werden.

Optional kann die Schnecke mit einer Innenheizung versehen sein. Auf diese Weise ist eine rasche, präzise Erhitzung des metallischen Materials bei dessen Versetzen in den thixotropen Zustand innerhalb der Schneckeneinheit möglich, wodurch sich auch die notwendige Baulänge der gesamten Schneckeneinheit

011390

verkürzt. Hiefür eignet sich jede in der Technik bekannte Art von Heizung. Bevorzugt umfasst die Innenheizung zumindest eine Heizwendel, welche um axial geschlitzte Bimetall-Rohrstücke gewickelt ist. Dadurch kontrahiert die Heizwendel im kalten Zustand und kann für Montage und Austausch leicht in die Schnecke eingeführt werden, wogegen sie im heißen Zustand expandiert und dadurch in engem wärmeleitenden Kontakt an die Innenseite der Schnecke angepresst wird.

Zweckmäßigerweise verfügt die Schnecke über zumindest einen innenliegenden Temperatursensor, über welchen zusätzliche, präzise Informationen über die Abläufe im Inneren der Schneckeneinheit zur Steuerung der Vorrichtung gewonnen werden können.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind zumindest zwei über den Umfang der Schnecke verteilte Aufgabekanäle zum Beschicken der Schneckeneinheit mit metallischem Material vorgesehen. So ist sichergestellt, dass die Schnecke umlaufend gleichmäßig befüllt wird. Dies vermeidet eine „Brückenbildung“ innerhalb des Schneckenzyinders, bei welcher die Schnecke in verschiedenen Zonen entlang ihres Umfangs auf unterschiedliche Reibungsfaktoren durch ungleichmäßige Befüllung trifft, was die Gleichmäßigkeit des thixotropen Materials beeinträchtigen würde.

Optional kann die Schneckeneinheit mit zumindest zwei gegenläufigen, zahnradartig ineinandergreifenden Schnecken ausgeführt sein. Eine solche Ausführungsform erhöht die Scher-

011380

kräfte, welche durch die Schneckendrehung auf das eingefüllte metallische Material wirken. Der thixotrope Zustand des Materials wird so gleichmäßiger.

Um den Einspritzraum besser abzudichten, ist der Kolben der Zylinder-/Kolben-Einheit bevorzugt mit zumindest einem Kolbenring ausgestattet. Kolbenringe vereinfachen auch eine Schmierung des Kolbens bei seinem Verfahren im Zylinder ohne die Gefahr einer Verunreinigung des thixotropen Materials im Einspritzraum durch Schmiermittel.

In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist im Kolben der Zylinder/Kolben-Einheit zumindest ein Temperatursensor angeordnet. Ein derart angeordneter Temperatursensor gestattet eine kontinuierliche Temperaturerfassung, anders als dies ein gemäß dem Stand der Technik üblicherweise in die Zylinderwand integrierter Temperatursensor könnte: Ein wandintegrierter Sensor liefert beim Einspritzen Temperaturdaten über das thixotrope Material im Einspritzraum nur solange, bis er beim Einspritzvorgang vom Kolben überstrichen wird. Beim Überstreichen ist ein wandintegrierter Sensor darüber hinaus großen Beanspruchungen durch Reibung ausgesetzt; all diese Nachteile weist ein direkt im Kolben angeordneter Temperatursensor nicht auf.

Im Kolben der Zylinder/Kolben-Einheit kann optional zumindest ein Drucksensor angeordnet sein, welcher - vergleichbar dem im Kolben integrierten Temperatursensor - eine kontinuierliche Erfassung des Drucks im Einspritzraum erlaubt.

011300

Besonders günstig ist es, wenn Schneckeneinheit und/oder Zylinder-/Kolben-Einheit mit Mitteln zur Zwangskühlung ausgestattet sind. So kann die Vorrichtung und das darin befindliche Material z.B. bei Wartungsstillständen oder zum Modultausch rasch abgekühlt werden, was Stillstandszeiten verkürzt.

In einem zweiten Aspekt schafft die Erfindung auch eine Anlage zum Druckgießen von metallischem Material im thixotropen Zustand, umfassend die beschriebene Vorrichtung, eine Druckgusshydraulik zum Druckbeaufschlagen des Kolbens der Zylinder/Kolben-Einheit und eine von der Zylinder/Kolben-Einheit gespeiste Druckgussform zum Druckgießen von metallischem Material im thixotropen Zustand. Eine derartige Anlage vereint die oben beschriebenen Vorteile der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

In einem dritten Aspekt schafft die Erfindung ein Verfahren zum Druckgießen von metallischem Material im thixotropen Zustand, umfassend die Schritte:

Versetzen eines metallischen Materials in den thixotropen Zustand in einer Schneckeneinheit;

Verbringen des thixotropen Materials von der Schneckeneinheit über einen Verbindungskanal in eine Zylinder/Kolben-Einheit;

Erstarrenlassen des im Verbindungskanal befindlichen Materials; und

Einspritzen des thixotropen Materials aus der Zylinder/Kolben-Einheit in eine Druckgussform, während der Verbindungskanal durch das darin erstarrte Material blockiert ist.

011380

Bezüglich der Vorteile des erfindungsgemäßen Verfahrens wird auf die vorangegangenen Ausführungen zur Vorrichtung verwiesen.

Eine bevorzugte Ausführungsform des Verfahrens der Erfindung zeichnet sich durch den weiteren Schritt des Erwärmens des Verbindungskanals bis zur Wiedererlangung der Fließfähigkeit des darin befindlichen Materials zur Vorbereitung einer neuerlichen Durchführung des Verfahrens aus. So kann das vorliegende Verfahren in einen hochproduktiven zyklischen Prozess mit rascher Taktung überführt werden.

Zur weiteren Beschleunigung der Taktzeiten des Verfahrens erfolgt das Erstarrenlassen des Materials bevorzugt durch Zwangskühlen des Verbindungskanals. Alternativ oder zusätzlich kann das Erstarrenlassen auch durch Ausschalten einer Heizung des Verbindungskanals erfolgen.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn das thixotrope Material in der Zylinder/Kolben-Einheit vor und/oder während des Einspritzvorgangs gerührt wird. Wie dargestellt, kann so das im Einspritzraum enthaltene thixotropen Material in der Zylinder/Kolben-Einheit in einem gleichmäßigen Zustand gehalten und dessen Eigenschaften auch gezielt verändert werden.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines in den beigefügten Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. In den Zeichnungen zeigt:

Fig. 1 eine Metall-Spritzguss-Anlage mit einer erfindungsgemäßen Vorrichtung in einer Seitenansicht;



Fig. 2 die Schneckeneinheit der Vorrichtung von Fig. 1 im Längsschnitt; und

Fig. 3 das Ventil und die Zylinder/Kolben-Einheit der Vorrichtung von Fig. 1 im Längsschnitt.

