



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
02.02.2000 Patentblatt 2000/05

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: B22D 17/22

(21) Anmeldenummer: 98810732.2

(22) Anmeldetag: 30.07.1998

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
AL LT LV MK RO SI

(71) Anmelder:  
Alusuisse Technology & Management AG  
8212 Neuhausen am Rheinflall (CH)

(72) Erfinder: Imwinkelried, Thomas  
8247 Flurlingen (CH)

(54) **Eingusssystem für die Herstellung von Formteilen aus thixotropen Metallbolzen in Druckgiessmaschinen**

(57) Druckgiessmaschine zur Herstellung von Formteilen aus thixotropen Metallbolzen, enthaltend ein Eingusssystem (17), welches einen Giesskammerhohlraum (12) mit einer Formkavität verbindet. Das Eingusssystem (17) enthält eine unmittelbar an eine Durchgangsöffnung (14) des Giesskammerhohlraumes (10) angrenzende Eingusskavität (19) und wenigstens einen davon wegführenden Eingusskanal (20, 21, 22, 23). Jeder Eingusskanal (20, 21, 22, 23) weist eine konzentrische Mittellinie ( $m_1$ ,  $m_2$ ) und an seinem gegen die Formkavität gerichteten Ende eine Einleitöffnung (35, 36, 37, 38) auf. Jeder Eingusskanal (20, 21, 22, 23) stellt ein rohrförmiges Kanalstück mit kreisförmigem oder elliptischem Querschnitt dar, wobei die Querschnittfläche auf der ganzen Länge im wesentlichen konstant ist. Jeder Eingusskanal (20, 21, 22, 23) enthält anschliessend an die Eingusskavität (19) einen Krümmer (25, 26, 27, 28) und daran anschliessend ein gerades Kanalstück. Der Krümmer (25, 26, 27, 28) ist derart ausgebildet, dass dessen Mittellinie ( $m_1$ ,  $m_2$ ) einen konstanten Biegeradius ( $Rk_1$ ,  $Rk_2$ ) aufweist, eine Tangente an die bis zur Durchgangsöffnung (14) mit demselben Biegeradius ( $Rk_1$ ,  $Rk_2$ ) weitergezogene Mittellinie ( $m_1$ ,  $m_2$ ) an der Durchgangsöffnung (14) parallel zu einer Längsachse (1) des zylinderförmigen Giesskammerhohlraumes (12) verläuft und eine Tangente an die Mittellinie ( $m_1$ ,  $m_2$ ) am gegen die Einleitöffnung (35, 36, 37, 38) gerichteten Krümmer-Ende (73, 74) mit der Mittellinie ( $m_1$ ,  $m_2$ ) des geraden Kanalstückes zusammenfällt.

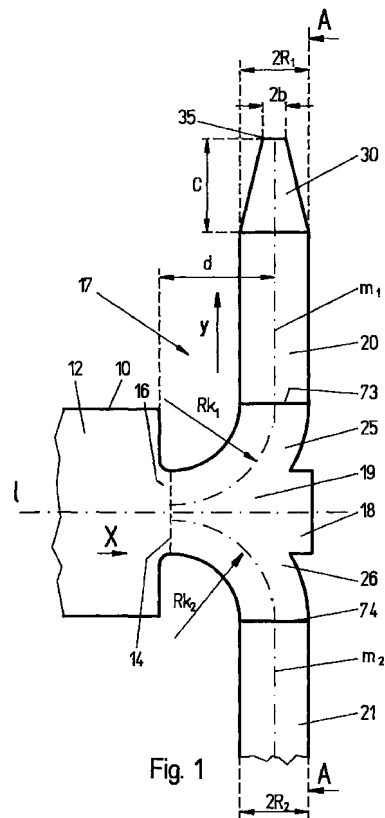


Fig. 1

## Beschreibung

**[0001]** Vorliegende Erfindung betrifft eine Druckgiessmaschine zur Herstellung von Formteilen aus thixotropen Metallbolzen, enthaltend ein Eingusssystem, welches einen zylinderförmigen Giesskammerhohlraum mit einer Formkavität verbindet, wobei das Eingusssystem eine unmittelbar an den Giesskammerhohlraum angrenzende, zylinderförmige Eingusskavität aufweist und wenigstens einen Eingusskanal enthält, und alle Eingusskanäle lateral von der Mantelfläche der Eingusskavität wegführen, und jeder Eingusskanal eine konzentrische Mittellinie und an seinem gegen die Formkavität gerichteten Ende eine Einleitöffnung zum Einführen der thixotropen Metallegierung in die Formkavität aufweist, und die Verbindung des Eingusssystems mit dem Giesskammerhohlraum durch eine bezüglich einer konzentrischen Längsachse des zylinderförmigen Giesskammerhohlraumes senkrechte Durchgangsöffnung geschieht, und die Einleitöffnungen bezüglich der Durchgangsöffnung dergestalt angeordnet sind, dass die Flächennormalen der Einleitöffnungen nicht mit der Längsachse des zylinderförmigen Giesskammerhohlraumes zusammenfallen.

**[0002]** Druckgiessmaschinen zur Herstellung von Formteilen aus thixotropen Metallbolzen sind an sich bekannt. So beschreibt die EP-A 0 718 059 eine Horizontal-Druckgiessmaschine zur Herstellung von Formteilen aus einem thixotropen Legierungsbrei, wobei die Druckgiessmaschine einen Oxidabstreifer zur Vermeidung von Oxideinschlüssen im Legierungsgefüge des Formteils enthält

**[0003]** Das Verfahren zur Herstellung von Formteilen aus thixotropen, d.h. teilfesten/teilflüssigen, Metallbolzen wird als Thixoformen bezeichnet. Als Metallbolzen kommen dabei alle Bolzen aus einem in einen thixotropen Zustand überführbaren Metall in Frage. Insbesondere können die Metallbolzen aus Aluminium, Magnesium oder Zink oder aus Legierungen dieser Metalle bestehen.

**[0004]** Beim Thixoformen werden die thixotropen Eigenschaften teilflüssiger bzw. teilfester Metallegierungen ausgenützt. Unter thixotropem Verhalten einer Metallegierung wird verstanden, dass ein entsprechend vorbereitetes Metall sich unbelastet wie ein Festkörper verhält, unter Schubbeanspruchung seine Viskosität jedoch soweit verringert, dass es sich ähnlich einer Metallschmelze verhält. Dazu ist ein Aufheizen der Legierung in das Erstarrungsintervall zwischen Liquidus- und Solidustemperatur erforderlich. Die Temperatur ist dabei so einzustellen, dass beispielsweise ein Gefügeanteil von 20 bis 80 Gew.% aufgeschmolzen wird, der Rest jedoch in fester Form verbleibt

**[0005]** Beim Thixoformen wird teilfestes/teilflüssiges Metall in einer modifizierten Druckgiessmaschine zu Formteilen verarbeitet. Die zum Thixoformen eingesetzten Druckgiessmaschinen unterscheiden sich gegenüber den Druckgiessmaschinen zum Druckgiessen von

Metallschmelzen durch beispielsweise eine länger ausgestattete Giesskammer zur Aufnahme des thixotropen Metallbolzens und einen dadurch benötigten grösseren Kolbenhub, und beispielsweise einer mechanisch verstärkten Ausgestaltung der die thixotrope Metallegierung führenden Teile der Druckgiessmaschine infolge der höheren Druckbelastung dieser Teile während dem Thixoformen.

**[0006]** Das Thixoformen geschieht beispielsweise mit einer Horizontal-Druckgiessmaschine. Bei diesen Maschinen liegt die Giesskammer, die den thixotropen Metallbolzen aufnimmt waagrecht. Beim Thixoformen wird ein thixotroper Metallbolzen in eine solche horizontal liegende Giesskammer einer Druckgiessmaschine gegeben und durch Druckbeaufschlagung mittels eines Giesskolbens mit hoher Geschwindigkeit und unter hohem Druck in eine üblicherweise aus Stahl, insbesondere Warmarbeitsstahl, bestehende Gussform eingeleitet, d.h. in die Formkavität der Gussform eingebracht bzw. eingeschossen, wobei die thixotrope Metallegierung in dieser erstarrt. Dabei beträgt die Druckbeaufschlagung des thixotropen Metallbolzens typischerweise 200 bis 1500 bar und insbesondere zwischen 500 und 1000 bar. Die dadurch bewirkte Strömungsgeschwindigkeit des thixotropen Legierungsbreis beträgt beispielsweise 0.2 bis 3 m/s und insbesondere 0.3 bis 2 m/s.

**[0007]** Das sich während der Erstarrung der thixotropen Metallegierung in der Gussform ausbildende Gussgefüge bestimmt wesentlich die Eigenschaften der Formteile. Die Gefügeausbildung ist gekennzeichnet durch die Phasen, wie Mischkristall und eutektische Phasen, das Gusskorn, wie Globuliten und Dendriten, Seigerungen als auch Gefügefehler, wie Porosität (Gasporen, Mikrolunker), und Verunreinigungen, wie beispielsweise Oxide.

