

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 535 421 A1**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **92115545.3**

(51) Int. Cl.⁵: **B22D 17/12**

(22) Anmeldetag: **11.09.92**

(30) Priorität: **01.10.91 DE 4132732**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
07.04.93 Patentblatt 93/14

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT CH DE ES FR GB IT LI SE

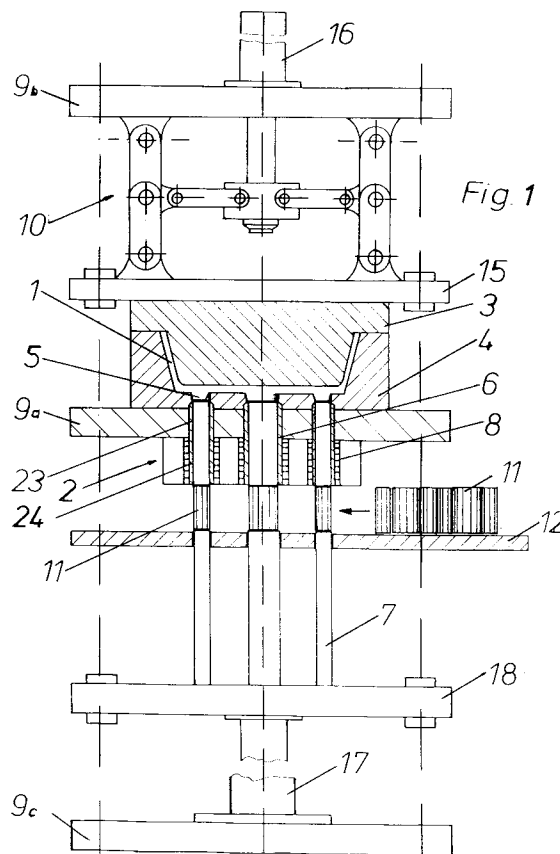
(71) Anmelder: **Kahn, Friedhelm, Prof. Dr.-Ing.**
Mühlbachstrasse 2
W-6332 Ehringshausen(DE)

(72) Erfinder: **Kahn, Friedhelm, Prof. Dr.-Ing.**
Mühlbachstrasse 2
W-6332 Ehringshausen(DE)

(74) Vertreter: **Missling, Arne, Dipl.-Ing.**
Patentanwalt Bismarckstrasse 43
W-6300 Giessen (DE)

(54) Verfahren und Vorrichtung zur Erzeugung von Bauteilen.

(57) Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und Vorrichtungen zur Erzeugung von Bauteilen, bei welchen flüssiges Material in einen zumindest aus zwei Formhälften (3, 4) gebildeten Formhohlraum (1) eingebracht und unter Druck verfestigt wird. Zur Schaffung kontrollierbarer und steuerbarer Fertigungsbedingungen für eine Optimierung der Produkteigenschaften ist erfindungsgemäß vorgesehen, daß das zu verflüssigende Material, beispielsweise in Form fester Chargierkörper (11), in unmittelbar mit dem Formhohlraum (1) über große Durchflußquerschnitte (5) verbundene Füllkammern (6) mit Hilfe von Preßkolben (7) eingebracht, aufgeschmolzen, weiter mit Hilfe der Preßkolben (7) in den Formhohlraum (1) in kompaktem Fluß eingeschoben und hier nach vollständigem Schließen des Formhohlraumes (1) unter Druck zur Erstarrung gebracht wird.



EP 0 535 421 A1

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und Vorrichtungen zur Erzeugung von Bauteilen, bei welchen flüssiges oder teilflüssiges Material in einen zumindest aus zwei Formhälften gebildeten Formhohlraum eingebracht wird.

Bei der Formgebung von Bauelementen aus dem flüssigen oder teilflüssigen Werkstoffzustand sind eine Vielzahl unterschiedlichster Verfahren und Vorrichtungen bekannt, die mit mehr oder weniger großem Erfolg die an ein hochwertiges Werkstück zu stellenden Anforderungen im Hinblick auf Gestaltungsfreizügigkeit, Oberflächengüte und insbesondere optimale Werkstoffeigenschaften bei möglichst rationeller Fertigung erfüllen.

Die Mängelursachen liegen hauptsächlich in der großen Zahl der Fertigungsparameter, die zu meist in kürzester Zeit gleichzeitig, häufig mit wechselseitiger Beeinflussung zur Wirkung kommen und sich damit zum großen Teil sowohl einer Erfassung als auch einer Regelung entziehen.

Der Fertigungsablauf besteht im wesentlichen aus lediglich zwei Schritten. Erster Schritt ist die Vorbereitung des formgebenden Werkzeuges und die Erschmelzung der Werkstoffcharge. Im zweiten Schritt erfolgt dann der Transport der Schmelze vom separaten Ofen über Verteilersysteme in den Hohlraum des Formwerkzeuges, wo sie möglichst unter gelenkten thermischen Bedingungen und unter ausreichend hohem Speisungsdruck zu dem gewünschten Bauelement erstarren soll.

Während die Fertigungsparameter im ersten Schritt noch relativ gut kontrolliert und bis kurz vor Beginn der eigentlichen Formgebung auch optimiert werden können, kommt es im entscheidenden zweiten Schritt zu weitgehend instationären Bedingungen, die zu einer großen Streubreite der Parameter mit gravierenden Auswirkungen auf die Produkteigenschaften führen.

Verursacht werden diese Schwankungen der Fertigungsbedingungen bei den bekannten Gießverfahren zunächst einmal durch den Einsatz eines frei fallenden Gießstrahls beim Transport der Schmelze vom Schmelzofen zur Gießeinrichtung und überwiegend auch bei der Formfüllung. Hier treten intensive Reaktionen mit den Gasen der Atmosphäre und des Formhohlraumes auf, die zu einer ausgeprägten Minderung der Werkstoffqualität führen. Daneben kommt es am Gießstrahl zu unkontrollierbaren Temperaturverlusten, was die Formfüll- und Erstarrungsbedingungen beeinträchtigt und ebenfalls das Ausschußrisiko bei der Fertigung erhöht. Weitere starke Schwankungen bei den Formfüllbedingungen resultieren aus den ungleichmäßigen Fließvorgängen beim Einsatz des frei fallenden Gießstrahles, die gleichermaßen auch den Erstarrungsablauf beeinflussen. Maßgeblich für den Erstarrungsablauf des Werkstückes in der Form sind eine Reihe weiterer Parameter, die in

der herkömmlichen Fertigungspraxis ebenfalls großen Schwankungen unterliegen. Besonders zu erwähnen sind hier die Wärmeübergangsbedingungen von der Schmelze zur Formwand sowie die mit der Abkühlung und Erstarrung der Schmelze und des soeben gebildeten Festkörpers gekoppelten Schrumpfungs- und Schwindungsvorgänge. Letztere sind die Ursache der in Gußstücken häufig auftretenden Fehlstellen wie Lunker und Schrumpfungsporiösität, während die Schwindung gerade erstarrter Werkstückbereiche durch Luftspaltbildung den Wärmeübergang in die Formwand großen Schwankungen unterwirft und die Maßhaltigkeit beeinträchtigt. Zur Eliminierung oder Minimierung dieser Fehler muß insbesondere durch das Positionieren von Speisern am Gußstück in Verbindung mit einer Erstarrungslenkung ein erheblicher fertigungstechnischer Aufwand getrieben werden.