Gemäß Fig. 1 weist eine Metall-Spritzguss-Anlage 1 eine Vorrichtung 2 zum Druckgießen von metallischen Materialien im thixotropen Zustand in eine Druckgussform 3, eine Druckguss-hydraulik 4 zum Druckbeaufschlagen der Vorrichtung 2 und eine elektronische Steuerung (nicht dargestellt) zur Prozesssteuerung der gesamten Anlage 1 auf. Die Anlage 1 kann auch auf Basis einer herkömmlichen Druckguss-Anlage aufgebaut werden, welche durch Einbau der Vorrichtung 2 zwischen (herkömmlicher) Druckguss-hydraulik 4 und (herkömmlicher) Druckgussform 3 speziell für das Metall-Spritzgießen umgerüstet wird, gegebenenfalls auch nachträglich, in welchem Fall die Vorrichtung 2 einen Nachrüst- bzw. Adaptersatz bildet.

Die Vorrichtung 2 umfasst eine etwa senkrecht stehende Schneckeneinheit 5, ein Ventil 6 und eine etwa waagrecht angeordnete Zylinder/Kolben-Einheit 7 aus Kolben 7' und Zylinder 7". In der Schneckeneinheit 5 wird metallisches Material (nicht gezeigt) in den thixotropen Zustand versetzt und damit über das Ventil 6 die Zylinder/Kolben-Einheit 7 beschickt. Die Druckguss-hydraulik 4 beaufschlagt anschließend den Kolben 7' der Zylinder/Kolben-Einheit 7, um das thixotrope Material aus der Zylinder/Kolben-Einheit 7 in die Druckgussform 3 einzuspritzen.

011380

Alle Teile der Druckguss-Anlage 1 sind auf Lagerschienen 8 gelagert. Die Vorrichtung 2 sitzt in einer Justiereinrichtung 9 auf einer Haltetasse 10 und diese auf den Lagerschienen 8. Die Justiereinrichtung 9 dient zum Anpassen der Anbaulage der Vorrichtung 2 an die Druckgussform 3 und die Druckgusshydraulik 4 in Höhe und Winkel; Justiereinrichtung 9 und/oder Haltetasse 10 können gegebenenfalls entfallen.

Sowohl die Schneckeneinheit 5 als auch die Zylinder/Kolben-Einheit 7 verfügen über Trageösen 11. Die Trageösen 11 dienen zur Manipulation der Vorrichtung 2 im Ganzen - beispielsweise beim Tausch der Vorrichtung 2 gegen eine beliebige andere Druckguss-Vorrichtung oder etwa für Wartungszwecke - oder zum Abheben der Schneckeneinheit 5 von der Zylinder/Kolben-Einheit 7, beispielsweise zum Tausch des Ventils 6.

Beim Einspritzvorgang betätigt die Druckgusshydraulik 4 über eine Kolbenstange 13 den Kolben 7' der Zylinder/Kolben-Einheit 7 und thixotropes Material wird von der Zylinder/Kolben-Einheit 7 über eine Spritzdüse 14 zur Druckgussform 3 geführt, wie weiter unten noch genauer erläutert. Die Druckgussform 3 ist wie in der Technik bekannt in der Regel zumindest zweiteilig ausgeführt und wird von einem Spannrahmen 15 mit Zentrierbolzen 16 gehalten. Zur Entnahme eines fertigen Druckguss-Formteils nach dessen Erstarren in der Druckgussform 3 werden Spannrahmen 15 und Druckgussform 3 in dem Fachmann bekannter Weise an ihrer Teilung geöffnet.

Ein optionaler Rührantrieb 17 treibt über ein Getriebe 18 die Kolbenstange 13 und damit den Kolben 7' der Zylinder/Kolben-Einheit 7 zur Drehung um seine Achse an. Dabei kann zumindest ein Zahnrad des Getriebes 18 mit überbreiten Zähnen zum Ausgleich der Axialbewegungen des Kolbens 7' beim Druckgießen versehen sein. An die Stelle des Getriebes 18 kann ein anderer im Stand der Technik bekannter Trieb, beispielsweise ein Riementrieb, aber auch ein - gegebenenfalls hydraulischer - Direkttrieb treten.

Eine - ebenfalls optionale - Wartungshydraulik 19 dient zum von der Hydraulik 4 unabhängigen Verfahren des Kolbens 7' in eine Wartungsstellung 20 (Fig. 3), wie weiter unten eingehend erläutert, falls diese Funktion nicht durch die Druckgusshydraulik 4 selbst wahrgenommen wird.

Fig. 2 zeigt die Schneckeneinheit 5 im Detail. Die Schneckeneinheit 5 versetzt metallisches Material in einen thixotropen Zustand zur Vorbereitung für das spätere Druckgießen. Über trichterförmige Aufgabekanäle 21, welche über den Umfang eines Schneckenzyinders 22 verteilt und optional in ihrer axialen Lage am Schneckenzyylinder 22 an die Schneckensteigung angepasst sind, ist die Schneckeneinheit 5 mit metallischem Material z.B. in Granulat- oder Spanform beschickbar. Die Aufgabekanäle 21 verlaufen durch die Wandung des Schneckenzyinders 22 abwärts geneigt, bevorzugt in einem Winkel zwischen etwa 45° und etwa 60°, was die gleichmäßige Beschickung vereinfacht.

011300

Außer mit metallischem Material kann die Schneckeneinheit 5 - und damit die gesamte Anlage 1 - bei Bedarf auch mit Inertgas oder anderem gasförmigen, flüssigen und/oder festen Material beschickt werden. Dabei kann es sich um Material handeln, das das Metall-Spritzgießen in Verfahrenshinsicht verbessern, etwa zur Kornfeinerung oder Brandhemmung, oder um Material, das die Eigenschaften des späteren Druckgussteils beeinflusst, wie zur Legierung oder durch Einbringen von Fasern. Inertgas zur Brandhemmung sickert angesichts seiner hohen Masse der Schwerkraft folgend in die Schneckeneinheit 5 und die Anlage 1 ein, wobei es beispielsweise darin befindlichen brandfördernden Sauerstoff verdrängt.

Ein Schneckenantrieb 23 treibt eine im Schneckenzyylinder 22 axial verschieblich drehgelagerte Schnecke 24, welche die zum Versetzen des Materials in den thixotropen Zustand erforderlichen Scherkräfte auf das Material ausübt. Über eine steuerbare, den Schneckenzyylinder 22 umfassende und bevorzugt in Richtung der Achse des Schneckenzyinders 22 in zumindest zwei Segmente S', S'' unterteilte Schneckenheizung 25 an sich bekannter Bauweise wird das Material in der Schneckeneinheit 5 erwärmt. Die Segmente S', S'' können dabei durch gezielte Steuerung verschiedene Temperaturzonen im Schneckenzyylinder 22 erzeugen.