**[0008]** Die für das Thixoformen teilfester Legierungen verwendeten Metallbolzen weisen ein verfahrensbedingt feines Korn auf, das sich -- wenn während der Vorbehandlung der thixotropen Metallbolzen, d.h. während dem Aufheizen der Metallbolzen und deren Transport in die Druckgiessmaschine, keine Kornvergrößerung eintritt -- wieder im Legierungsgefüge der Formteile findet. Ein feines Korn verbessert im allgemeinen die Werkstoffeigenschaften, erhöht die Homogenität des Legierungsgefüges und hilft Gefügefehler im Formteil zu vermeiden. Das Thixoformen teilfester Legierungen zeigt gegenüber dem Druckgiessen von Metallschmelzen zudem weitere wesentliche Vorteile. Dazu gehört eine bedeutende Energieeinsparung sowie kürzere Fertigungszeiten, da erstens die thixotropen Metallbolzen im Vergleich zum Druckgiessen von Metallschmelzen vorgängig zum Thixoformen weniger hoch und somit weniger lang aufgeheizt werden müssen und zweitens in der Gussform schneller abgekühlt, bzw. in einen festen Zustand zurückgeführt werden, was zu einer Verringerung der Kornvergrößerung beiträgt. Die Energieeinsparung ergibt sich vor allem dadurch, dass ein

Grossteil der Schmelzwärme sowie die gesamte Überhitzungswärme, d.h. die der Metallegierung zusätzlich zugeführte Wärme zur Erreichung einer Temperaturüberhöhung über den Schmelzpunkt zur Sicherstellung des schmelzflüssigen Zustandes der Metallegierung, und die Energie für das Warmhalten der Schmelze entfallen. Als weiterer Vorteil ist zudem die bessere Massgenauigkeit aufgrund geringerer Schrumpfung und die Herstellung endabmessungsnaher Formteile zu betrachten, wodurch die Bearbeitungsschritte reduziert und Legierungsmaterial eingespart wird. Zudem ist durch die um etwa 100 °C geringere Verarbeitungstemperatur die Temperaturwechselbelastung der einzelnen Komponenten der Druckgiessmaschine kleiner, wodurch die Werkzeugstandzeit erhöht wird. Die gegenüber dem Druckgiessen von Metallschmelzen geringere Verarbeitungstemperatur beim Thixoformen ermöglicht auch das Verarbeiten von Legierungen mit tiefem Eisengehalt, da kein Ablegieren der Werkzeuge durch Anschmelzen geschieht. Zudem erlaubt das Thixoformen eine bessere Formfüllung mit weniger Luft einschliessen.

**[0009]** Bei den aus dem Stand der Technik bekannten Druckgiessmaschinen wird ein Metallbolzen im thixotropen Zustand, üblicherweise ein thixotroper Aluminiumbolzen, in eine Giesskammer (oder genauer: in einen in der Giesskammer befindlichen Giesskammerhohlraum) gegeben und mittels Druckbeaufschlagung durch eine meist zylinderförmige Verengung am einen Ende der Giesskammer, der sogenannten Durchgangsöffnung, gepresst. Dabei wird das thixotrope Material geschert. Das gescherte, thixotrope Material wird dann, ausgehend von einer der Durchgangsöffnung anliegenden Eingusskavität, in trapezförmige Eingusskanäle umgelenkt und gelangt dann in die Formkavität einer Gussform. Üblicherweise sind die Eingusskanäle in einem etwa rechten Winkel zur konzentrischen Mittelachse der Durchgangsöffnung angeordnet. Die Anordnung zwischen Giesskammer und Formkavität wird im weiteren als Eingusssystem bezeichnet. Das Eingusssystem dient somit dem Einleiten des in der Giesskammer befindlichen, thixotropen Legierungsbreis in die Formkavität der Gussform.

**[0010]** Durch die mechanische Beanspruchung des thixotropen Legierungsbreis während dessen Überführung aus dem Giesskammerhohlraum in die Formkavität tritt eine Scherentfestigung der thixotropen Legierung auf, d.h. die thixotrope Legierung wird durch die Scherentfestigung flüssiger.

**[0011]** An ein Eingusssystem zum Thixoformen werden folgende Anforderungen gestellt:

a) Gutes Füllverhalten: Das Eingusssystem muss möglichst gleichmässig über seinen gesamten Querschnitt gefüllt werden. Im verwendeten Geschwindigkeitsbereich der thixotropen Legierung darf es zudem zu keinen Gas- oder Oxideinschlüssen kommen.

b) Gutes Strömungsverhalten: Die Strömung muss möglichst laminar sein, damit Verwirbelungen und unerwünschte Entfestigungen des thixotropen Materials vermieden werden.

c) Gutes Scherverhalten: Die Scherentfestigung muss möglichst homogen über den gesamten Querschnitt erfolgen, wobei die Scherentfestigung möglichst gering gehalten werden soll.

d) Geringer Wärmeverlust: Das thixotrope Material sollte auf seinem Weg durch das Eingusssystem möglichst wenig an Wärmeenergie verlieren.

e) Minimales Volumen des Eingusssystems: Das am Schluss des Thixoformprozesses im Eingusssystem verbleibende Material wird für den Füllprozess der Formkavität nicht verwendet. Daher sollte das Eingusssystem ein minimales Volumen aufweisen, um eine optimale Ausbringung von thixotropem Material in die Formkavität zu gewährleisten.

f) Gutes Nachspeisungsverhalten: Während der Erstarrung des Formteils muss das im Eingusssystem befindliche, thixotrope Material zusammenhängend flüssig bleiben, damit einerseits die Druckübertragung vom Giesskolben auf das Formteil aufrechterhalten werden kann und andererseits das durch die erstarrungsbedingte Schrumpfung verursachte Volumendefizit des Formteils durch Nachspeisung von thixotropem Material kompensiert werden kann.

g) Gute Druckübertragung: Das Eingusssystem sollte einen möglichst geringen Druckabfall zwischen Giesskammerhohlraum und Formkavität bewirken.

**[0012]** Die aus dem Stand der Technik bekannten Eingusssysteme erfüllen diese Anforderungen nur teilweise. Insbesondere weisen die bekannten Eingusssysteme ein zu grosses Volumen auf, so dass die Ausbringung an thixotropem Material pro Formteil noch erheblich verbessert werden kann. Ein zu grosses Volumen des verwendeten Eingusssystems beeinträchtigt insbesondere die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens.

**[0013]** Ein weiterer Nachteil der bekannten Eingusssysteme betrifft das geschwindigkeitsabhängige Füllverhalten. Das Füllverhalten eines Eingusssystems kann je nach Kolbengeschwindigkeit und Ausgangszustand des thixotropen Bolzens sehr unterschiedlich ausfallen. So kann es bei hohen Kolbengeschwindigkeiten beispielsweise zu unerwünschten Luft einschliessen im thixotropen Legierungsbrei des Eingusssystems kommen. Bei sehr schneller Formfüllung können während dem Thixoformen turbulente Strömungsbedingungen auftreten, was zu Gaseinschlüssen (Luft, Trenn-

oder Schmiermittel) im Formteil führen kann, wodurch eine allfällig gewünschte anschliessende Wärmebehandlung, beispielsweise eine Lösungsglühung, des Formteils oft verunmöglicht wird. Nahe der Oberfläche des Formteils liegende Gaseinschlüsse können beispielsweise beim Lösungsglühen, des hohen Gasdruckes wegen, zu unerwünschter Blasenbildung führen.

**[0014]** Ein weiterer Nachteil der bekannten Eingussysteme betrifft das ungleichmässige Strömungsverhalten. Die während dem Thixoformen nach Füllung des Eingussystems mit thixotropem Material sich einstellende Strömung ist in den meisten Fällen ungleichmässig. Dabei wurde insbesondere erkannt, dass abrupte Richtungsänderungen und/oder wechselnde Querschnittsverhältnisse zu lokalen Geschwindigkeitsänderungen des thixotropen Materials führen. Zudem wurde festgestellt, dass bei eckigen Querschnitten der Eingusskanäle nur ein Teil des verfügbaren Querschnittes effektiv für die Leitung des thixotropen Materials genutzt wird.

**[0015]** Angesichts der vorgängig beschriebenen Nachteile der bekannten Eingussysteme für Druckgiessmaschinen zur Herstellung von Formteilen aus thixotropem Material hat sich der Erfinder zur Aufgabe gemacht ein Eingussystem bereitzustellen, welches die genannten Nachteile vermeidet und die für ein Eingussystem einer Druckgiessmaschine zum Thixoformen aufgestellten Anforderungen optimal erfüllt

**[0016]** Erfindungsgemäss wird dies dadurch gelöst, dass jeder Eingusskanal einen kreisförmigen oder elliptischen Querschnitt mit auf seiner ganzen Länge im wesentlichen konstanter Querschnittsfläche aufweist und unmittelbar anschliessend an die Eingusskavität einen Krümmer enthält, wobei der zwischen Krümmer und Einleitöffnung befindliche Teil des Eingusskanales ein gerades, rohrförmiges Kanalstück beschreibt und der Krümmer derart ausgebildet ist, dass dessen Mittellinie einen konstanten Biegeradius aufweist und eine Tangente an die bis zur Durchgangsöffnung mit demselben Biegeradius weitergezogene Mittellinie an der Durchgangsöffnung parallel zur Längsachse des zylinderförmigen Giesskammerhohlraumes verläuft und eine Tangente an die Mittellinie am gegen die Einleitöffnung gerichteten Krümmer-Ende mit der Mittellinie des geraden, rohrförmigen Kanalstückes zusammenfällt.

**[0017]** Durch die erfindungsgemässe Ausgestaltung des Eingussystems bleiben die Richtungsänderungen und auch die damit zusammenhängende Scherentfestigung des thixotropen Legierungsbreies während dem Transport von der Durchgangsöffnung zur Einleitöffnung minimal.