Schließlich wird die Bauteilqualität durch das zusätzliche Auftreten von Gefügeporosität, die durch die Ausscheidung von in der Schmelze gelösten Gasen, z.B. Wasserstoff, oder den Einschluß von Gasen des Formhohlraumes während der Erstarrung verursacht wird, vermindert.

Beim bekannten Druckgießverfahren wird die zu verarbeitende LegierungschARGE in einem separaten Vorschmelzofen erschmolzen und anschließend mit Transportpfannen in den Warmhalteofen an der Druckgießmaschine überführt. Von dort gelangt das für einen Abguß erforderliche Schmelzequantum mit einer Schöpfkelle oder sonstigen Dosiervorrichtungen über einen frei fallenden Gießstrahl in die zumeist horizontale Schußkammer, wo die Schmelze zunächst eine Lache mit großer Oberfläche bildet und rasch abkühlt. Zum umgehend eingeleiteten Gießvorgang schiebt der Schußkolben in beschleunigter Bewegung möglichst unter Vermeidung von Spritzern und Lufteinschlüssen die Schmelze in der Schußkammer zusammen, bis sie den nach oben in den Formhohlraum führenden Anschnitt erreicht. Von diesem Zeitpunkt an wird die Schmelze mit Höchstgeschwindigkeit in den Formhohlraum hinein verdüst, den sie in Bruchteilen einer Sekunde ausfüllt. Hierbei ist der Einschluß von Gasresten aus dem Formhohlraum in das Gefüge des sehr rasch erstarrenden Gußstückes praktisch unvermeidbar, was zu den bekannten Nachteilen des Druckgußproduktes wie Dehnungsdefizit, Mangel an Schweißbarkeit und Aushärtbarkeit führt.

Beim Vakuumdruckguß sind Verfahrensvarianten bekannt, bei denen in Verbindung mit dem Evakuieren des Formhohlraumes vor dem Schuß die Schmelze aus dem Warmhalteofen in die Schußkammer eingesaugt wird. Neben den bereits beim Standard-Druckgießen, insbesondere mit der horizontalen Schußkammer auftretenden Nachteilen kommt es hier durch die beim Öffnen der Form zurückfallende Schmelzesäule im Ansaugrohr zu

zusätzlicher Oxidbildung, was zu entsprechenden Einschlüssen im Gußprodukt führt. Außerdem kann auch eine Vakuumanwendung bei bestimmten Schmelzen (z.B. Magnesium-Legierungen) oder Legierungszusätzen aufgrund eines höheren Dampfdruckes zu Problemen führen.

Beim bekannten Niederdruck-Kokillengießverfahren wird die Schmelze mit Hilfe von Gasdruck über ein Steigrohr aus dem Warmhalteofen von unten in die Gießform gedrückt und bis zum Abschluß der Erstarrung in der Form unter einem geringen Überdruck von maximal 1 bar gehalten. Dieses Verfahren ermöglicht einen geringen Kreislaufanteil bei der Gußproduktion, erfordert jedoch besondere Maßnahmen gegen die Oxidbildung im Steigrohr und erweist sich durch seine konvektionsbedingten langen Taktzeiten gegenüber anderen Gießverfahren als benachteiligt.

Beim Flüssigpressen, Preßgießen oder Verdrängungsgießen wird Schmelze von oben mit freifallendem Gießstrahl in ein zunächst offenes Preßgesenk eingegossen, dessen unteren Teil sie ganz oder teilweise ausfüllt. Nach Entfernen der Gießkelle fährt ein Stempel von oben in das Gesenk und verdrängt die Schmelze zur vollständigen Füllung aller Formkonturen. Die Erstarrung verläuft unter dem weiteren Druck des Stempels, so daß ein Werkstück mit dichtem Gefüge erhalten werden kann, sofern eine ausreichende Entlüftung des Formhohlraumes erreicht wurde. Dieses Verfahren konnte sich in der Produktionstechnik nicht durchsetzen, da es umständlich und zeitraubend ist und nur einfache, dickwandige Werkstücke liefert.

Die verschiedenen oben beschriebenen Druck- und Preßgießverfahren sind insbesondere aus dem Gießerei-Lexikon, Ausgabe 1991, Fachverlag Schiele und Schön, Berlin bekannt.

Bei einer Vorrichtung gemäß der DE-PS 30 23 917 wird die Schmelze aus einem ausschwenkbaren Gießaggregat von unten in eine Druckgießform gefördert. Als Nachteile erscheinen auch hier die erforderliche Befüllung der samt Kolben und Antrieb ausgeschwenkten Gießkammer über den freifallenden Gießstrahl mittels Schöpfdosierung aus einem separaten Warmhalteofen, die zusätzlichen Schritte des Zurückschwenkens und Ankoppelns des Gießaggregates an die Form sowie die aufwendige und teure Gesamtkonstruktion.

Allen bekannten Verfahren gemeinsam ist schließlich ein Mangel an ausreichenden Kontrollmöglichkeiten für die beim Verfahrensablauf zur Wirkung kommenden Parameter, so daß die notwendige Einengung ihrer Streubreiten behindert wird und damit die für eine rationelle Fertigung unverzichtbare Treffsicherheit bzw. Reproduzierbarkeit bei der Produktqualität nicht erreicht werden kann.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist die Schaffung eines neuartigen Verfahrens und neuartiger Vorrichtungen, die die Fertigung von hochbeanspruchbaren Bauteilen insbesondere auch mit großen Dimensionen, komplexer Formgebung und Mehrfachfunktion in einer Kompakтанlage mit enger Kopplung und Steuerung der Fertigungsschritte bei gleichzeitiger Taktverkürzung auf besonders rationelle Weise ermöglichen. Dabei sollen insbesondere die Bedingungen für die Vorgänge beim Schmelzen, Formfüllen und Erstarren optimiert werden, so daß Bauteile mit besonders feinkörnigem und dichtem Gefüge mit hohem Gleichmäßigkeitsgrad erhalten werden.