Durch die Wirkung der Scherkräfte und der Erwärmung des metallischen Materials in der Schneckeneinheit 5 wird dieses in einen thixotropen Zustand versetzt. Gleichzeitig wird es

durch die Bewegung der Schnecke 24 in Richtung des Ventils 6 gefördert. Die Vorrichtung 2 kann dabei so ausgelegt sein, dass die Schneckeneinheit 5 über das Ventil 6 die Zylinder/Kolben-Einheit 7 ähnlich einem herkömmlichen Extruder kontinuierlich mit thixotropem Material beschickt. Alternativ kann gemäß Fig. 2 das thixotrope Material in der Schneckeneinheit 5 im unteren Bereich des Schneckenzyinders 22 vorbereitend gesammelt werden, indem sich die Schnecke 24 im Schneckenzyinder 22 kontinuierlich aufwärts bewegt und thixotropes Material in den unteren Bereich des Schneckenzyinders 22 verbringt. Diese Bewegung kann durch eine Schneckenhydraulik 26 aktiv unterstützt werden. Ist in diesem Fall die vorgesehene Menge an thixotropem Material im Schneckenzyinder 22 vorbereitet, so wird dieses von der von der Schneckenhydraulik 26 beaufschlagten Schnecke 24 über das Ventil 6 in die Zylinder/Kolben-Einheit 7 befördert.

Wie in Fig. 2 gezeigt, kann die Schnecke 24 an ihrem unteren, dem Ventil 6 zugewandten Ende über einen Dichtkegel 27 zum Abdichten gegen eine konische Ringschulter 28 am Innenumfang des Schneckenzyinders 22 verfügen. Mit Hilfe der Schneckenhydraulik 26 kann die Schnecke 24 in ihre Dichtanlage (nicht dargestellt) an der konischen Ringschulter 28 verfahren und in dieser Dichtstellung durch einen optionalen Bajonettverschluss 29 verriegelt werden. Dadurch ist ein Abdichten der Schneckeneinheit 5 gegenüber dem Ventil 6 ohne weiteren Energieaufwand erzielbar. Anstelle des Bajonettverschlusses 29

011380

kann auch eine andere im Stand der Technik bekannte Verriegelungsart verwendet werden.

Ein von der Spitze des Dichtkegels 27 vorragender zylinderförmiger Stößel 30 kann in der Dichtstellung der Schnecke 24 in die Mündung eines zentralen Verbindungskanals 31 des Ventils 6 eintreten. Der Stößel 30 vereinfacht den Tausch des Ventils 6 durch Beabstanden des darin befindlichen gegebenenfalls erstarrten Materials von der Schneckeneinheit 5. So ist ein Ventilwechsel im kalten Zustand ohne Beschädigungsgefahr für Schneckeneinheit 5 und Ventil 6 möglich. Der Stößel 30 kann alternativ eine an das Ventil 6 angepasste andere Form aufweisen oder optional entfallen. Auch könnte die konische Ringschulter 28 direkt in der Mündung des zentralen Verbindungskanals 31 des Ventils 6 ausgeführt sein.

Alternativ oder ergänzend zur Schneckenheizung 25 am Schneckenzyylinder 22 kann die Schnecke 24 mit einer - beispielsweise ebenfalls segmentierten - Innenheizung (nicht dargestellt) ausgestattet sein. Ist eine solche Innenheizung als elektrische Heizung ausgeführt, so kann sie bevorzugt mit Heizwendeln aufgebaut sein, welche um in Axialrichtung geschlitzte Bimetall-Rohrstücke gewickelt sind, welche so ausgelegt sind, dass sie im kalten Zustand in der Schnecke 24 verschoben werden können und im heißen Zustand fest an der Innenwand der Schnecke 24 anliegen.

Optional verfügt die Schnecke 24 über einen oder mehrere verteilte innenliegende Temperatursensoren (nicht darge-

011380

stellt). Da sich die Schnecke dreht, sind die Signalübertragung der Temperatursensoren sowie die Energieversorgung der Sensoren und der Innenheizung an die Drehbewegung anzupassen. Die Signalübertragung kann drahtlos z.B. über Funk oder über Schleifringe (nicht dargestellt) an der Schnecke 24 erfolgen. Die gleichen Möglichkeiten bestehen für die Energieversorgung, wobei der vergleichsweise geringe Energiebedarf der Temperatursensoren drahtlos oder über „energy harvesting“ aus der Umgebung gedeckt werden kann, während für die Innenheizung Schleifringe bevorzugt sind.

Alternativ zur Darstellung in Fig. 2 kann die Schneckeneinheit 5 auch mit zumindest zwei gegenläufigen, zahnradartig ineinandergreifenden Schnecken 24 ausgeführt sein.

Fig. 3 zeigt das Ventil 6 im Detail. Das Ventil 6 ist mit einem oberen Flansch 32 in einer Anschlussöffnung 33 der Schneckeneinheit 5 und mit einem unteren Flansch 34 in einer Anschlussöffnung 35 der Zylinder/Kolben-Einheit 7 festgelegt. Das Ventil 6 schafft eine Verbindung für das in der Schneckeneinheit 5 vorbereitete thixotrope Material zum Beschicken der Zylinder/Kolben-Einheit 7 und verhindert ein Rückfließen des Materials aus der Zylinder/Kolben-Einheit 7 in die Schneckeneinheit 5 während des Einspritzens. Das Ventil 6 dient dabei insbesondere dazu, den hohen Druck, welcher bei der Einspritzbewegung des Kolbens 7' in der Zylinder/Kolbeneinheit 7 entsteht, von der Schneckeneinheit 5 abzuhalten. Das Ventil 6 ist gemäß Fig. 3 als Rohrstück 36 mit zentralem steuerbarem Ver-

011300

bindungskanal 31 zum wahlweisen Verbinden des Inneren des Schneckenzyllinders 22 mit dem als Einspritzraum 37 dienenden Inneren des Zylinders 7" der Zylinder/Kolben-Einheit 7 ausgeführt.

Das in Fig. 3 dargestellte Ventil 6 arbeitet thermisch und verfügt dazu über einen heiz- und/oder kühlbaren Verbindungskanal 31, der das Rohrstück 36 durchsetzt und optional zur Zylinder/Kolben-Einheit 7 hin erweitert ist. In Fig. 3 ist der Verbindungskanal 31 treppen- bzw. stufenförmig erweitert dargestellt, er kann alternativ aber auch konisch (siehe Fig. 2), treppenförmig-konisch, bauchig-konisch, bauchig oder einfach zylinderförmig sein; auch können verschiedene dieser Formen in Axialrichtung aneinandergereiht sein.