**[0018]** Jeder Eingusskanal weist zwischen Eingusskavität und Einleitöffnung bevorzugt eine betragsmässig konstante Querschnittsfläche auf. Dadurch wird die Strömungsgeschwindigkeit der thixotropen Legierung möglichst konstant gehalten und die Scherwirkung auf die thixotrope Legierung minimiert

**[0019]** Weiter bevorzugt entspricht die Summe der

Querschnittsflächen der einzelnen Eingusskanäle im wesentlichen der Querschnittsfläche der Durchgangsöffnung. Dabei weicht die Summe der der Eingusskavität anliegenden Querschnittsflächen der einzelnen Eingusskanäle besonders bevorzugt um nicht mehr als  $\pm 10\%$  von der Querschnittsfläche der Durchgangsöffnung ab.

**[0020]** In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung des Eingussystems enthält der Eingusskanal an seinem gegen die Formkavität gerichteten Ende einen Anschnittbereich, der in der entsprechenden Einleitöffnung endet. Bevorzugt weisen die Eingusskanäle zwischen Eingusskavität und dem jeweiligen Anschnittbereich ein rohrförmiges Kanalstück mit kreisrundem Querschnitt und konstantem Radius auf. Dabei betrifft das Kanalstück zwischen Eingusskavität und Anschnittbereich einerseits den Krümmer und andererseits das zwischen Krümmer und Anschnittbereich liegende, gerade Kanalstück eines jeden Eingusskanales. Durch diesen kreisrunden Querschnitt wird das Verhältnis von Oberfläche zu Volumen minimiert. Zudem erlaubt der kreisrunde Querschnitt eine volle Nutzung des zur Verfügung stehenden Kanalquerschnittes.

**[0021]** Bevorzugt weisen die Einleitöffnungen einen elliptischen Querschnitt auf. Die Einleitöffnung ergibt sich durch die Schnittfläche des Anschnittbereiches des Eingusskanales mit dem in der Formkavität hergestellten, auseinanderlaufenden Formteil. Bei einer ebenen Formteilwand ergibt sich somit eine elliptische Einleitöffnung. Bei gekrümmten Formteilgeometrien resultieren üblicherweise komplexere Schnittflächen.

**[0022]** Der Anschnittbereich stellt einen kanalförmigen Übergangsbereich zwischen dem geraden Teilstück des Eingusskanales mit kreisrundem Querschnitt und der Einleitöffnung dar. Bevorzugt weist der Anschnittbereich längs seiner Mittellinie einen Querschnitt auf, der allmählich von einem kreisförmigen in einen immer flacher werdenden ellipsenförmigen Querschnitt übergeht, wobei dieser Übergangsbereich in einem der Einleitöffnung entsprechenden, ellipsenförmigen Querschnitt endet. Bevorzugt wird im Anschnittbereich die Querschnittsfläche betragsmässig im wesentlichen konstant gehalten, wobei damit betragsmässige Veränderungen der Querschnittsfläche von bis zu 30 % mitumfasst sind; insbesondere kann sich der Querschnitt des Anschnittbereiches längs seiner Mittellinie graduell etwas aufweiten oder verengen.

**[0023]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weist das erfindungsgemässe Eingussystem eine Auffangtasche für die Stirnoxidschicht des thixotropen Metallbolzens auf. Während der Vorbehandlung, Lagerung und dem Aufheizvorgang des thixotropen Metallbolzens bildet sich üblicherweise eine Metalloxidschicht. Um Einschlüsse solcher oxidischer Bestandteile im Legierungsgefüge des Formteils zu vermeiden, wird die oxidische Mantelfläche des thixotropen Metallbolzens meist vor oder in der Giesskammer entfernt. Dabei verbleibt üblicherweise eine Oxidschicht

an der Stirnfläche des thixotropen Bolzens. Die in der erfindungsgemässen Ausführungsform des Eingussystems vorgesehene Auffangtasche erlaubt somit die Ablagerung dieser Stirnoxidschicht in einer strömungsmechanischen Totzone an dem der Durchgangsöffnung entfernt liegenden Ende der Eingusskavität. Dabei wird die Auffangtasche beispielsweise durch eine zylinderförmige Ausstülpung der Eingusskavität auf der der Durchgangsöffnung entfernt liegenden Seite gebildet.

**[0024]** Das erfindungsgemässe Eingussssystem wird bevorzugt für Horizontal-Druckgiessmaschinen verwendet.

**[0025]** Weiter bevorzugt liegen die geraden Kanaltücke der Eingusskanäle senkrecht zur Längsachse des Giesskammerhohlraumes. Dabei entspricht der Biegeradius der Mittellinie im Krümmer eines Eingusskanales dem Abstand der Durchgangsöffnung von einer Geraden, enthaltend die Mittellinie des geraden, rohrförmigen Kanaltückes des entsprechenden Eingusskanales.

**[0026]** Erfindungsgemäss bestimmt sich der Biegeradius einer Mittellinie im Krümmbereich beispielsweise dadurch, dass der Schnittpunkt der Winkelhalbierenden zwischen der Längsachse des Giesskammerhohlraumes und der Mittellinie des geraden Teilstückes des entsprechenden Eingusskanales mit einer Ebene durch die Durchgangsöffnung festgestellt wird, wobei der Abstand dieses Schnittpunktes vom Mittelpunkt der Durchgangsöffnung den Biegeradius  $R_k$  ergibt.

**[0027]** Der Übergang zwischen Giesskammerhohlraum und Eingusskavität kann scharfkantig oder abgerundet ausgestaltet sein. Bei der scharfkantigen Ausgestaltung wird dieser Übergang durch die Durchgangsöffnung beschrieben. Bevorzugt wird jedoch ein abgerundeter Übergang. Dabei wird die Durchgangsöffnung durch die Stelle beschrieben, an der der Querschnitt am geringsten ist, oder aber der Querschnitt einen konstanten Wert annimmt, d.h. in eine Eingusskavität mit konstantem Querschnitt übergeht. Bei der abgerundeten Ausführungsform des Übergangs zwischen dem zylinderförmigen Giesskammerhohlraum und der Durchgangsöffnung wird somit ein Übergangsbereich mit einem sich stetig verjüngenden Querschnitt gebildet. Durch die Schaffung eines derartigen Übergangsbereiches wird eine gleichmässige Scherwirkung des thixotropen Legierungsbreis bewirkt. Zudem wird eine bei scharfkantigen Übergängen und hohen Strömungsgeschwindigkeiten häufig auftretende Ablösung der thixotropen Legierungsströmung von der Wandung der Durchgangsöffnung vermieden.

**[0028]** Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemässen Eingussystems ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

**[0029]** Das erfindungsgemässe Eingussssystem eignet sich prinzipiell für das Thixoformen aller Mezzallegierungen, die in einen thixotropen Zustand überführt werden können. Bevorzugt wird das erfindungsgemässe Eingussssystem zum Thixoformen von Aluminium-, Magne-

sium- oder Zinklegierungen eingesetzt. Besonders bevorzugt eignet sich das erfindungsgemässe Eingussssystem zum Thixoformen von Aluminiumdruckgusslegierungen, insbesondere für AlSi-, AlSiMg-, AlSiCu-, AlMg-, AlCuTi- und AlCuZnMg-Legierungen.

**[0030]** Das erfindungswesentliche Eingussssystem weist gegenüber dem Stand der Technik folgende Vorteile auf:

a) Minimales Volumen des Eingussystems:

Durch die Verwendung runder Eingusskanäle wird die Gesamtoberfläche so klein wie möglich gehalten. Zudem ist wegen dem optimalen Verhältnis von Oberfläche zu Volumen der Wärmeverlust minimal. Daher wird weniger thixotropes Material benötigt um den Wärmeverlust des thixotropen Legierungsbreis im Eingussystem zu kompensieren.

b) Gutmütiges Füllverhalten:

Das Füllverhalten des Eingussystems ist in dem für das Thixoformen üblicherweise angewandten Geschwindigkeitsbereich der Formfüllung, d.h. der Strömungsgeschwindigkeit der thixotropen Legierung, sehr gutmütig, d.h. selbst bei relativ hohen Strömungsgeschwindigkeiten bilden sich keine Lufteinschlüsse.

c) Strömungsverhalten:

Das Strömungsverhalten bei mit thixotroper Legierung bereits gefülltem Eingusskanal ist ausgezeichnet, da die gesamte Querschnittsfläche des Eingusskanales genutzt wird und keine strömungsmechanischen Totzonen vorhanden sind. Zudem ermöglicht der runde Kanalquerschnitt der Eingusskanäle die Ausbildung einer laminaren Strömung für den ganzen bei der Formfüllung auftretenden Strömungsgeschwindigkeitsbereich.

d) Einstellbarkeit der Viskosität:

Infolge der geringen Scherentfestigung der thixotropen Legierung an der Durchgangsöffnung und dem Eingusskanal kann eine hohe Viskosität der thixotropen Legierung bis hin zur Einleitöffnung beibehalten werden. An der Einleitöffnung kann dann die für die Füllung der Formkavität gewünschte Viskosität des thixotropen Legierungsbreis eingestellt werden.

e) Minimaler Druckverlust und gutes Nachspeisungsverhalten:

Der Kolbendruck wird durch die erfindungsgemäss gekrümmten Eingusskanäle sehr gut übertragen, d.h. der Druckverlust in den Eingusskanälen ist minimal und wird infolge des hydrostatischen Druckes vor allem durch die gewählte Höhe der entsprechenden Einleitöffnung bestimmt. Auch das Nachspeisungsverhalten wird infolge des geringen Druckabfalles in den Eingusskanälen im wesentli-

chen durch die Höhe der Einleitöffnungen bestimmt.