Diese Aufgabe wird gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren dadurch gelöst, daß der Werkstoff in zumindest einer unmittelbar an den Formhohlraum angrenzenden Füllkammer in eine für die Formfüllung geeignete Konsistenz gebracht, dann in den für die Entlüftung noch nicht vollständig geschlossenen Formhohlraum befördert und dort nach Schließen des Formhohlraumes während der Verfestigung unter Druck gehalten wird.

Das erfindungsgemäße Verfahren zeichnet sich durch eine Reihe erheblicher Vorteile aus.

Die Chargierkörper können optimal auf das Bauteilgewicht abgestimmt werden, so daß der bei konventioneller Arbeitsweise erhebliche Materialaufwand vermieden wird. So besteht die Möglichkeit, daß die Preßkolbenstirnfläche als Formwandteil genutzt werden kann.

Da erfindungsgemäß die Füllkammer direkt angrenzend an den Formhohlraum ausgebildet ist, ergeben sich minimale Transport- oder Förderwege für die Schmelze, so daß die aus dem Stand der Technik bekannten Nachteile vermieden werden. Zunächst kommt es insbesondere nicht zu den nachteiligen Temperaturschwankungen, unkontrollierbaren Oxidbildungen und Abbrandverlusten. Durch die Möglichkeit, geeignete Formfülltemperaturen in der Füllkammer mit entsprechender Heizung einzustellen, kann auch unterkühltes oder teilerstarrtes Material verarbeitet werden. Aufgrund der großen Füllquerschnitte und kurzen Fließwege wird eine stark beruhigte Formfüllung mit kompakt gehaltenem Schmelzevolumen ohne Spritzen und Verwirbeln erreicht. Da es hier gegenüber dem Druckgießverfahren auch zu keinerlei Verdüsen der Schmelze während der Formfüllung infolge des niedrigen Fülldruckes und der möglichen großen Querschnitte kommt, können grundsätzlich auch verlorene Kerne ähnlich wie beim Kokillenguß eingesetzt werden.

Die vorliegende Erfindung eignet sich weiterhin dazu, in den Formhohlraum vorgefertigte Festkörper einzubringen, die mit dem Schmelzmaterial zu verbinden oder in das Bauteil zu integrieren sind. Die Festkörper können beispielsweise aus Halb-

zeugprofilen bestehen, die dann beim Füllvorgang durch die Schmelze, die anschließend zu Knotenpunkten erstarrt, verbunden werden. Das hierbei mögliche Anschmelzen der zu verbindenden Profilen gewährleistet einen optimalen Verbund. Auf diese Weise wird die Herstellung größerer Rahmenkonstruktionen beispielsweise für den Chassis- oder Karosseriebau ermöglicht. Nach dem Vorbild armerter Betonkonstruktionen können vorgefertigte Armierungen aus hochfesten Materialien im Formhohlraum in geeigneter Weise fixiert und durch die Schmelze nach Erstarrung zu einem hochbelastbaren Bauteil integriert werden. In ähnlicher Weise ist es möglich, für die Herstellung kastenförmiger Konstruktionen mit hoher Gestaltfestigkeit im Bauteil verbleibende Füllkörper einzubeziehen.

Als weitere Beispiele zu den vielfältigen Problemlösungsmöglichkeiten durch Verbundmaterialien unter Einsatz des neuen Verfahrens seien das Aufbringen metallischer Überzüge oder Schichten, feuerfeste Armierungen von Brennraumwänden und insbesondere die gleichzeitige Füllung eines Formhohlraumes mit Schmelzen aus unterschiedlichen Materialien genannt. Letzteres bietet ebenfalls besondere Vorteile bei der Herstellung von Bauteilen mit besonderer lokaler Beanspruchung. Die Verteilung mehrerer Füllkammern über größere Flächen erlaubt die Herstellung besonders großer Formen für entsprechend größere Bauteile oder für die Fertigung mehrerer Teile gleichzeitig.

In beiden Fällen werden die Fließwege während der Formfüllung deutlich verkürzt, so daß örtliche Überhitzungen und zu kühle Bereiche sowie ein materialintensives, verzweigtes Anschnitt- und Speisesystem vermieden werden.

Weitere Vorteile liegen in der Möglichkeit, die Füllkammer in einen unteren Schmelz- und einen oberen Preßbereich zu unterteilen und die Schmelzkammer dann mit Hilfe eines entsprechenden Manipulators auszuwechseln. Bei Zuordnung mehrerer Schmelzkammern zu der mit der Form fest verbundenen Preßkammer wird einmal die Schmelzzeit deutlich verkürzt, zum anderen ist bei auftretendem Verschleiß ein rasches Auswechseln möglich. Der bei mobiler Schmelzkammer erforderliche Boden kann auf verschiedene Weise realisiert werden, wie z. B. Einsatz einer verschiebbaren Scheibe, die gegebenenfalls mit zusätzlicher Funktion am Bauteil verbleibt; fest verbleibender Boden am aufgeschmolzenen Chargierkörper als "Preßkolben"; becherförmige nicht schmelzende Umhüllung des Chargierkörpers; zusätzlicher Preßkolben.

Darüberhinaus ermöglicht die Unterteilung der Füllkammer in Schmelz- und Preßkammer den Einsatz unterschiedlicher Werkstoffe für diese differierenden Funktionsbereiche beispielsweise Keramik oder Cermets für die Schmelzkammer und Warm-

arbeitsstahl für die Preßkammer. Schließlich bringt auch die mögliche Verwendung hochfeuerfester, elektrisch nicht leitender Materialien für die Schmelzkammerwand bei Verwendung einer Induktionsheizung Vorteile.