Zur thermischen Beaufschlagung des Verbindungskanals 31 und damit Steuerung des Ventils 6 ist dieses mit einer steuerbaren Heizung 39 und/oder steuerbaren Zwangskühlmitteln 40 ausgestattet. Mittels der Heizung 39 kann im Verbindungskanal 31 befindliches Material im thixotropen Zustand gehalten werden, sowie gegebenenfalls darin befindliches erstarrtes Material wieder fließfähig gemacht werden, um das Ventil 6 „freizuschalten“. Ähnlich wie in Bezug auf die Schneckenheizung 25 beschrieben kann die Heizung 39 zur zonenweisen Temperatursteuerung in Segmente unterteilt werden.

Durch Abkühlenlassen des Verbindungskanals 31 kann umgekehrt das darin befindliche Material zum Erstarren gebracht werden und bildet dann im Verbindungskanal 31 einen massiven

011380

Pfropfen, welcher den Materialdurchtritt durch den Verbindungskanal 31 unterbindet und somit das Ventil 6 „sperrt“.

Das Erstarrenlassen des Materials im Verbindungskanal 31 kann durch Ausschalten der Heizung 39 und/oder durch Einschalten der Zwangskühlmittel 40 erfolgen. Die Zwangskühlmittel 40 können beispielsweise gasförmiges Kühlmittel in Kühlkanälen 40 im Rohrstück 36 umfassen.

Um im Falle eines zyklischen Metall-Spritzguss-Verfahrens besonders schnelle Taktzeiten realisieren zu können, können die Heizung 39 bevorzugt als induktive Impulsheizung und die Zwangskühlmittel 40 als CO₂-Gaskühlung ausgeführt sein. Alternativ sind auch andere aus dem Stand der Technik bekannte Heizungen und/oder Kühlungen für das Ventil 6 verwendbar.

Die Heizung 39 und/oder die Zwangskühlmittel 40 können, wie in Fig. 3 dargestellt, in oder an der Wandung des Rohrstücks 36 oder in einer oder mehreren die Wandung des Rohrstücks 36 und den Verbindungskanal 31 etwa quer durchsetzenden Einschubpatrone(n) angeordnet sein.

Zwischen Schneckeneinheit 5 und Zylinder/Kolben-Einheit 7 ist ein Spalt 41 ausgebildet, der in thermischer Hinsicht nur von dem Ventil 6 überbrückt ist und damit eine weitgehende thermische Entkopplung von Schneckeneinheit 5 und Zylinder/Kolben-Einheit 7 sicherstellt. Zur zusätzlichen Abstützung der Schneckeneinheit 5 auf der Zylinder/Kolben-Einheit 7 können thermische Isolatoren 42, beispielsweise aus Keramik, vorgesehen werden.

011300

Zum Festlegen des Ventils 6 mitsamt seinen Flanschen 32, 34 in den Anschlussöffnungen 33, 35 greifen Gewinderinge 43 mit Außengewinden in Innengewinde der Anschlussöffnungen 33, 35 ein. Die Gewinderinge 43 sind bevorzugt in ihrer Axialrichtung geteilt, wodurch sie unabhängig vom Ventil 6 handhabbar und auch nach dessen Einführen in die Anschlussöffnungen 33, 35 um das Rohrstück 36 herumgelegt und in das Innengewinde der jeweiligen Anschlussöffnung 33, 35 gedreht werden können.

Für den Angriff eines An- bzw. Abzugswerkzeugs können die Gewinderinge 43 optional an ihren freiliegenden Angriffsflächen 44 entsprechende Ausnehmungen aufweisen. Puffer (nicht dargestellt) in den Teilungsschlitzten der Gewinderinge 43 verhindern deren Verrutschen und Verkeilen, indem sie jenen Sägespalt ausfüllen, der bei der Herstellung der Gewinderinge aus einem einstückigen Ring und folgendem Zersägen entsteht. Alternativ können herkömmliche Flanschbefestigungen, z.B. mittels Verschraubung durch Bohrungen in den Flanschen (nicht dargestellt), zum Festlegen des Ventils 6 in den Anschlussöffnungen 33, 35 verwendet werden.

Die Mündung 45 des Verbindungskanals 31 mündet direkt oder wie dargestellt über einen Hilfskanal 48 in der Wandung des Zylinders 7" der Zylinder/Kolben-Einheit 7 zwischen Kolben 7' und Spritzdüse 14 in den Einspritzraum 37 des Zylinders 7". Ein Sperrschieber 46, welcher aus der wirksamen Kolbenfläche 47 des Kolbens 7' herausragt, verschließt die Mündung 45 des Ventils 6 bei Bewegung des Kolbens 7' in die Wartungsstellung

011350

20, indem er in den Hilfskanal 48 eintritt und sich vor die Mündung 45 legt. Der Querschnitt des Sperrschiebers 46 kann beispielsweise rund, oval, mehreckig oder ei- oder linsenförmig aber auch unsymmetrisch sein und z.B. konkave Segmente aufweisen. Der Sperrschieber 46 kann alternativ über ein Gestänge vom Kolben 7' mitgeführt werden und auch außerhalb des Zylinders 7" oder in einer (nicht dargestellten) separaten Führung etwa in der Wand des Zylinders 7" geführt sein.

Die Kolbenbewegung in die Wartungsstellung 20 führt die Wartungshydraulik 19 meist zu Wartungszwecken durch, beispielsweise für den Tausch des Ventils 6; beim betriebsmäßigen Einspritzvorgang verfährt der Kolben 7' im allgemeinen nicht bis zum Verschließen der Mündung 45 durch den Sperrschieber 46.

Der Hilfskanal 48 liegt parallel zur Hubrichtung 49 des Kolbens 7' und hat einen an den Querschnitt des Sperrschiebers 46 angepassten Querschnitt. Alternativ kann der Hilfskanal 48 auch einen gegenüber dem Sperrschieber 46 verschiedenen Querschnitt aufweisen, solange der Sperrschieber 46 die Mündung 45 des Ventils 6 gegenüber dem Einspritzraum 37 abzudichten vermag. Zum Abführen des im Hilfskanal 48 befindlichen Materials beim Einfahren des Sperrschiebers 46 ist der Hilfskanal 48 beidseitig zum Einspritzraum 37 hin offen.