#### Ausführungsbeispiel

**[0031]** Druckgiessmaschine mit horizontal liegender Giesskammer, bei welcher der Übergang vom Giesskammerhohlraum zur Eingusskavität scharfkantig ausgebildet ist und das Eingussystem zwei Eingusskanäle gleicher Abmessungen mit je einem Anschnittbereich aufweist. Der Querschnitt des Einguss-Kanalstückes zwischen Eingusskavität und Anschnittbereich ist kreisrund und weist einen Durchmesser von  $2 R = 25$  mm auf. Der Biegeradius der Krümmen beträgt 42.5 mm. Der Durchgangsöffnungsdurchmesser beträgt 35 mm. Die Eingusskavität ist kreiszylinderförmig ausgebildet und weist eine horizontal liegende, konzentrische Längsachse auf, welche zudem mit der konzentrischen Längsachse des Giesskammerhohlraumes zusammenfällt. Die Eingusskavität hat einen Durchmesser von 35 mm. Die Länge der Eingusskavität ist derart ausgebildet, dass zwischen den beiden Krümmern eine Auffangtasche für die Stirnoxide der thixotropen Bolzen gebildet wird, wobei die Querschnittabmessungen der Auffangtasche denen der Eingusskavität entsprechen. Das gerade Kanalstück jedes Eingusskanales liegt in einer Vertikalen und steht somit zur konzentrischen Längsachse des Giesskammerhohlraumes senkrecht, wobei der eine Eingusskanal senkrecht nach unten und der andere Eingusskanal senkrecht nach oben führt. Die von der konzentrischen Längsachse des Giesskammerhohlraumes gemessene Höhe des Anfanges des Anschnittbereiches beträgt 102.5 mm. Die Länge des Anschnittbereiches beträgt 50 mm. Die Einleitöffnungen liegen in einer Horizontalebene und weisen eine ellip-senförmige Form mit einer Hauptachsenlänge  $a$  und einer Nebenachsenlänge  $b$  auf. Die Gestalt des Anschnittbereiches lässt sich in einem kartesischen Koordinatensystem, bei welchem die  $x$ -Achse parallel zur konzentrischen Längsachse des Giesskammerhohlraumes gelegt wird, die  $y$ -Achse parallel zu einer Vertikalen liegt und die  $z$ -Achse ebenfalls in einer Horizontalebene durch die  $x$ -Achse liegt, derart beschreiben, dass

$$x(y) = (b-R) \cdot y/c+R$$

und

$$z(y) = (c \cdot R^2)/(b \cdot y - R \cdot y + R \cdot c)$$

gilt, wobei  $R$  den konstanten Radius des querschnittlich kreisförmigen Einguss-Kanalstückes zwischen Eingusskavität und Anschnittbereich,  $b$  die Länge der Nebenachse der Einleitöffnung und  $c$  die Länge bzw. Höhe des Anschnittbereiches bedeutet. In diesem kartesischen Koordinatensystem liegt die Hauptachse  $a$  der Einleitöffnung parallel zur  $z$ -Achse und die Nebenachse

$b$  parallel zur  $x$ -Achse. Die Einleitöffnungen weisen somit eine Ellipse mit einem Nebenachsendurchmesser von  $2 b = 6$  mm und einem Hauptachsendurchmesser von  $2 a$  auf.

**[0032]** Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der erfindungsgemässen Druckgiessmaschine ergeben sich aus den in den Figuren 1 bis 9 dargestellten Ausführungsbeispielen, sowie aus der Figurenbeschreibung.

- 10 Figur 1 zeigt schematisch eine Teilansicht eines vertikal durch die konzentrische Längsachse des Giesskammerhohlraumes verlaufenden Längsschnittes einer erfindungsgemässen Druckgiessmaschine mit zwei Eingusskanälen.
- 15 Figur 2 zeigt eine Draufsicht auf die in Figur 1 im Längsschnitt dargestellte Druckgiessmaschine entlang der Linie A-A.
- 20 Figur 3 zeigt eine Draufsicht auf die in Figur 1 und 2 dargestellte Druckgiessmaschine entlang der Linie B-B.
- 25 Figur 4 zeigt schematisch eine Teilansicht eines vertikal durch die konzentrische Längsachse des Giesskammerhohlraumes verlaufenden Längsschnittes einer weiteren erfindungsgemässen Druckgiessmaschine mit einem einzigen Eingusskanal.
- 30 Figur 5 zeigt eine Draufsicht auf die in Figur 4 im Längsschnitt dargestellte Druckgiessmaschine entlang der Linie C-C.
- 35 Figur 6 zeigt schematisch eine Teilansicht eines vertikal durch die konzentrische Längsachse des Giesskammerhohlraumes verlaufenden Längsschnittes einer weiteren erfindungsgemässen Druckgiessmaschine mit vier Eingusskanälen.
- 40 Figur 7 zeigt eine Draufsicht auf die in Figur 6 im Längsschnitt dargestellte Druckgiessmaschine entlang der Linie D-D.
- 45 Figur 8 zeigt verschiedene Ausführungsformen eines Ausschnittes des in Figur 1 dargestellten oberen Eingusskanales, wobei dieser Ausschnitt insbesondere den Anschnittbereich des oberen Eingusskanales betrifft und Figur 8 verschiedene Ausführungsformen dieses Anschnittbereiches in einem vertikal durch die konzentrische Längsachse des Giesskammerhohlraumes verlaufenden Längsschnitt darstellt
- 50
- 55

Figur 9 zeigt die Draufsicht auf die in Figur 8 im Längsschnitt dargestellten Ausführungsformen des Anschnittbereiches der Figur 1 entlang der Linie A-A.

**[0033]** Die Figuren 1 bis 9 betreffen beispielhaft Ansichten einer erfindungsgemässen Horizontal-Druckgiessmaschine, d.h. einer Druckgiessmaschine mit horizontal angeordneter Giesskammer.

**[0034]** Figur 1 zeigt eine Teilansicht eines vertikal durch die konzentrische Längsachse 1 des Giesskammerhohlraumes 12 verlaufenden Längsschnittes einer erfindungsgemässen Horizontal-Druckgiessmaschine zur Herstellung von Formteilen aus thixotropen Metallbolzen, wobei in diesem Längsschnitt ein Teil der horizontal liegenden Giesskammer 10 und das Eingusssystem 17 zu sehen sind.

**[0035]** Die Giesskammer 10 enthält einen zylinderförmigen Giesskammerhohlraum 12, der eine konzentrische Längsachse 1 aufweist. Das Eingusssystem 17 verbindet den Giesskammerhohlraum 12 mit der Formkavität (nicht eingezeichnet). Das in Figur 1 dargestellte Eingusssystem 17 weist zwei Eingusskanäle, den Eingusskanal 20 und den Eingusskanal 21, auf. Die Eingusskanäle 20 und 21 stellen rohrförmige Gebilde dar, deren Hohlräume jeweils eine konzentrische Mittellinie  $m_1$  bzw.  $m_2$  aufweisen. Die Eingusskanäle 20, 21 sind mit dem Giesskammerhohlraum 12 mittels einer beiden Eingusskanälen gemeinsamen Durchgangsöffnung 14 verbunden. Die Durchgangsöffnung stellt dabei eine senkrecht auf der Längsachse 1 stehende, rotations-symmetrische Öffnung am Eingusskanal-seitigen Ende der Giesskammer 10 dar.

**[0036]** Bei Druckbeaufschlagung der thixotropen Metallegierung in der Giesskammer 10 wird der thixotrope Legierungsbrei in Fließrichtung  $x$  durch die Durchgangsöffnung 14 der Giesskammer 10 gepresst und gelangt durch die Eingusskanäle 20, 21 in die Formkavität der Gussform (nicht eingezeichnet).

**[0037]** Der Übergang vom Giesskammerhohlraum 12 zur Durchgangsöffnung 14 kann scharfkantig oder abgerundet sein. Bei einem scharfkantigen Übergang befindet sich die Durchgangsöffnung 14 direkt am Eingusskanal-seitigen Ende der Giesskammer 10. Die in Figur 1 dargestellte Druckgiessmaschine zeigt einen abgerundeten Übergang zwischen Giesskammerhohlraum 12 und Durchgangsöffnung 14. Dadurch entsteht ein sich in Fließrichtung  $x$  kontinuierlich verjüngender Übergangsbereich 16.

**[0038]** Das Eingusssystem 17 weist eine unmittelbar an die Durchgangsöffnung 14 angrenzende, kreiszylinderförmige Eingusskavität 19 auf, wobei die Querschnittsfläche der in Figur 1 dargestellten Eingusskavität 19 der Querschnittsfläche der Durchgangsöffnung 14 entspricht und eine konzentrische Längsachse der Eingusskavität 19 mit der Längsachse 1 des Giesskammerhohlraumes 12 zusammenfällt. Die Eingusskanäle 20, 21 führen - in Fließrichtung  $x$  gese-

hen - alle lateral von der Mantelfläche der Eingusskavität 19 weg.