Für die Formfüllung ist besonders vorteilhaft, wenn zum einen mehrere große Einströmöffnungen für die Schmelze direkt in dem Formhohlraum vorhanden sind und zum anderen dieser unter Ausnutzung der jeweiligen Bauteilgeometrie erst während seiner Füllung auf die festgelegten Bauteildimensionen verkleinert wird, so daß genügend große Durchflußquerschnitte auch im Formhohlraum bestehen. Diese Verkleinerung des Formhohlraumvolumens kann beispielsweise durch Absenken eines Formballenteiles und vollständiges Einrücken von Kernschiebern oder geeigneten Formteilen erfolgen. Diese Maßnahmen unterstützen die Verdrängungswirkung der Preßkolben, verkürzen die Fließwege und erhöhen die Füllgeschwindigkeit. Beeinträchtigungen des Formfüllvermögens der Schmelze durch Abkühlung und teilweise Erstarrung werden vermieden, so daß das gefürchtete Kaltlaufproblem beseitigt ist. Das vorschlagsgemäß erst am Ende der Formfüllung erfolgende vollständige Schließen der Form unmittelbar vor dem Aufbau eines höheren Druckes ermöglicht auch während der Formfüllung einen freien Abzug für die im Formhohlraum befindlichen oder im Kontakt der Schmelze mit der Formwandschichte zusätzlich entstehenden Gase. Diese können vor der kompakt einströmenden Schmelze entweichen, so daß die bei bekannten, ähnlichen Verfahren auftretenden, außerordentlich nachteiligen Gaseinschlüsse im Bauteilgefüge verhindert werden.

Die nach beendeter Formfüllung verstärkt ablaufende Erstarrung des Bauteiles verursacht bekanntlich aufgrund der Erstarrungsschrumpfung ein beträchtliches Volumendefizit, das in Form von Gefügauflockerungen, Innen- und Außenlunkern sowie Maßabweichungen die Bauteileigenschaften erheblich beeinträchtigen kann. Hier sind zur Fehler einschränkung Materialzugaben erforderlich, die beim Stand der Technik als mit dem Bauteil erstarrende Speiser zur Anwendung kommen. Ihre Wirksamkeit ist jedoch erfahrungsgemäß beschränkt, der Materialaufwand erheblich. Vorteilhafter ist hier nach der Erfindung eine gleichmäßigere über das Bauteil verteilte Materialzugabe, die durch Formraum-Vergrößerung an den dafür besonders geeigneten Stellen im wesentlichen am Ende der Formfüllung einsetzt und deren Volumenrückstellung auf Bauteil-Sollmaße im Verlauf der Erstarrung erfolgt. Die erforderliche Formraum-Vergrößerung kann beispielsweise durch eine über die Formwanddicke regulierbare elastische Ausbauchung verursacht durch Druckanstieg im Füllmaterial erreicht und durch Druckelemente begrenzt werden,

die anschließend auch die Rückstellung besorgen. Die Druckelemente können zusätzlich auch bei entsprechender Ausbildung eine Kühlfunktion übernehmen und durch geeignete zeitliche Abstimmung der Aktivierung eine Erstarrungslenkung realisieren. Für die Gefüge-Dichtspeisung während des Erstarrungsablaufes ist weiterhin von Vorteil, wenn die in den sich verengenden Speisungskanälen befindliche Schmelze bewegt wird. Dies kann ebenfalls mit Hilfe der Druckelemente im Zusammenwirken mit den Preßkolben erreicht werden, indem mit geeigneter Frequenz pulsierender Druck zur Anwendung kommt. Die genannten Maßnahmen ergeben in ihrer Koordination eine Optimierung des Erstarrungsablaufes und erreichen nicht zuletzt auch durch die Eliminierung des nachteiligen frühzeitigen Freischwindens von der Formwand mit lokaler Unterbrechung des Wärmeflusses eine deutliche Taktzeitverkürzung.

Zum Start des Verfahrensablaufes z. B. nach Fig. 1 werden die Chargierkörper mit Hilfe einer Zuführeinrichtung und der Preßkolben - bei Mehrfachsammelkammern auch direkt - in die Schmelzkammern befördert, die kurz zuvor zusammen mit den Preßkammern und dem Formhohlraum mit Schutzgas gespült worden sind. Nach dem Aufschmelzen schieben die Preßkolben die Schmelze durch die Preßkammern zur Formfüllung in den Formhohlraum. Dieser ist zunächst im Sinne einer optimierten Formfüllung ohne Spritzen und Gaseinwirbelung mit genügend großen Entlüftungskanälen nach außen geöffnet bzw. je nach Maßgabe der jeweiligen Bauteilgeometrie zu Beginn und während der Formfüllung noch nicht vollständig geschlossen. So können während der Formfüllung die im Formhohlraum befindlichen oder durch die Berührung der Schmelze mit dem Formtrennmittel zusätzlich entstehenden Gase vor der im wesentlichen von unten kompakt einströmenden Schmelze nach oben vollständig entweichen bzw. durch Anlegen von Unterdruck abgesaugt werden. Besteht die Möglichkeit, die Form bei entsprechend geeigneter Bauteilgeometrie erst während der Formfüllung vollständig zu schließen, beispielsweise durch Absenken eines Ballenteiles oder vollständiges Einfahren von Kernschiebern, so wird mit diesen Maßnahmen ebenfalls die Formentlüftung verbessert und darüberhinaus durch die zusätzliche Verdrängungswirkung bei kurzen Fließwegen die Füllgeschwindigkeit gesteigert. Beides erhöht in besonderer Weise das Formfüllvermögen der Schmelze, so daß das gefürchtete Kaltlaufisiko eliminiert wird.

Am Ende der Formfüllung ist dann die Form vollständig geschlossen, was im Falle der Anwendung von Entlüftungskanälen durch deren Abdeckung beispielsweise mit Hilfe von Schiebern erfolgt, die auch gegebenenfalls austretende Schmelze stoppen können. Zu diesem Zeitpunkt wird mit

Hilfe der Preßkolben und weiterer in die Formwände an geeigneter Stelle eingebaute Druckelemente, wie beispielsweise beweglicher Formeinsätze, Auswerferstifte oder Formbauteile, die eine lokale elastische Formwandverformung zur Druckausübung ermöglichen, das abkühlende und erstarrende Bauteil zum Ausgleich des durch die Erstarrungsschrumpfung entstehenden Volumendefizits unter einen entsprechenden Preßdruck gesetzt. Das für den Ausgleich erforderliche Schmelzevolumen wird an den jeweiligen Berührungsstellen der Schmelze mit den Druckelementen durch die dort am Ende der Formfüllung eingestellte Formraumvergrößerung bereitgehalten.

Der Preßdruck kann von allen Druckelementen gleichzeitig, z. B. stoßartig, ausgeübt und bis zur vollständigen Erstarrung des Bauteiles aufrecht erhalten werden. Als besonders vorteilhaft für die Dichtspeisung des Gefüges in komplex geformten Bauteilen mit größeren Wanddickenunterschieden und Materialanhäufungen kann sich aber auch ein mit geeigneter Frequenz pulsierender Preßdruck erweisen. Hierbei können beispielsweise zwei Druckgeber über eine geeignete Distanz derart miteinander korrespondieren, daß Schmelze während der Erstarrung innerhalb eines sie verbindenden Speisungskanals reversibel verschoben wird, was die Speisungsbedingungen deutlich verbessert. Schließlich können Druckgeber in Verbindung mit einer Formkühlung, beispielsweise der im Kokillengießverfahren mit Erfolg eingesetzten Schwell-Sequenz-Kühlung nach DE-PS 26 46 060 eingesetzt werden, wobei eine bedeutsame Taktzeitverkürzung erzielbar ist.