Beim Beschicken der Zylinder/Kolben-Einheit 7 mit thixotropem Material aus der Schneckeneinheit 5 über das Ventil 6 in den Einspritzraum 37 weicht der Kolben 7' entweder durch

011380

den Druck aus der Schneckeneinheit 5 zurück, oder er wird durch die Druckgusshydraulik 4 aktiv zurückgezogen, wobei er die Schneckeneinheit 5 durch seine Sogwirkung beim Beschicken auch unterstützen kann. Das thixotrope Material wird damit im Einspritzraum 37 für das nun folgende Einspritzen gesammelt.

Um den thixotropen Zustand des Materials im Einspritzraum 37 bestmöglich zu gewährleisten, verfügt die Zylinder/Kolben-Einheit über eine Zylinderheizung 51. Die Zylinderheizung 51 ist ebenso wie die Schneckenheizung 25 optional segmentiert und nach Zonen steuerbar. Auch zum Reinigen und Entleeren der Schneckeneinheit 5, des Ventils 6 bzw. der Zylinder/Kolben-Einheit 7 können Schneckenheizung 25, Heizung 39 bzw. Zylinderheizung 51 das jeweils darin befindliche Material verflüssigen. Zusätzlich können Schneckeneinheit 5 bzw. Zylinder/Kolben-Einheit 7 mit Zwangskühlmitteln - beispielsweise nach Art der Zwangskühlmittel 40 des Ventils 6 - zur raschen Abkühlung für Wartungs- und Modultauschzwecke ausgestattet sein.

An der wirksamen Kolbenfläche 47 des Kolbens 7' können zusätzlich zum Sperrschieber 46 ein oder mehrere Rührelemente 52 angeordnet sein. Die Rührelemente 52 sind z.B. zur Achse des Kolbens geneigte Noppen, können aber auch schaufel- oder ringförmig sein oder eine andere zum Rühren des im Einspritzraum 37 befindlichen thixotropen Materials geeignete Form aufweisen, oder auch durch den Sperrschieber 46 selbst gebildet sein.

011380

Wird der Kolben 7' über die Kolbenstange 13 vom Rührantrieb 17 über das Getriebe 18 in Drehung versetzt, so treffen die Röhrelemente 52 im Einspritzraum 37 je nach Zustand des darin befindlichen thixotropen Materials auf unterschiedlichen Widerstand. Durch Messung des Drehmoments an der Kolbenstange bzw. im Rührantrieb 17 oder durch eine separate Messzelle (nicht dargestellt) kann somit auf den Zustand des thixotropen Materials im Einspritzraum 37 geschlossen werden.

Weitere Informationen über den Zustand des im Einspritzraum 37 befindlichen thixotropen Materials können Temperatur- und Drucksensoren im Einspritzraum 37 liefern. Gemäß Fig. 3 liegen zumindest ein Temperatursensor 53 und/oder zumindest ein Drucksensor 54 im Kolben 7'. Die Signale 55 der Sensoren 53, 54 werden z.B. durch die Kolbenstange 13 und gegebenenfalls wie oben beschrieben über Schleifringe oder Funk an eine außenliegende Signalauswerteeinheit (nicht dargestellt) übertragen.

Ist eine für den folgenden Druckgussvorgang ausreichende Menge an Material im thixotropen Zustand im Einspritzraum 37 vorhanden, wird das Ventil 6 durch Abschalten der Heizung 39 und/oder Einschalten der Zwangskühlmittel 40 geschlossen, was die Vorrichtung 2 für das Einspritzen des Materials in die Druckgussform 3 vorbereitet. Zum Einspritzen beaufschlagt die Druckgusshydraulik 4 den Kolben 7' über die Kolbenstange 13 mit Druck, wodurch das thixotrope Material aus dem Einspritzraum 37 durch die Spritzdüse 14 in die Druckgussform 3 einge-

011380

spritzt wird, wo es erstarrt und später als Formteil entnommen werden kann.

Der Kolben 7' kann gegenüber der Innenwand des Zylinders 7" zur besseren Abdichtung des Einspritzraums 37 mit einem oder mehreren Kolbenringen versehen sein. Die Kolbenringe können z.B. in an sich bekannter Weise als Kompressionsringe ausgeführt sein, deren Anpressdruck an die Innenwand des Zylinders 7" hauptsächlich durch den Druck des thixotropen Materials im Einspritzraum 37 bewerkstelligt wird, z.B. über geeignete Formgebung der Kompressionsringe oder durch zusätzliche Druckkanäle im Kolben 7' zwischen Einspritzraum 37 und Kompressionsringen. Optional ist auch eine Schmierung der Innenwand des Zylinders 7" möglich; dazu könnten Schmiermittel beispielsweise durch Schmiermittelbohrungen in der Wand des Zylinders 7" oder über jenen Raum im Zylinder 7", welcher an der der Druckgussform 3 abgewandten Seite des Kolbens 7' liegt, zugeführt werden.

Die Spritzdüse 14, welche in die Druckgussform 3 mündet, verfügt bevorzugt über eine Düsenheizung 56. Die Spritzdüse 14 kann dank dieser als sog. Heißkanal ausgelegt sein, um ein Verfestigen des Materials in ihrem Inneren zu verhindern. Fig. 3 zeigt darüber hinaus einen optionalen Isoliermantel 57 zur thermischen Isolierung um die Spritzdüse 14. Ein solcher Isoliermantel 57 kann in geeigneter Größe auch zur thermischen Isolierung der Schneckeneinheit 5, des Ventils 6 und/oder der Zylinder/Kolben-Einheit 7 eingesetzt werden.

011380

Nach dem Einspritzen des thixotropen Materials in die Druckgussform 3 und dem Öffnen des Ventils 6 durch Erwärmen kann das Verfahren neuerlich durchgeführt werden.

Die Erfindung ist nicht auf die dargestellten Ausführungsformen beschränkt, sondern umfasst alle Varianten und Modifikationen, die in den Rahmen der angeschlossenen Ansprüche fallen. So könnte z.B. die Mündung 45 des Ventils 6 auch an der der Druckgussform 3 abgewandten Seite des Kolbens 7' in einen Einspeiseraum (nicht dargestellt) des Zylinders 7" münden. In dieser alternativen Ausführungsform beschickt die Schneckeneinheit 5 über das Ventil 6 anstelle des Einspritzraums 37 diesen Einspeiseraum. Fährt dann der Kolben 7' zurück und lässt thixotropes Material über ein Rückschlagventil vom Einspeiseraum in den Einspritzraum 37 übertreten, kann das Ventil 6 die Schneckeneinheit 5 vor Druck- und/oder Sogwirkung bewahren.