**[0039]** Die Eingusskanäle 20, 21 weisen einen kreisförmigen oder elliptischen Querschnitt auf, wobei die Querschnittsfläche der Eingusskanäle 20, 21 betragsmässig über ihre ganze Länge, d.h. zwischen Eingusskavität 19 und Einleitöffnung 35, konstant bleibt. Die Eingusskanäle 20, 21 enthalten unmittelbar anschliessend an die Eingusskavität 19 einen Krümmer 25, 26, d.h. ein gebogenes, rohrförmiges Teilstück. Der zwischen Krümmer 25, 26 und Einleitöffnung 35 befindliche Teil jedes Eingusskanales 20, 21 beschreibt ein gerades, rohrförmiges Kanalstück.

**[0040]** Da das erfindungsgemässe Eingusssystem 17 nur Anordnungen betrifft, bei denen die Flächennormalen  $NE_1$  der Einleitöffnungen 35 nicht mit der Längsachse 1 des Giesskammerhohlraumes 12 zusammenfallen, beschreibt jede Mittellinie  $m_1, m_2$  eine gebogene Kurve, wobei sich erfindungsgemäss der gebogene Kurventeil am Beginn des Eingusskanales 20, 21, d.h. anschliessend an die Eingusskavität 19, befindet. Der gebogene Teil der Mittellinie  $m_1, m_2$  weist einem konstanten Biegeradius  $Rk_1, Rk_2$  auf. Der den gebogenen Teil der Mittellinie  $m_1$  bzw.  $m_2$  umfassende Teil des Eingusskanales 20 bzw. 21 ist der Krümmer 25 bzw. 26. Dabei ist der Krümmer 25, 26 jeweils dergestalt, dass eine Tangente an die bis zur Durchgangsöffnung 14 mit demselben Biegeradius  $Rk_1, Rk_2$  weitergezogene Mittellinie  $m_1, m_2$  am gegen die Durchgangsöffnung 14 befindlichen Krümmer-Anfang parallel zur Längsachse 1 des zylinderförmigen Giesskammerhohlraumes 12 verläuft.

**[0041]** Die Biegeradien  $Rk_1, Rk_2$  der Mittellinien  $m_1, m_2$  in den Krümmern 25, 26 sind derart gewählt, dass sie dem Abstand  $d$  der Durchgangsöffnung 14 von der Mittellinie  $m_1, m_2$  des geraden Kanalstückes des jeweiligen Eingusskanales 20, 21 entsprechen.

**[0042]** An das Formkavität-seitige Ende 73 bzw. 74 des Krümmers 25 bzw. 26 schliesst sich jeweils ein gerades Teilstück des Eingusskanales 20 bzw. 21 an, so dass die Mittellinie  $m_1, m_2$  jedes Eingusskanales 20, 21 zwischen dem Formkavität-seitigen Krümmerende 73, 74 und der Einleitöffnung 35, 36 eine gerade Strecke beschreibt. In Figur 1 stehen die geraden Teilstücke der Eingusskanäle 20, 21 senkrecht zur konzentrischen Längsachse 1 des Giesskammerhohlraumes 12. Demnach stehen auch die Mittellinien  $m_1, m_2$  der geraden Teilstücke der Eingusskanäle 20, 21 senkrecht zur Längsachse 1.

**[0043]** Die Krümmer 25, 26 sind weiter dergestalt ausgebildet, dass eine Tangente an die gebogene Mittellinie  $m_1, m_2$  am gegen die Einleitöffnung 35 gerichteten Krümmer-Ende 73, 74 mit der Mittellinie  $m_1, m_2$  des geraden Kanalstückes des entsprechenden Eingusskanales 20, 21 zusammenfällt.

**[0044]** Die Eingusskanäle 20 und 21 weisen jeweils an ihrem gegen die Formkavität gerichteten Ende einen Anschnittbereich auf, der in der entsprechenden Einleit-

öffnung 35 endet, wobei in Figur 1 nur der Anschnittbereich 30 des Eingusskanales 20 eingezeichnet ist. Der Übergang vom Anschnittbereich 30 zur Formkavität geschieht durch die Einleitöffnung 35, welche senkrecht zur Mittellinie  $m_1$  des geraden Teilstückes des Eingusskanales 20 liegt. Deshalb fällt die durch den Mittelpunkt der Einleitöffnung 35 führende Flächennormale  $NE_1$  der Einleitöffnung 35 mit der Mittellinie  $m_1$  des geraden Kanalstückes des entsprechenden Eingusskanales 20 zusammen.

**[0045]** Die Eingusskanäle 20, 21 werden zwischen Eingusskavität 19 und Anschnittbereich 30, 31 durch ein rohrförmiges Kanalstück mit kreisförmigem Querschnitt und konstantem Innendurchmesser  $2 R_1$ ,  $2 R_2$  beschrieben. Dabei sind die Radien  $R_1$ ,  $R_2$  derart gewählt, dass die Summe der Querschnittsflächen der beiden rohrförmigen Kanalstücke mit kreisförmigem Querschnitt der Eingusskanäle 20, 21 der Querschnittsfläche der Durchgangsöffnung 14 entspricht, d.h.  $\pi \cdot R_1^2 + \pi \cdot R_2^2 = \pi \cdot R_D^2$ , wobei  $R_D$  den Radius der kreisförmigen Durchgangsöffnung 14 bezeichnet. Demnach liegen die mit demselben Biegeradius fiktiv bis zur Durchgangsöffnung 14 weitergezeichneten Eingusskanäle 20, 21 innerhalb der Durchgangsöffnung 14, so dass es zu einer Überlappung der Eingusskanäle 20, 21 mit der Durchgangsöffnung 14 kommt.

**[0046]** Die Länge der Eingusskavität 19 ist derart ausgebildet, dass die Eingusskavität 19 eine zwischen den Krümmern 25, 26 liegende Auffangtasche 18 für die Aufnahme von Stirnoxiden des thixotropen Metallbolzens enthält. Somit enthält die Eingusskavität 19 einerseits die gedanklich von der Mantelfläche der Eingusskavität 19 bis zur Durchgangsöffnung weitergebildeten Krümmern 25, 26 und andererseits die Auffangtasche 18.

**[0047]** Die in Figur 1 gezeigte Einleitöffnung 35 weist eine elliptische Form auf, wobei die Nebenachse der Ellipse parallel zur x-Achse in einer zur x-z-Ebene parallelen Horizontalebene liegt, d.h. die Nebenachse liegt horizontal und in einer vertikalen Ebene, welche die Längsachse 1 des Giesskammerhohlraumes 12 enthält. In Figur 1 wird die Einleitöffnung 35 somit durch die Nebenachse der Länge  $2 b$  dargestellt.

**[0048]** Der in Figur 1 dargestellte Anschnittbereich 30 betrifft einen Übergangsbereich der Länge  $c$  des Eingusskanales 20, bei welchem das gerade Teilstück des Eingusskanales 20 mit kreisförmigem Querschnitt und konstantem Radius  $R_1$  in die elliptische Querschnittsform der Einleitöffnung 35 übergeht. Demnach weist der Anschnittbereich 30 in Figur 1, d.h. in einem vertikal durch die konzentrische Längsachse 1 des Giesskammerhohlraumes 12 verlaufenden Längsschnitt, eine trapezförmige Gestalt auf, wobei das Trapez gleichschenkelig ausgebildet ist und zwei parallele Seiten der Länge  $2 R_1$  bzw.  $2 b$  aufweist und die parallelen Seiten in einem Abstand  $c$  angeordnet sind.

**[0049]** Figur 2 zeigt eine Draufsicht auf die in Figur 1 im Längsschnitt dargestellte Druckgiessmaschine ent-

lang der Linie A-A. Dabei sind insbesondere die kreisförmige Kontur der Auffangtasche 18, die senkrecht davon wegführenden Eingusskanäle 20, 21 und der Anschnittbereich 30 des Eingusskanales 20 zu sehen. Der Anschnittbereich 30 beschreibt einen sich kontinuierlich erweiternden Bereich des Eingusskanales 20, dessen Querschnittsabmessungen in dieser Ansicht - ausgehend vom geraden Kanalstück des Eingusskanales 20 mit kreisförmigem Querschnitt - kontinuierlich in den elliptischen Querschnitt der Einleitöffnung 35 übergehen. In der in Figur 2 dargestellten Ansicht weist die Einleitöffnung eine maximale Ausdehnung von der Grösse  $2 a$  auf, wobei  $a$  die Hauptachse der Ellipse der Einleitöffnung 35 bezeichnet. Die in Figur 2 gezeigte Erweiterung des Anschnittbereiches 30 in Richtung der Einleitöffnung 35 ist dergestalt, dass die Querschnittsabmessungen des Anschnittbereiches 30 entlang der Mittellinie  $m_1$  konstant bleiben.

**[0050]** Figur 3 zeigt eine Draufsicht auf die in Figur 1 und 2 dargestellte Druckgiessmaschine entlang der Linie B-B von Figur 2. Die in Figur 3 gezeigte Ellipse beschreibt somit eine Draufsicht auf die Einleitöffnung 35. Die Einleitöffnung 35 befindet sich in einer zur Längsachse 1 des Giesskammerhohlraumes 12 parallelen Horizontalebene, d.h. in einer zu kartesischen x-z-Achsen parallelen Ebene. In einem kartesischen Koordinatensystem, in welchem die x-Richtung parallel zur Längsachse 1 verläuft und die zweite horizontale Achse als z-Achse bezeichnet wird, weist die in Figur 3 dargestellte Einleitöffnung 35 in x-Richtung eine Nebenachse der Länge  $2 b$  und in z-Richtung eine Hauptachse der Länge  $2 a$  auf.