Im folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen in Verbindung mit der Zeichnung beschrieben, in dieser zeigen:

Fig. 1 eine Seitenansicht, teilweise im Schnitt, eines ersten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Vorrichtung,

Fig. 2 eine Seitenansicht, teils im Schnitt, eines zweiten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Vorrichtung,

Fig. 3 ein weiteres Ausführungsbeispiel gemäß der Erfindung, bei dem die Füllkammer 2 in eine Preßkammer und eine Schmelzkammer unterteilt ist,

Fig. 4 ein weiteres Ausführungsbeispiel gemäß der Erfindung, bei dem das zu verarbeitende Material in einen Behälter eingesetzt, der Füllkammer zugeführt wird,

Fig. 5 ein Detail der Wandausbildung der Gießform mit einem die Wand verformenden Preßkolben und

Fig. 6 ein Detail der Wandausbildung der Gießform, bei dem die Wandverfor-

mung über ein Kühl-/Heizmittel erfolgt.

Bei dem Ausführungsbeispiel nach der Fig. 1 wird der Formhohlraum durch ein Formoberteil 3 und ein Formunterteil 4 gebildet. Das Formoberteil 3 ist an einer Aufspannplatte 15 befestigt und mittels einer Verriegelungseinrichtung 10 in Form eines Kniehebels höhenverschiebbar angeordnet. Der Kniehebel wird über einen Hydraulikantrieb 16 betätigt, der am Maschinengestell 9b befestigt ist.

Das Formunterteil 4 wird vom Maschinengestell 9a getragen und hat auf seiner Unterseite 3 Öffnungen 5, über die das verflüssigte Material in den Formhohlraum 1 eingedrückt wird. An den Öffnungen 5 sind Füllkammern 2 angeschlossen, die das Maschinengestell 9 durchsetzen und zwei Bereiche bilden, und zwar eine obere Preßkammer 23 sowie eine untere Schmelzkammer 24.

Unterhalb der Füllkammern 2 ist ein Zuführtisch 12 für die Zuführung von Rohlingen 11 in die Füllkammern 2 vorgesehen.

Das Einbringen der Rohlinge 11 in die Schmelzkammer 24 erfolgt mit Hilfe von Preßkolben 7, wobei jeder Füllkammer 2 ein Preßkolben 7 zugeordnet ist. Die Preßkolben 7 sind auf einer Preßkolbenplatte 18 angeordnet, die über einen Hydraulikantrieb 17 verschoben wird, der am Maschinengestell 9c befestigt ist. Die Rohlinge 11 werden, wie dies in Fig. 1 dargestellt ist, über die nach unten verfahrenen Preßkolben geschoben und über diese in die Schmelzkammer 24 eingeschoben. Nach dem erfolgten Aufschmelzen der Rohlinge wird die Schmelze mittels der Preßkolben 7 nach oben in die Preßkammer 23 verschoben, worauf diese dann in den Formhohlraum 1 austreten kann. Aufgrund der großen Querschnitte der Öffnungen 5 kann dieses Einschieben ohne große Turbulenzen und mit einem relativ geringen Druck erfolgen. Beim Einschiebevorgang ist bei diesem Ausführungsbeispiel das Formoberteil etwas vom Formunterteil abgehoben, so daß die im Formhohlraum befindliche Luft über den Spalt zwischen Formoberteil 3 und Formunterteil 4 entweichen kann. Nach der vollständigen Formfüllung wird das Oberteil 3 dichtend auf das Unterteil 4 abgesenkt, worauf dann die Erstarrung der Schmelze unter Aufbringung des Hochdruckes beispielsweise durch die Preßkolben 7 erfolgt.

Die Erwärmung der Schmelzkammer 24 erfolgt vorteilhaft über eine Induktionsheizung 8, wobei bei einer einstückigen Ausbildung der Füllkammer 2 als Preßkammer und Schmelzkammer der aus hochfestem Stahl bestehende Hohlzylinder beide Bereiche durchsetzen muß.

Bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 2 erfolgt das Aufschmelzen des Rohlings 11 bzw. des Chargierbolzens in einem Niederdruck-Schmelzofen 13, wobei die Rohlinge 11 über ein Beschickungsrohr 21 in den Ofen 13 eingebracht werden.

Die Abdichtung des Beschickungsrohres 21 erfolgt über eine Dichtung 26, die zwischen Rohling 11 und der Innenwandung des Beschickungsrohres 21 angeordnet ist. Über ein Steigrohr 14, das mit einem Niveausensor 22 versehen ist, wird die Schmelze in die Füllkammer 6 über eine Öffnung 20 eingedrückt. Nach Füllung der Füllkammer 6 wird der Preßkolben 7 nach oben verschoben, wobei die Öffnung 20 verschlossen wird, so daß kein weiteres Material in die Füllkammer 6 nachfließen kann. Das Schmelzmaterial 19 wird dann durch die Öffnungen 5 entsprechend der Fig. 1 in den Formhohlraum eingedrückt.

Die Schmelz- und Dosiereinrichtung nach Fig. 2 eignet sich auch in besonderer Weise für die Herstellung besonders großer Bauteile mit erhöhtem Materialbedarf. So kann hier aus dem Schmelzofen 13 die Schmelze durch den Doserspalt 20 und die Füllkammer 6 hindurch in den Formhohlraum gedrückt werden, wobei dann der Preßkolben 7 lediglich die Formfüllung beendet und die Nachspeisung - gegebenenfalls in Verbindung mit weiteren Druckelementen in der Formwand - übernimmt. Bei Einsatz von mehreren Füllkammern 6 können diese über Verzweigungen oder Mehrfachanordnung des Füllrohres 14 mit Schmelze versorgt werden.

Bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 3 sind gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen versehen. Dieses Ausführungsbeispiel unterscheidet sich von dem nach Fig. 1 im wesentlichen dadurch, daß die Füllkammer 2 zweiteilig ausgebildet ist und in eine separate Preßkammer 23 und Schmelzkammer 24 unterteilt ist. Die Schmelzkammer 24 kann relativ zur Preßkammer 23 verschoben werden, so daß der Schmelzvorgang des Rohlings 11 an anderer Stelle erfolgen kann, wobei die einzelnen Schmelzkammern beispielsweise auch in einem Karussell angeordnet sein können. Dies ist vorteilhaft, denn dadurch kann die Leistung der Gießvorrichtung wesentlich erhöht werden, denn die Schmelzzeit verlängert nicht mehr die Formfüll- und Erstarrungszeit für die Herstellung des Bauteiles. Darüberhinaus kann die innere Hülse der Schmelzkammer 24 auch aus einem Isoliermaterial hergestellt werden, das dann nicht notwendigerweise auch hohe Druckkräfte aushalten muß. Diese Hülse aus Isoliermaterial 27 ist dann von der Induktionsheizung 8 umgeben.

Da in die bewegliche Schmelzkammer von unten der Preßkolben 7 eingeschoben wird, muß entweder in die Schmelzkammer ein verschiebbarer Boden 28 eingelegt werden, der das Schmelzmaterial am Auslaufen hindert, oder aber die Heizeinrichtung wird so angeordnet, daß der untere Bereich des Rohlings nicht mit aufschmilzt, so daß der Rohling selbst den Bodenabschluß bildet.

Zur Behinderung des Wärmeflusses aus der Schmelzkammer 24 in die Platte 9a ist ein Isolier-
ring 29 angeordnet.

Zur Entlüftung des Formhohlraumes 1 beim Einschleusen des Schmelzmaterials dienen Boh-
rungen 31, die in der Wandung des Formuntertei-
les 4 oder des Formoberteiles 3 angeordnet sind.
Diese Öffnungen 31 werden dann über einen
Schieber 32, der durch die Verschiebung der Auf-
spannplatte 15 in die Schließstellung betätigt wird,
verschlossen.

Des weiteren ist das Formoberteil 3 über eine
Feder 33 gegenüber der Aufspannplatte 15 abge-
stützt. Diese Feder bewirkt, daß einerseits das
Formoberteil mit einem ausreichenden Druck wäh-
rend der Formfüllung am Formunterteil 4 anliegt,
daß andererseits jedoch die Öffnungen 31 noch
nicht vom Schieber 32 verschlossen werden. Nach
dem Verschließen der Öffnungen 31 und während
der Erstarrung unter hohem Druck liegt die Auf-
spannplatte 15 mit der Schieberplatte 41 kraft-
schlüssig am Formoberteil 3 an, so daß dann
Formoberteil und Formunterteil mit dem gewünsch-
ten Druck gegeneinander gepreßt werden.

Der beim Erstarrungsvorgang aufrechterhaltene
Druck kann entweder durch den Preßkolben 7 oder
aber durch einen weiteren Preßkolben 30 aufge-
bracht werden, wobei durch ein Zusammenwirken
beider Kolben während des Erstarrungsvorganges
auch ein reversibles Fließen der Schmelze im
Formhohlraum 1 erhalten werden kann.

Bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 4 sind
gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen verse-
hen. Dieses Ausführungsbeispiel unterscheidet von
dem nach Fig. 3 dadurch, daß das Chargiermaterial
in einem Becher 35 aus feuerfestem Material in die
Schmelzkammer 24 eingebracht wird und in die-
sem erschmolzen wird. Im Anschluß hieran wird
der Becher einschließlich des ganz oder teilweise
geschmolzenen Materials in die Preßkammer 23
mittels des Preßkolbens 7 geschoben. Das eigentli-
che Einbringen des Schmelzmaterials in den
Formhohlraum 1 erfolgt dann mittels eines Preßkol-
bens 34, der von oben in den Becher eintaucht,
wobei die Schmelze aus diesem verdrängt wird
und zwischen der Kolbenwandung und der Beche-
rinnenwandung nach oben in den Formhohlraum 1
gelangt.

Das Ausführungsbeispiel nach Fig. 5 zeigt ei-
nen Wandabschnitt 36, beispielsweise des
Formober- oder des Formunterteiles, wobei dieser
Wandabschnitt 36 aus einem relativ dünnen Materi-
al ausgebildet ist, so daß sich dieser beim Füllvor-
gang des Formhohlraumes 1 verformt. Hinter die-
sem flexiblen Wandabschnitt 36 ist ein Preßkolben
37 angeordnet, der beispielsweise mit Bohrungen
38 für ein Kühl- oder Heizmittel versehen werden
kann. Beim Erstarrungsvorgang wird der Preßkol-

ben 37 gegen den flexiblen Wandabschnitt 36 ge-
drückt, so daß auch beim Erstarrungsvorgang der
Druck im Material aufrechterhalten werden kann.

Das Ausführungsbeispiel nach Fig. 6 zeigt glei-
chermaßen einen flexiblen Wandabschnitt 36, hin-
ter dem eine Druckkammer 39 angeordnet ist. Die-
ser Wandabschnitt kann gleichfalls bei der Formfü-
llung vom Formraum weg - zu dessen Vergröße-
rung - verformt werden, wobei dann beim Erstar-
rungsvorgang aufgrund eines durch ein Rohr 40
eingeleiteten Druckmittels diese Verformung wieder
rückgängig gemacht wird, wobei gleichermaßen
auch eine Verformung des Wandabschnittes 36
zum Formraum hin erhalten werden kann. Diese
Formraumvergrößerungen an den dafür geeigneten
Bauteilbereichen am Ende der Formfüllung und die
entsprechenden Verkleinerungen während der Er-
starrung durch die Vorrichtungsbeispiele nach den
Fig. 3, 5 und 6 kompensieren das durch die Erstar-
rungsschrumpfung bedingte Volumendefizit im
Bauteil. Das Druckmittel kann darüberhinaus auch
zur Kühlung oder zur Heizung des entsprechenden
Wandabschnittes 36 herangezogen werden.