011380

Patentansprüche:

1. Vorrichtung zum Druckgießen von metallischem Material, mit einer Schneckeneinheit zum Versetzen des Materials in einen thixotropen Zustand und einer von dieser beschickten Zylinder/Kolben-Einheit zum Druckbeaufschlagen des thixotropen Materials für den Druckguss, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen Schneckeneinheit (5) und Zylinder/Kolben-Einheit (7) ein thermisch steuerbares Ventil (6) angeordnet ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das steuerbare Ventil (6) durch einen Verbindungskanal (31) gebildet ist, welcher mit steuerbaren Mitteln (40) zur Zwangskühlung des darin befindlichen Materials bis unter dessen Erstarrungstemperatur ausgestattet ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Verbindungskanal (31) in Richtung zur Zylinder/Kolben-Einheit (7) erweitert ist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Verbindungskanal (31) mit steuerbaren Mitteln (39) zum Erwärmen des darin befindlichen Materials ausgestattet ist.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Schneckeneinheit (5) und die Zylinder/Kolben-Einheit (7) zwischeneinander einen Spalt (41) bilden, der abgesehen von thermischen Isolatoren (42) nur von dem Ventil (6) überbrückt ist.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Ventil (6) an seinen beiden Enden jeweils lösbar an der Schneckeneinheit (5) einerseits und der Zylinder/Kolben-Einheit (7) andererseits befestigt ist.

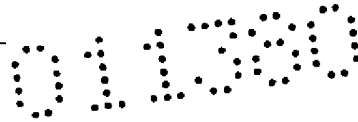
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Ventil (6) in einem Rohrstück (36) ausgebildet ist, das mit endseitigen Flanschen (32, 34) in Anschlussöffnungen (33, 35) der Schneckeneinheit (5) einerseits und der Zylinder/Kolben-Einheit (7) andererseits eingreift.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Rohrstück (36) mit Gewindingen (43) in den Anschlussöffnungen (33, 35) festgelegt ist, welche Gewindinge (43) mit Außengewinden in Innengewinde der Anschlussöffnungen (33, 35) eingreifen und in Axialrichtung geteilt sind.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die in der Anschlussöffnung (35) der Zylinder/Kolben-Einheit (7) liegende Mündung (45) des Verbindungskanals (31) durch einen vom Kolben (7') der Zylinder/Kolben-Einheit (7) mitgeführten Sperrschieber (46) verschließbar ist.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Sperrschieber (46) in Hubrichtung (49) des Kolbens (7') von dessen wirksamer Kolbenfläche (47) vorragt.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Schnecke (24) der Schneckeneinheit (5) axialverschieblich ist und an ihrer dem Ventil (6)



zugewandten Seite über einen Dichtkegel (27) zum Abdichten gegen eine konische Ringschulter (28) am Innenumfang der Schneckeneinheit (5) verfügt.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11 in Verbindung mit Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Dichtkegel (27) an seiner Spitze einen Stößel (30) trägt, welcher in den Verbindungskanal (31) einführbar ist.

13. Vorrichtung nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Schneckeneinheit (5) über einen Bajonettverschluss (29) zur Arretierung der Schnecke (24) in ihrer Dichtstellung verfügt.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Zylinder/Kolben-Einheit (7) etwa waagrecht und die Schneckeneinheit (5) etwa senkrecht angeordnet sind.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass an der wirksamen Kolbenfläche (47) des Kolbens (7') zumindest ein Rührelement (52) angeordnet und der Kolben (7') zusätzlich drehantreibbar ist.

16. Vorrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass der Drehantrieb (17) des Kolbens (7') mit Mitteln zum Messen des Drehmoments ausgestattet ist.

17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Schnecke (24) mit einer Innenheizung versehen ist.



18. Vorrichtung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Innenheizung zumindest eine Heizwendel umfasst, welche um axial geschlitzte Bimetall-Rohrstücke gewickelt ist.

19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest zwei über den Umfang der Schnecke (24) verteilte Aufgabekanäle (21) zum Beschicken der Schneckeneinheit (5) mit metallischem Material vorgesehen sind.

20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass die Schneckeneinheit (5) mit zumindest zwei gegenläufigen, zahnradartig ineinandergreifenden Schnecken (24) ausgeführt ist.

21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass der Kolben (7') der Zylinder/Kolben-Einheit (7) mit zumindest einem Kolbenring ausgestattet ist.

22. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass im Kolben (7') der Zylinder/Kolben-Einheit (7) zumindest ein Temperatursensor (53) angeordnet ist.

23. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 22, dadurch gekennzeichnet, dass im Kolben (7') der Zylinder/Kolben-Einheit (7) zumindest ein Drucksensor (54) angeordnet ist.

24. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 23, dadurch gekennzeichnet, dass die Schneckeneinheit (5) und/oder

die Zylinder/Kolben-Einheit (7) mit Mitteln zur Zwangskühlung ausgestattet sind.

25. Anlage zum Druckgießen von metallischem Material im thixotropen Zustand, umfassend die Vorrichtung (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 24, eine Druckgusshydraulik (4) zum Druckbeaufschlagen des Kolbens (7') der Zylinder/Kolben-Einheit (7) und eine von der Zylinder/Kolben-Einheit (7) gespeiste Druckgussform (3) zum Druckgießen von metallischem Material im thixotropen Zustand.

26. Verfahren zum Druckgießen von metallischem Material im thixotropen Zustand, umfassend die Schritte:

Versetzen eines metallischen Materials in den thixotropen Zustand in einer Schneckeneinheit (5),

Verbringen des thixotropen Materials von der Schneckeneinheit (5) über einen Verbindungskanal (31) in eine Zylinder/Kolben-Einheit (7),

Erstarrenlassen des im Verbindungskanal (31) befindlichen Materials, und

Einspritzen des thixotropen Materials aus der Zylinder/Kolben-Einheit (7) in eine Druckgussform (3), während der Verbindungskanal (31) durch das darin erstarrte Material blockiert ist.

27. Verfahren nach Anspruch 26, gekennzeichnet durch den weiteren Schritt des Erwärmens des Verbindungskanals (31) bis zur Wiedererlangung der Fließfähigkeit des darin befindlichen

Materials zur Vorbereitung einer neuerlichen Durchführung des Verfahrens.

28. Verfahren nach Anspruch 26 oder 27, dadurch gekennzeichnet, dass das Erstarrenlassen durch Zwangskühlen (40) des Verbindungskanals (31) erfolgt.