**[0051]** Figur 4 zeigt eine Teilansicht eines vertikal durch die konzentrische Längsachse 1 des Giesskammerhohlraumes 12 verlaufenden Längsschnittes einer weiteren erfindungsgemässen Druckgiessmaschine, wobei in diesem Längsschnitt ein Teil der horizontal liegenden Giesskammer 10 mit Giesskammerhohlraum 12 und das Eingussystem 17 zu sehen sind. Das Eingussystem 17 enthält eine Eingusskavität 19 und einen einzigen Eingusskanal 20. Der Übergang vom Giesskammerhohlraum 12 zur Durchgangsöffnung 14 ist abgerundet. Die an die Durchgangsöffnung 14 anliegende Eingusskavität 19 ist kreiszylinderförmig ausgebildet, wobei der Querschnittsdurchmesser der Eingusskavität 19 dem Durchmesser der Durchgangsöffnung 14 entspricht und die Längsachse der Eingusskavität 19 mit der Längsachse 1 des Giesskammerhohlraumes 12 zusammenfällt. Von der Mantelfläche der Eingusskavität 19 führt ein Krümmer 25 eines einzigen Eingusskanales 20 lateral nach oben weg. Anschliessend an den Krümmer 25 weist der Eingusskanal 20 ein gerades, senkrecht nach oben führendes Kanalstück auf, an welches sich ein Anschnittbereich 30 anschliesst. In der in Figur 4 dargestellten Ansicht verjüngt sich der Anschnittbereich 30 konisch gegen oben und endet in der Einleitöffnung 35. Die Querschnittsfläche des Eingusskanales 20 entspricht auf seiner gan-



zen Länge, d.h. zwischen Eingusskavität 19 und Einleitöffnung 35, im wesentlichen der Querschnittsfläche der Durchgangsöffnung 14. Die Länge der Eingusskavität 19 ist dergestalt, dass eine Auffangtasche 18 für die Aufnahme der Stirnoxide des thixotropen Legierungsbreis geschaffen wird. In der vorliegend dargestellten Ausführungsform entspricht die Länge der Eingusskavität 19 dem Abstand der Durchgangsöffnung 14 von einer an das gerade Teilstück des Eingusskanales 20 auf der dem Giesskammerhohlraum 12 entfernten Seite angelegten, zur Längsachse 1 normal stehenden Tangentialebene.

**[0052]** Figur 5 zeigt eine Draufsicht auf die in Figur 4 im Längsschnitt dargestellte Druckgiessmaschine entlang der Linie C-C. Dabei ist neben der in dieser Draufsicht kreisförmig zu sehenden Auffangtasche 18 der Eingusskanal 20 mit seinem Anschnittbereich 30 dargestellt. Der Eingusskanal 20 führt senkrecht nach oben. Der Anschnittbereich 30 betrifft in dieser Draufsicht ein sich kontinuierlich erweiternder Bereich des Eingusskanales 20, wobei die Gestalt des Anschnittbereiches 30 derart gewählt ist, dass im Zusammenwirken mit der in Figur 4 dargestellten Ansicht die Querschnittsfläche des Anschnittbereiches 30 auf seiner ganzen Länge konstant bleibt

**[0053]** Figur 6 zeigt schematisch eine Teilansicht eines vertikal durch die konzentrische Längsachse 1 des Giesskammerhohlraumes 12 verlaufenden Längsschnittes einer weiteren erfindungsgemässen Druckgiessmaschine. Der Übergang vom Giesskammerhohlraum 12 zur Durchgangsöffnung 14 ist abgerundet. Anschliessend an die Durchgangsöffnung 14 befindet sich eine kreiszylinderförmig ausgebildete Eingusskavität 19, deren Querschnittsdurchmesser dem Durchmesser der Durchgangsöffnung 14 entspricht und deren Längsachse mit der Längsachse 1 des Giesskammerhohlraumes 12 zusammenfällt. Von der Mantelfläche der Eingusskavität 19 gehen vier Krümmer 25, 26, 27, 28 weg, wobei in Figur 6, d.h. in einer vertikalen Ebene entlang der Längsachse 1, nur zwei Krümmer zu sehen sind, nämlich der Krümmer 25 eines senkrecht nach oben führenden Eingusskanales 20 und der Krümmer 26 eines senkrecht nach unten führenden Eingusskanales 21. An die Krümmer 25, 26 schliessen sich gerade, senkrecht nach oben bzw. senkrecht nach unten führende Kanalstücke der Eingusskanäle 20, 21 mit kreisrundem Querschnitt an. Die sich an die geraden Kanalstücke anschliessenden Anschnittbereiche 30, 31 zeigen in der in Figur 6 dargestellten Ansicht einen sich konisch verjüngenden Querschnitt. Zwischen den Krümmern 25, 26 wird eine Ausstülpung der Eingusskavität 19, die sogenannte Auffangtasche 18, eingeschlossen.

**[0054]** Figur 7 zeigt eine Draufsicht auf die in Figur 6 im Längsschnitt dargestellte Druckgiessmaschine entlang der Linie D-D. In dieser Draufsicht sind vier kreuzförmig angeordnete Eingusskanäle 20, 21, 22, 23 zu sehen. Die konzentrischen Mittellinien (nicht einge-

zeichnet) dieser Eingusskanäle 20, 21, 22, 23 schliessen in dieser Draufsicht einen rechten Winkel ein. Im Zentrum dieser Draufsicht befindet sich die kreisförmig dargestellte Auffangtasche 18. An die kreuzförmig von der im Zentrum stehenden Auffangtasche 18 wegführenden geraden Teilstücke der Eingusskanäle 20, 21, 22, 23 schliessen sich die entsprechenden Anschnittbereiche 30, 31, 32, 33 an. Diese Anschnittbereiche 30, 31, 32, 33 beschreiben den Übergangsbereich zwischen den geraden Teilstücken der Eingusskanäle 20, 21, 22, 23 und den entsprechenden Einleitöffnungen 35, 36, 37, 38. Die Anschnittbereiche 30, 31, 32, 33 betreffen in dieser Draufsicht sich kontinuierlich erweiternde Bereiche der Eingusskanäle 20, 21, 22, 23, wobei die Gestalt der Anschnittbereiche 30, 31, 32, 33 derart gewählt ist, dass im Zusammenwirken mit der in Figur 4 dargestellten Ansicht die Querschnittsfläche jedes Anschnittbereiches 30, 31, 32, 33 auf seiner ganzen Länge konstant bleibt. Alle vier Eingusskanäle 20, 21, 22, 23 weisen dieselbe Form und dieselben Abmessungen auf. Zudem sind die Eingusskanäle 20, 21, 22, 23 derart ausgebildet, dass ihre Querschnittsfläche über ihre gesamte Länge, d.h. von der Eingusskavität 19 bis zu den entsprechenden Einleitöffnungen 20, 21, 22, 23 konstant ist. Die Flächennormalen  $NE_1$ ,  $NE_2$ ,  $NE_3$ ,  $NE_4$  auf die Einleitöffnungen 35, 36, 37, 38 liegen parallel zu den Mittellinien der geraden Teilstücke der entsprechenden Eingusskanäle 20, 21, 22, 23. Benachbarte Flächennormalen  $NE_1$ ,  $NE_2$ ,  $NE_3$ ,  $NE_4$  schliessen untereinander einen rechten Winkel ein.

**[0055]** Figur 8 zeigt verschiedene Ausführungsformen eines Ausschnittes des in Figur 1 dargestellten oberen Eingusskanales 20, wobei dieser Ausschnitt insbesondere den Anschnittbereich 30 betrifft. Demnach stellt Figur 8 verschiedene Ausführungsformen des Anschnittbereiches 30 in einem vertikal durch die konzentrische Längsachse 1 des Giesskammerhohlraumes 12 verlaufenden Längsschnitt dar. Dabei bleibt die Einleitöffnung 35 für alle Ausführungsformen des Anschnittbereiches 30 unverändert. Wesentlich für die gezeigten Ausführungsformen des Anschnittbereiches 30 mit den Anschnittwandungen e, f, g ist, dass der Anschnittbereich 30 als Übergangsbereich zwischen dem geraden Kanalstück des Eingusskanales 20 und der Einleitöffnung 35 auf seiner ganzen Länge und für sämtliche Ausführungsformen der Anschnittwandungen e, f, g überall dieselbe Querschnittsfläche aufweist. Im Längsschnitt gemäss Figur 8 weist die Anschnittwandung f (durchgezogene Linie) die Gestalt eines gleichschenkligen Trapezes auf und entspricht der Darstellung des in Figur 1 gezeigten Anschnittbereiches 30. Die Anschnittwandung e weist eine kontinuierlich nach innen gekrümmte Form auf und die Anschnittwandung g zeigt eine kontinuierlich nach aussen gekrümmte Gestalt.