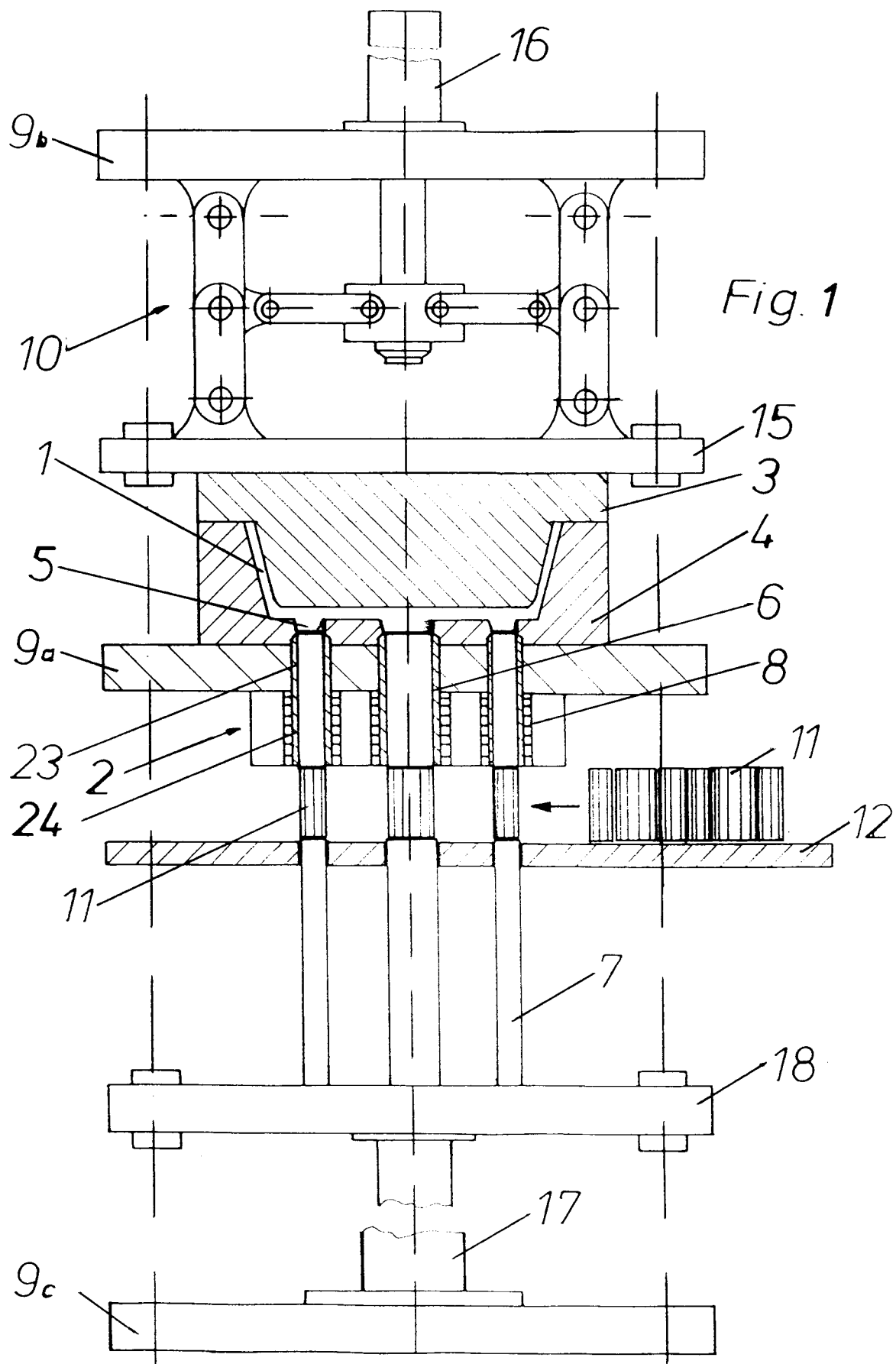
Alle beschriebenen Maßnahmen können durch
computergestützte Meß- und Regelungstechnik op-
timiert, koordiniert und so zu einem besonderen
Synergie-Effekt gebracht werden.