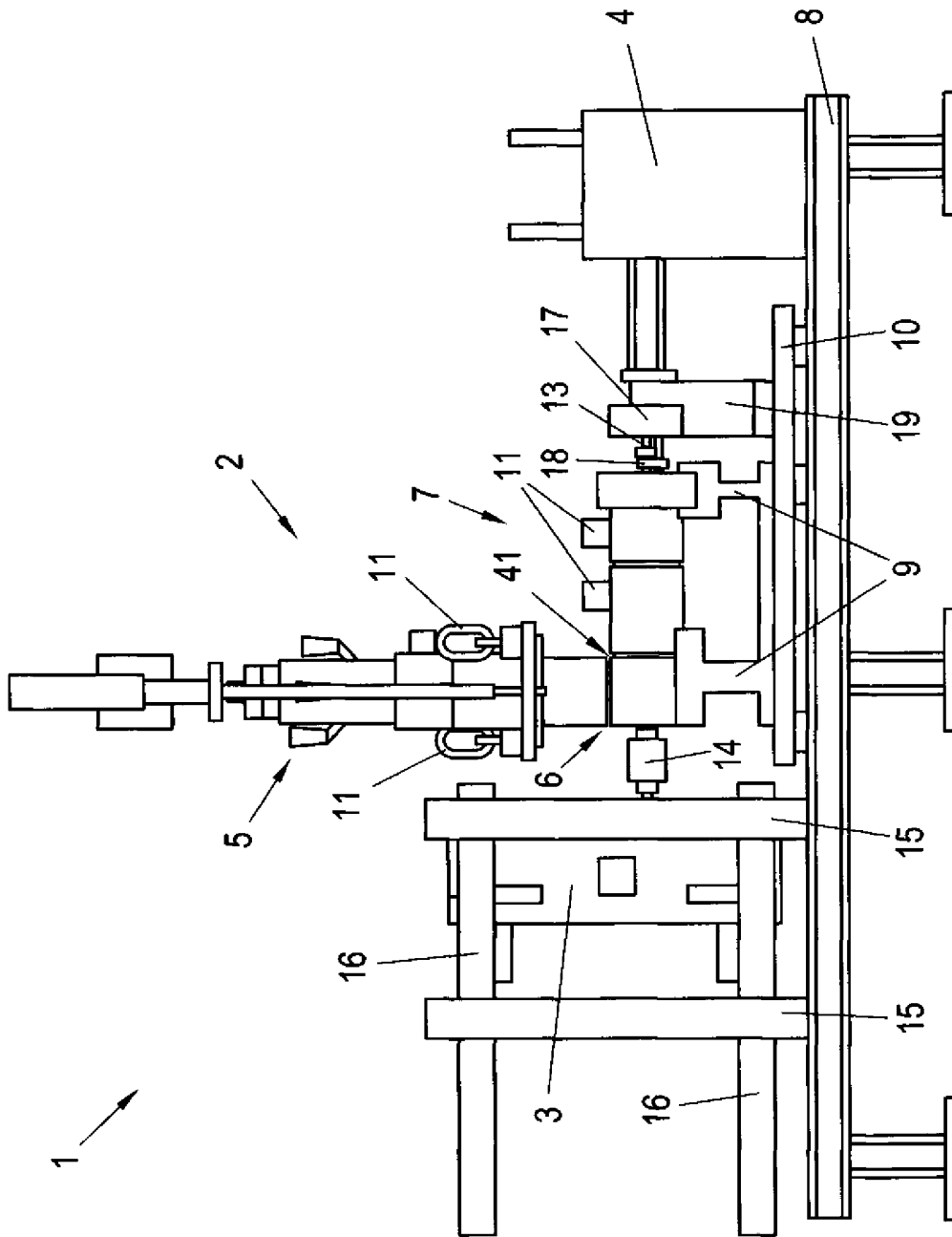
29. Verfahren nach Anspruch 26 oder 27, dadurch gekennzeichnet, dass das Erstarrenlassen durch Ausschalten einer Heizung (39) des Verbindungskanals erfolgt.

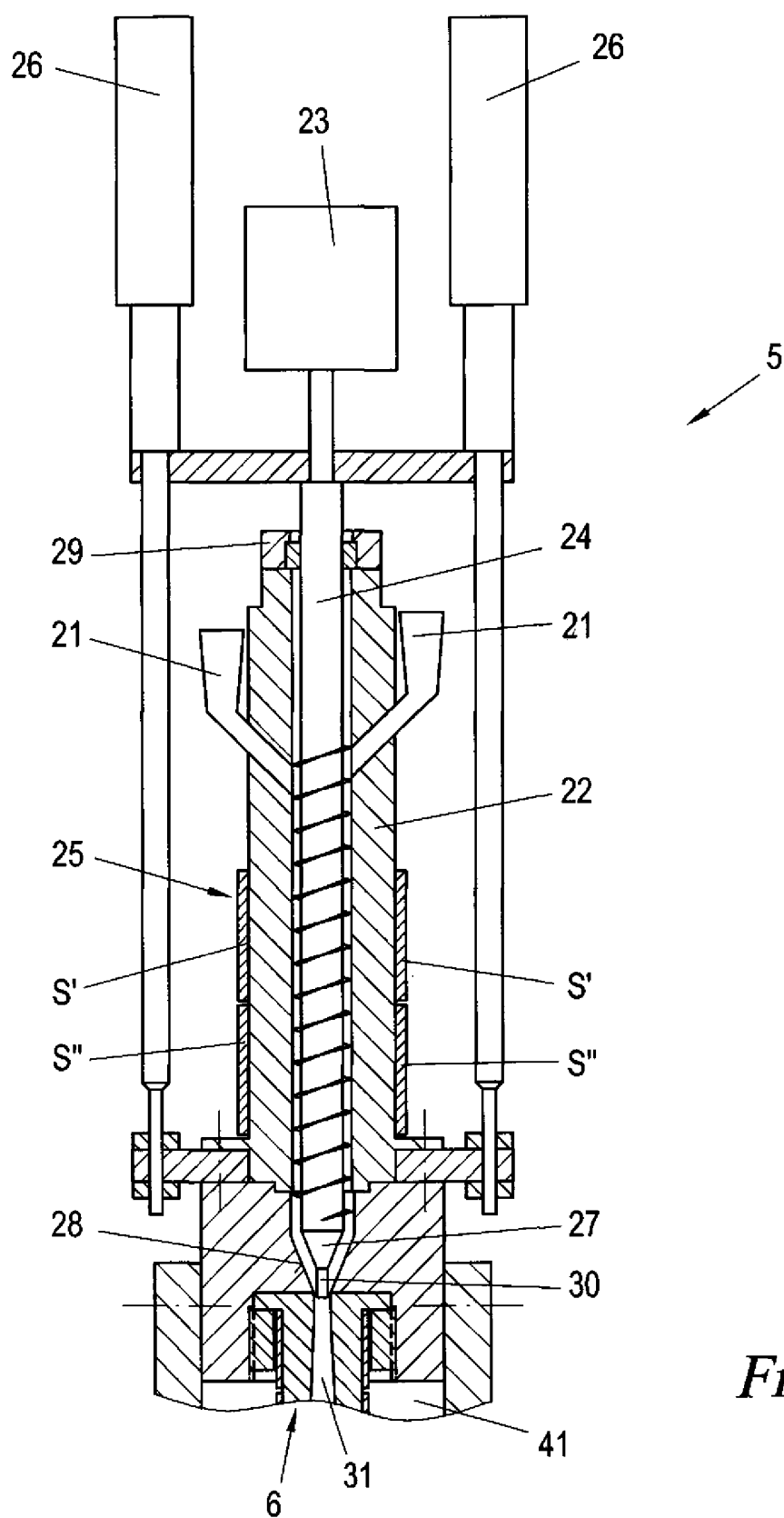
30. Verfahren nach einem der Ansprüche 26 bis 29, dadurch gekennzeichnet, dass das thixotrope Material in der Zylinder/Kolben-Einheit (7) vor und/oder während des Einspritzvorgangs gerührt wird.