**[0056]** Figur 9 zeigt die Draufsicht auf die in Figur 8 im Längsschnitt dargestellten Ausführungsformen des Anschnittbereiches 30 der Figur 1 entlang der Linie A-A. Dabei bleibt die Einleitöffnung 35 wiederum für alle Aus-

führungsformen des Anschnittbereiches 30 unverändert. Um das Erfordernis einer konstanten Querschnittsfläche längs des Anschnittbereiches 30 zu erfüllen, wobei dieses Erfordernis für alle Ausführungsformen des Anschnittbereiches 30 gelten soll, müssen die Anschnittwandungen e, f, g in der Draufsicht gemäss Figur 9 einen umso grösseren Querschnitt aufweisen, je kleiner deren Querschnitt im Längsschnitt gemäss Figur 8 ist. Demnach weist die Anschnittwandung e in Figur 9 eine trapezförmige Gestalt auf, während die Anschnittwandung f gegenüber der Anschnittwandung e kontinuierlich nach innen gekrümmt ist und die Anschnittwandung f gegenüber der Anschnittwandung e in der in Figur 9 dargestellten Draufsicht somit überall einen kleineren Querschnitt zeigt. Die Anschnittwandung g weist gegenüber der Anschnittwandung f eine stärker nach innen gerichtete Krümmung auf, so dass deren Querschnitt in der in Figur 9 dargestellten Draufsicht gegenüber der Anschnittwandung f überall kleiner ist.

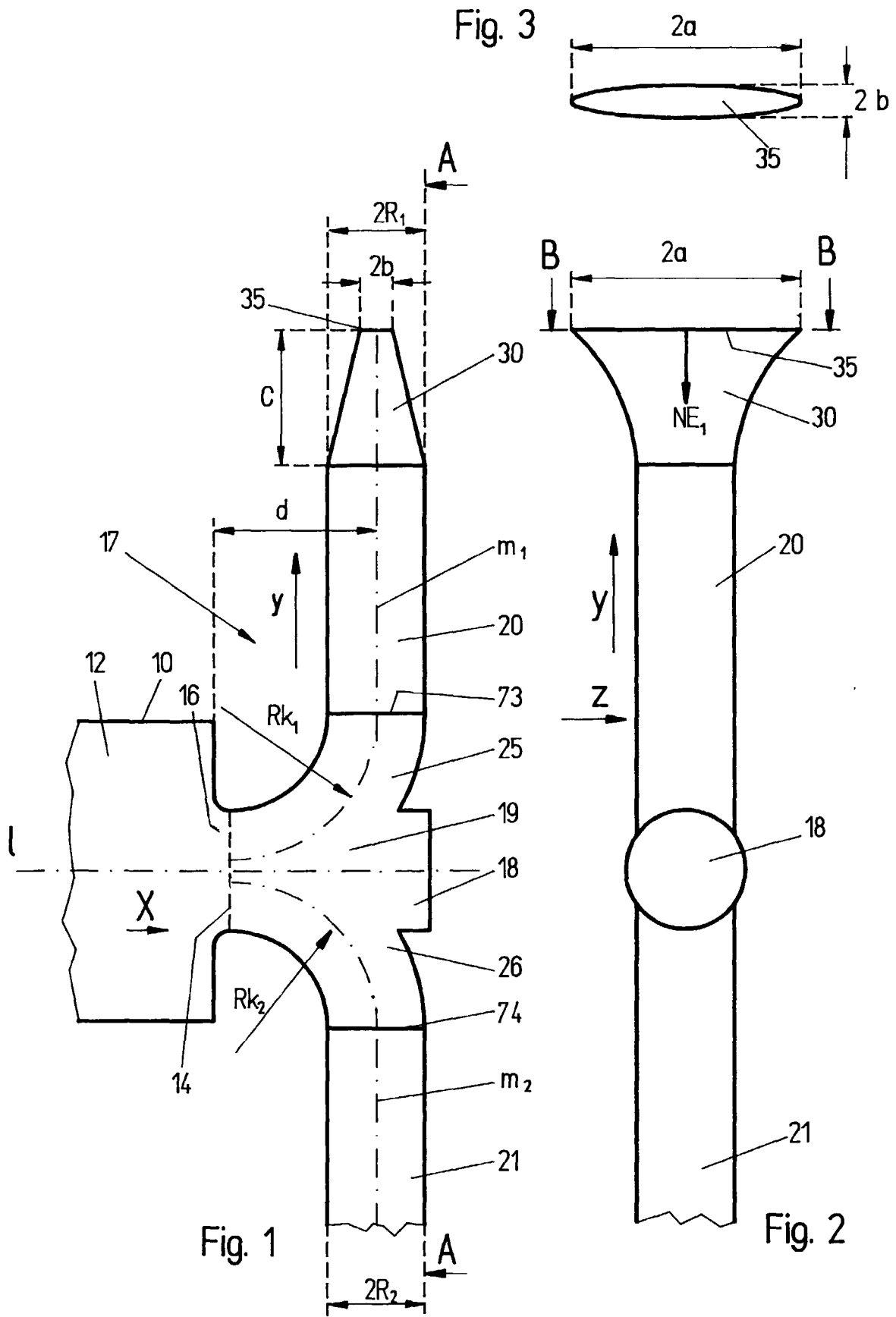
### Patentansprüche

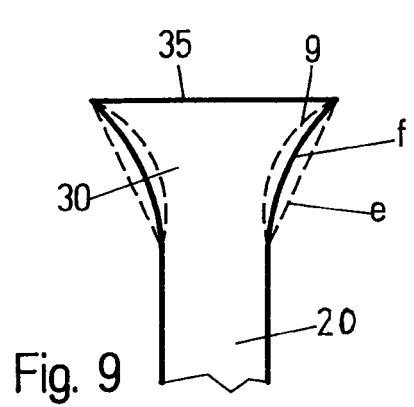
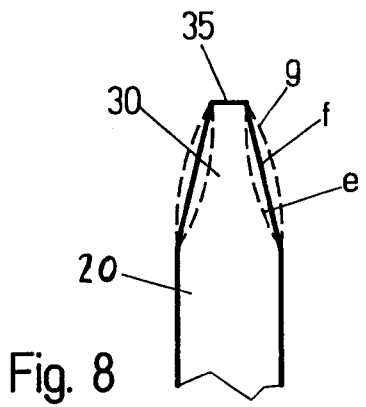
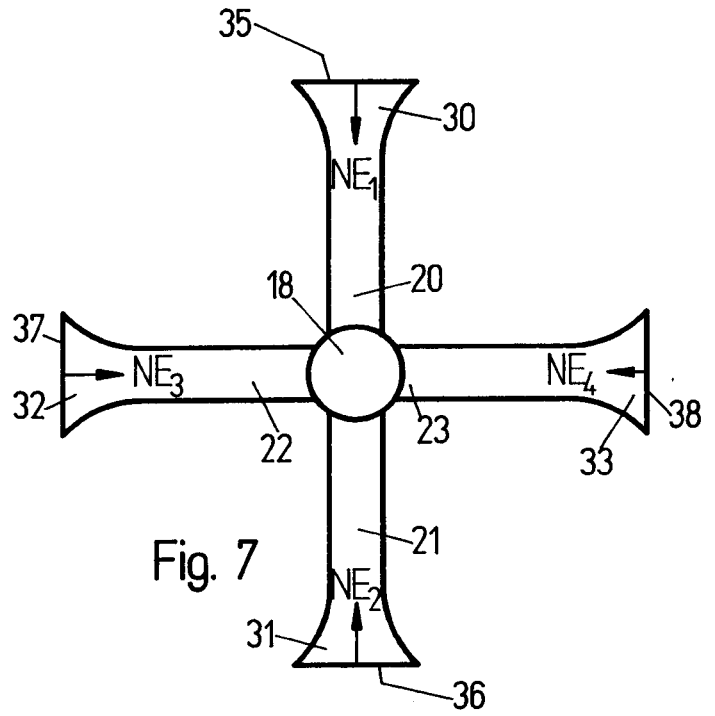
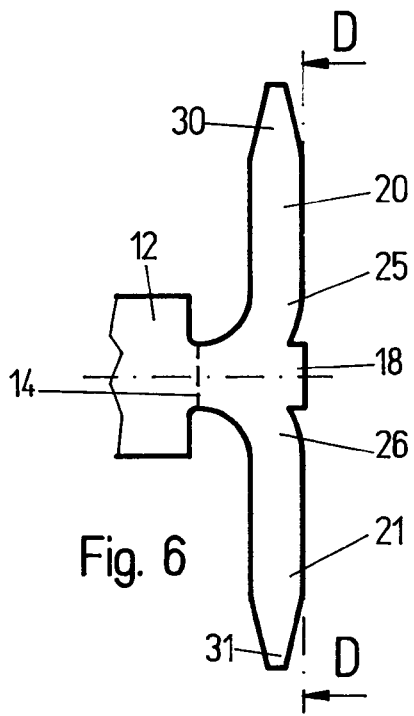
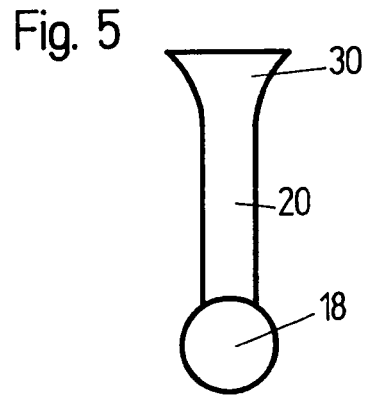
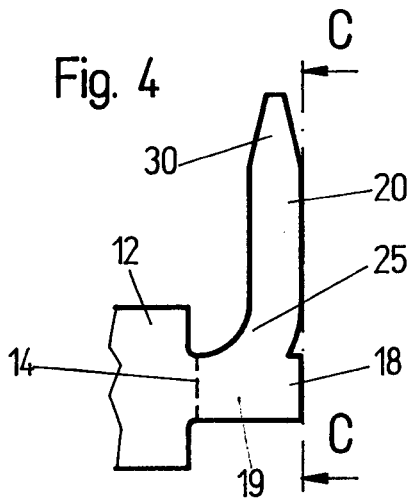
1. Druckgiessmaschine zur Herstellung von Formteilen aus thixotropen Metallbolzen, enthaltend ein Eingussystem (17), welches einen zylinderförmigen Giesskammerhohlraum (12) mit einer Formkavität verbindet, wobei das Eingussystem (17) eine unmittelbar an den Giesskammerhohlraum (12) angrenzende, zylinderförmige Eingusskavität (19) aufweist und wenigstens einen Eingusskanal (20, 21, 22, 23) enthält, und alle Eingusskanäle (20, 21, 22, 23) lateral von der Mantelfläche der Eingusskavität (19) wegführen, und jeder Eingusskanal (20, 21, 22, 23) eine konzentrische Mittellinie ( $m_1$ ,  $m_2$ ) und an seinem gegen die Formkavität gerichteten Ende eine Einleitöffnung (35, 36, 37, 38) zum Einführen der thixotropen Metallegierung in die Formkavität aufweist, und die Verbindung des Eingussystems (17) mit dem Giesskammerhohlraum (12) durch eine bezüglich einer konzentrischen Längsachse (1) des zylinderförmigen Giesskammerhohlraumes (12) senkrechte Durchgangsöffnung (14) geschieht, und die Einleitöffnungen (35, 36, 37, 38) bezüglich der Durchgangsöffnung (14) dergestalt angeordnet sind, dass die Rächennormalen ( $NE_1$ ,  $NE_2$ ,  $NE_3$ ,  $NE_4$ ) der Einleitöffnungen (35, 36, 37, 38) nicht mit der Längsachse (1) des zylinderförmigen Giesskammerhohlraumes (12) zusammenfallen, dadurch gekennzeichnet, dass jeder Eingusskanal (20, 21, 22, 23) einen kreisförmigen oder elliptischen Querschnitt mit auf seiner ganzen Länge im wesentlichen konstanter Querschnittsfläche aufweist und unmittelbar anschliessend an die Eingusskavität (19) einen Krümmer (25, 26, 27, 28) enthält, wobei der zwischen Krümmer (25, 26, 27, 28) und Einleitöffnung (35, 36, 37,

38) befindliche Teil des Eingusskanales (20, 21, 22, 23) ein gerades, rohrförmiges Kanalstück beschreibt und der Krümmer (25, 26, 27, 28) derart ausgebildet ist, dass dessen Mittellinie ( $m_1$ ,  $m_2$ ) einen konstanten Biegeradius ( $Rk_1$ ,  $Rk_2$ ) aufweist und eine Tangente an die bis zur Durchgangsöffnung (14) mit demselben Biegeradius ( $Rk_1$ ,  $Rk_2$ ) weitergezogene Mittellinie ( $m_1$ ,  $m_2$ ) an der Durchgangsöffnung (14) parallel zur Längsachse (1) des zylinderförmigen Giesskammerhohlraumes (12) verläuft und eine Tangente an die Mittellinie ( $m_1$ ,  $m_2$ ) am gegen die Einleitöffnung (35, 36, 37, 38) gerichteten Krümmer-Ende (73, 74) mit der Mittellinie ( $m_1$ ,  $m_2$ ) des geraden, rohrförmigen Kanalstückes zusammenfällt.

2. Druckgiessmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Eingusskanal (20, 21, 22, 23) an seinem gegen die Formkavität gerichteten Ende einen Anschnittbereich (30, 31, 32, 33) aufweist, der in der entsprechenden Einleitöffnung (35, 36, 37, 38) endet, und der Eingusskanal (20, 21, 22, 23) zwischen Eingusskavität (19) und Anschnittbereich (30, 31, 32, 33) durch ein rohrförmiges Kanalstück mit kreisförmigem Querschnitt und konstantem Durchmesser ( $2 R_1$ ,  $2 R_2$ ) beschrieben wird.
3. Druckgiessmaschine nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Einleitöffnung (35, 36, 37, 38) eines Eingusskanales (20, 21, 22, 23) senkrecht zur Mittellinie ( $m_1$ ,  $m_2$ ) des geraden, rohrförmigen Kanalstückes des entsprechenden Eingusskanales (20, 21, 22, 23) angeordnet ist.
4. Druckgiessmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittellinien ( $m_1$ ,  $m_2$ ) der geraden, rohrförmigen Kanalstücke der Eingusskanäle (20, 21, 22, 23) mit der Längsachse des Giesskammerhohlraumes (12) einen rechten Winkel einschliessen.
5. Druckgiessmaschine nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Biegeradius ( $Rk_1$ ,  $Rk_2$ ) der Mittellinie ( $m_1$ ,  $m_2$ ) im Krümmer (25, 26, 27, 28) eines Eingusskanales (20, 21, 22, 23) dem Abstand (d) der Durchgangsöffnung (14) von einer Geraden, enthaltend die Mittellinie ( $m_1$ ,  $m_2$ ) des geraden, rohrförmigen Kanalstückes des entsprechenden Eingusskanales (20, 21, 22, 23), entspricht.
6. Druckgiessmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Längsachse (1) des Giesskammerhohlraumes (12) horizontal liegt
7. Druckgiessmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem

- Giesskammerhohlraum (12) und der Durchgangsöffnung (14) ein Übergangsbereich (16) mit einem ausgehend vom Giesskammerhohlraum (12) sich stetig verjüngenden Querschnitt angeordnet ist
- 5
8. Druckgiessmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Summe der Querschnittsflächen der einzelnen Eingusskanäle (20, 21, 22, 23) im wesentlichen der Querschnittsfläche der Durchgangsöffnung (14) entspricht
- 10
9. Druckgiessmaschine nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Summe der der Eingusskavität (19) anliegenden Querschnittsflächen der einzelnen Eingusskanäle (20, 21, 22, 23) um nicht mehr als  $\pm 10\%$  von der Querschnittsfläche der Durchgangsöffnung (14) abweicht
- 15
10. Druckgiessmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Längsachse der zylinderförmigen Eingusskavität (19) parallel zur Längsachse (1) des Giesskammerhohlraumes (12) verläuft und die Querschnittsfläche der Eingusskavität (19) im wesentlichen der Querschnittsfläche der Durchgangsöffnung (12) entspricht
- 20
- 25
11. Druckgiessmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Länge der Eingusskavität (19) derart gewählt ist, dass zwischen den Krümmern (25, 26) eine Auffangtasche (18) für die Aufnahme der Stirnoxide des thixotropen Metallbolzens gebildet wird.
- 30
- 35
12. Druckgiessmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Einleitöffnungen (35, 36, 37, 38) einen elliptischen Querschnitt aufweisen.
- 40
13. Druckgiessmaschine nach einem der Ansprüche 2 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Anschnittbereich (30, 31, 32, 33) ein Kanalstück beschreibt, welches auf der dem geraden, rohrförmigen Kanalstück eines Eingusskanales (20, 21, 22, 23) anliegenden Seite einen kreisrunden Querschnitt aufweist und der Querschnitt des Anschnittbereiches (30, 31, 32, 33) ausgehend von diesem kreisrunden Querschnitt kontinuierlich und stetig in die Querschnittsform der Einleitöffnung (35, 36, 37, 38) des entsprechenden Eingusskanales (20, 21, 22, 23) übergeht.
- 45
- 50
14. Druckgiessmaschine nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Querschnittsfläche des Anschnittbereiches (30, 31, 32, 33) eines Eingusskanales (20, 21, 22, 23) längs seiner Mittellinie ( $m_1$ ,  $m_2$ ) im wesentlichen konstant bleibt und nir-
- 55
- gends mehr als um  $\pm 30\%$  des Querschnittes des diesem Anschnittbereich (30, 31, 32, 33) anliegenden, geraden, rohrförmigen Kanalstückes des entsprechenden Eingusskanales (20, 21, 22, 23) variiert.







Europäisches  
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 98 81 0732

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
X	DE 40 15 174 A (BUEHLER AG) 14. November 1991 * Seite 7, Zeile 41 - Zeile 68; Abbildungen 1-3 *	1-9	B22D17/22
A	----- PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 098, no. 011, 30. September 1998 & JP 10 175054 A (NISSAN MOTOR CO LTD), 30. Juni 1998 * Zusammenfassung *	1,2,4	
A	----- PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 095, no. 006, 31. Juli 1995 & JP 07 068363 A (LEOTEC:KK), 14. März 1995 * Zusammenfassung *	1,11	
A	----- DE 196 06 806 A (DETERING KURT DIPL ING ;DETERING JOERG DR ING (DE)) 28. August 1997 * Ansprüche 1,9,10 *	1,2	
D,A	----- EP 0 718 059 A (ALUSUISSE LONZA SERVICES AG) 26. Juni 1996 -----		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
Recherchenort <b>BERLIN</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>8. Januar 1999</b>	Prüfer <b>Kesten, W</b>
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

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

EP 98 81 0732

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

08-01-1999

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 4015174 A	14-11-1991	KEINE	
DE 19606806 A	28-08-1997	WO 9730806 A	28-08-1997
EP 0718059 A	26-06-1996	CH 688613 A	15-12-1997
		AT 168296 T	15-08-1998
		CA 2164785 A	23-06-1996
		DE 59502820 D	20-08-1998
		ES 2121327 T	16-11-1998
		US 5730201 A	24-03-1998

EPO FORM P0461

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