011380

1/3

Fig. 1





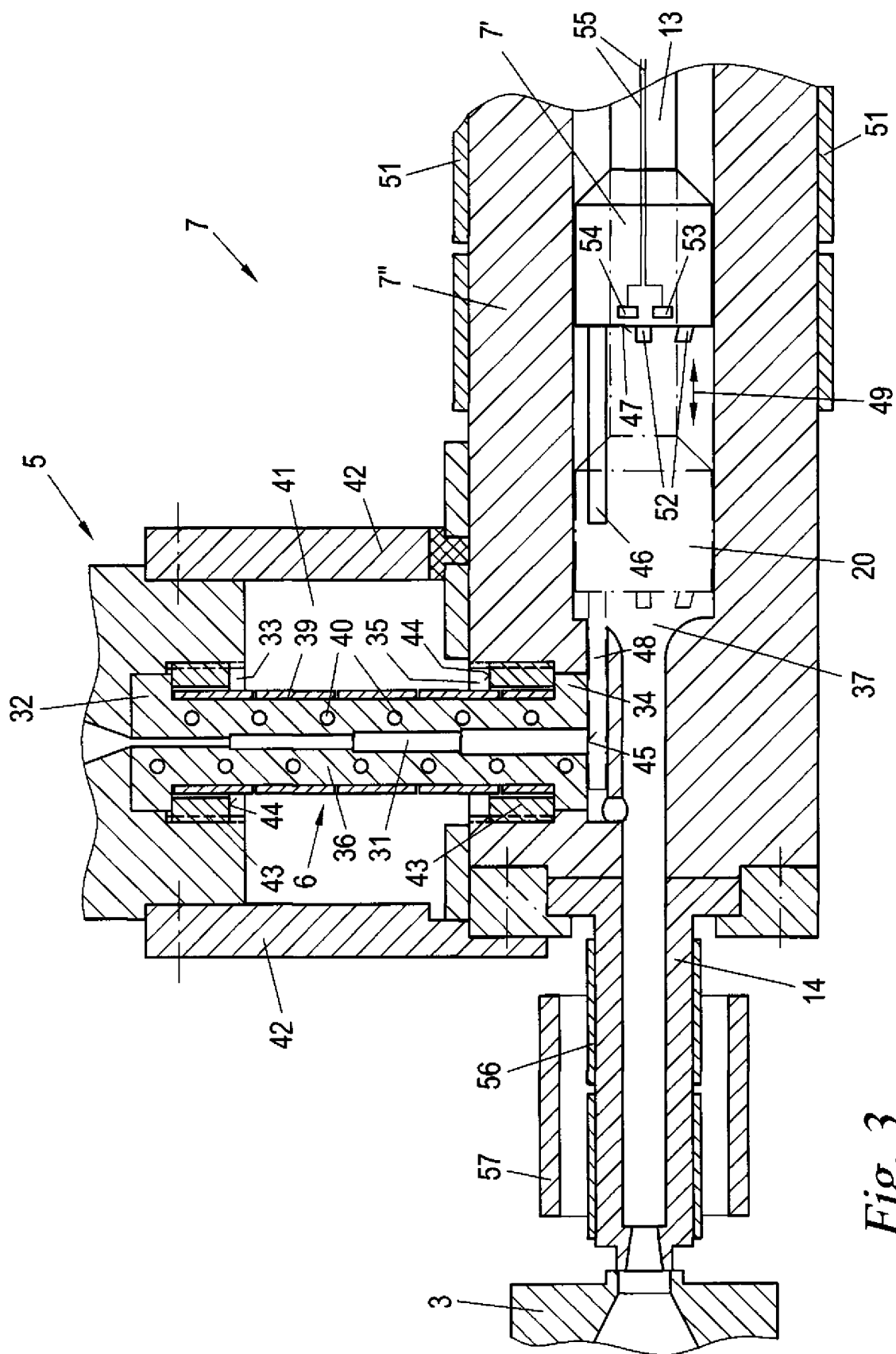


Fig. 3



Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC: B22D 17/00 (2006.01); B22D 17/20 (2006.01); B21J 5/00 (2006.01); C22C 1/00 (2006.01)		
Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß ECLA: B22D 17/00S; B22D 17/20D; B22D 17/20D1; B22D 17/20D4; B22D 17/20D14; B21J 5/00C; C22C		
Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation): B21J, B22D, C22C		
Konsultierte Online-Datenbank: EPODOC; WPI; TXTN		
Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 10. November 2011 eingereichten Ansprüchen 1 bis 30 erstellt.		
Kategorie ¹⁾	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
A	US 6860314 B1 (KOIDE et al.) 01. März 2005 (01.03.2005) Figur 3	1
A	DE 10157349 A1 (DEMAG ERGOTECH GMBH) 12. Juni 2003 (12.06.2003) Figuren 1 und 2	1
X	WO 2007028265 A2 (BUEHLER DRUCKGUSS AG) 15. März 2007 (15.03.2007) Ansprüche 1 bis 3; Figur 1	26, 27
X	DE 10359692 A1 (MOLD-MASTERS LTD.) 22. Juli 2004 (22.07.2004) Ansprüche 18, 19 und 23	26, 27
A	US 2001045266 A1 (KONO) 29. November 2001 (29.11.2001)	
Datum der Beendigung der Recherche: 21. September 2012		☐ Fortsetzung siehe Folgeblatt
		Prüfer(in): RIEDER W.
¹⁾ Kategorien der angeführten Dokumente: X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: der Anmeldungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden. Y Veröffentlichung von Bedeutung: der Anmeldungsgegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist. A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert. P Dokument, das von Bedeutung ist (Kategorien X oder Y), jedoch nach dem Prioritätstag der Anmeldung veröffentlicht wurde. E Dokument, das von besonderer Bedeutung ist (Kategorie X), aus dem ein älteres Recht hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen). & Veröffentlichung, die Mitglied der selben Patentfamilie ist.		