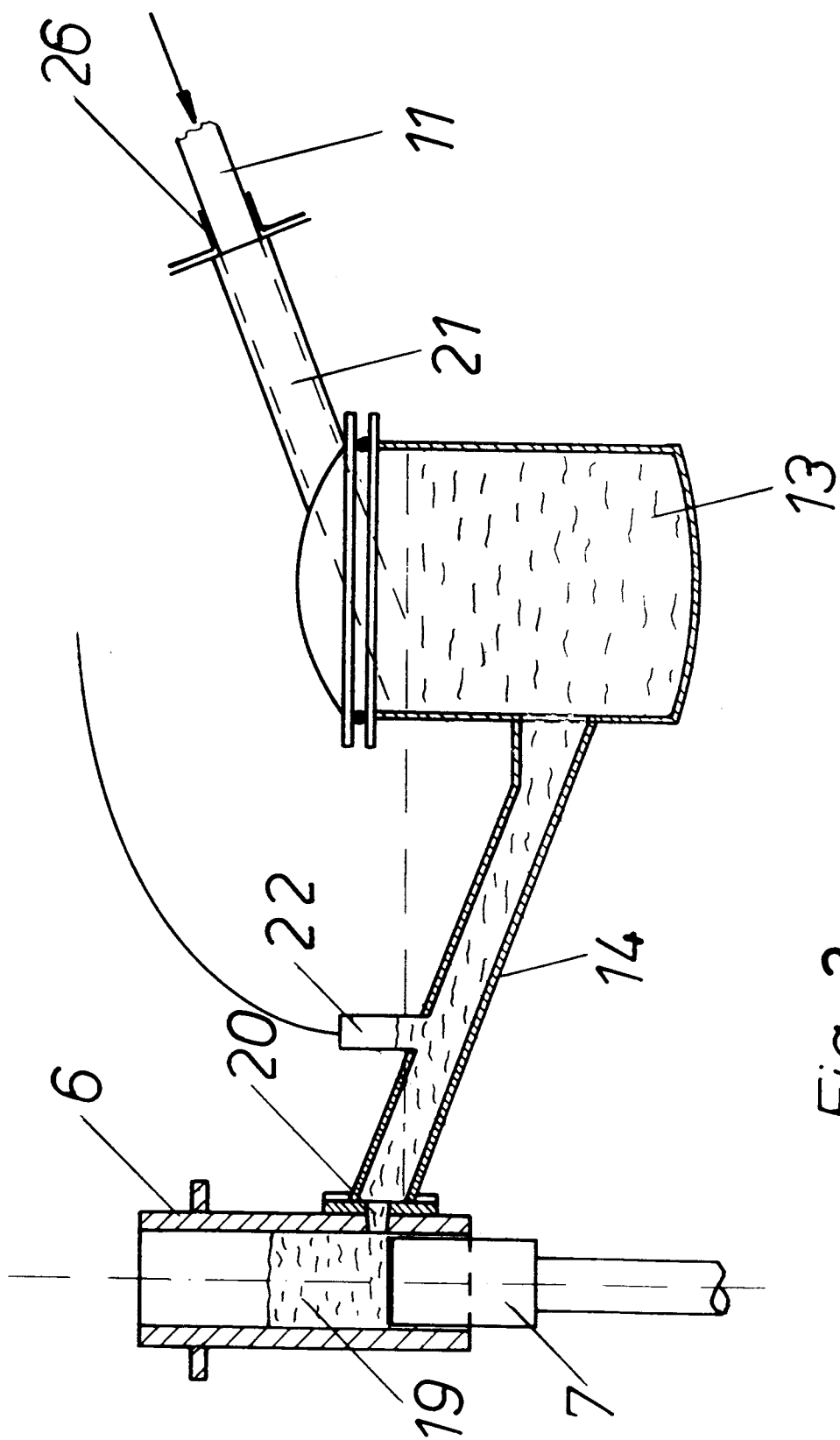
Patentansprüche

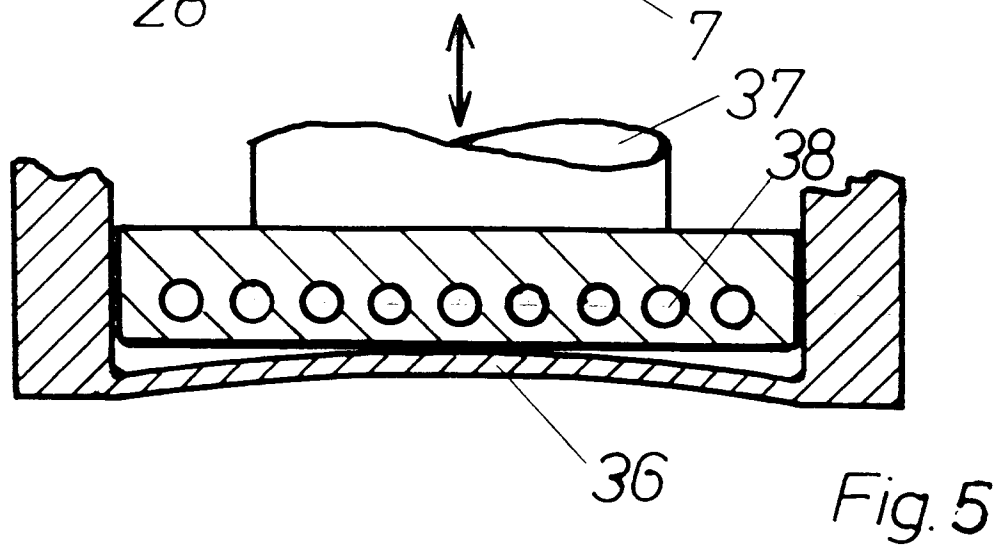
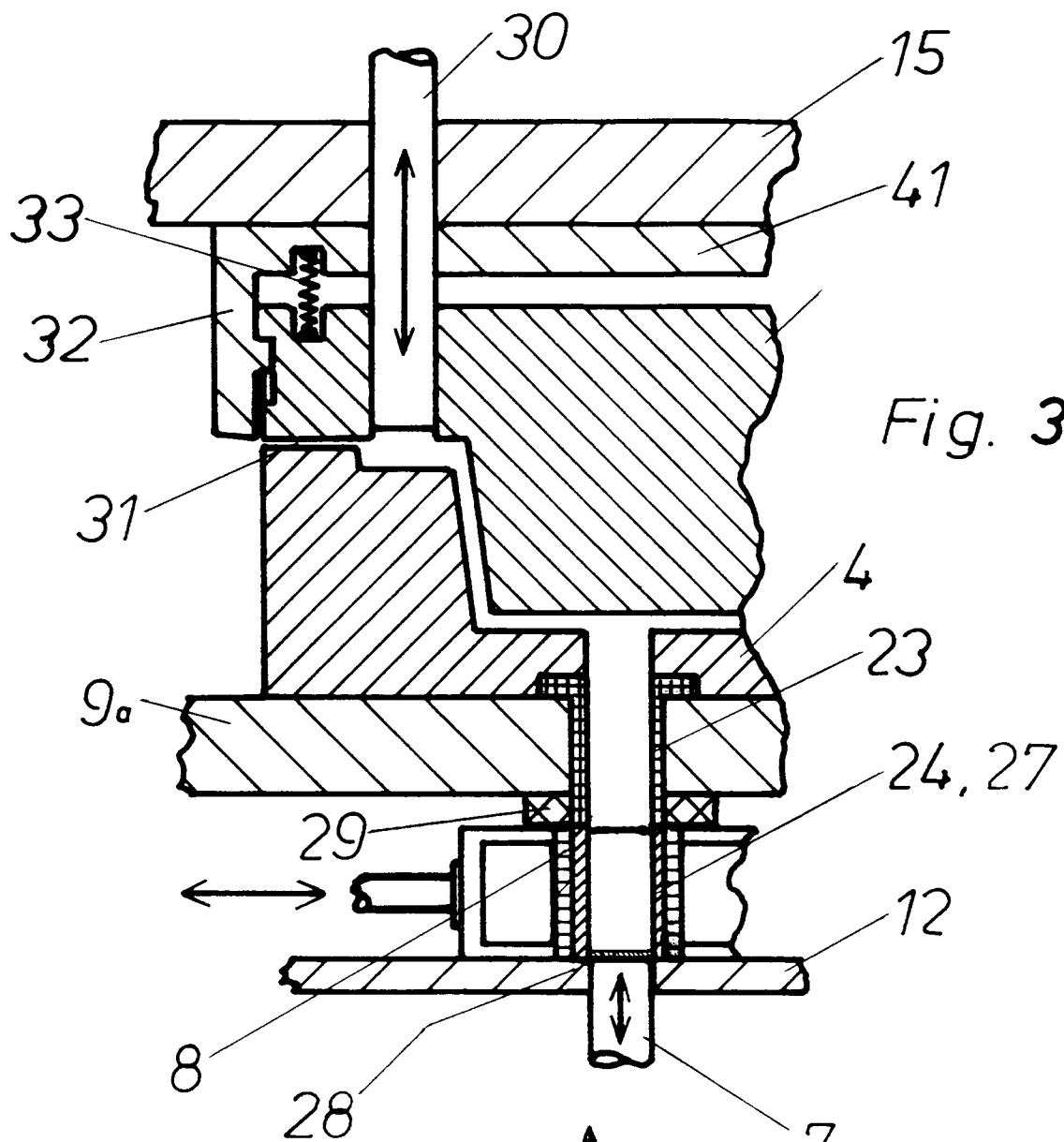
1. Verfahren zur Erzeugung von Bauteilen, bei
welchem flüssiges oder teilflüssiges Material in
einen zumindest aus zwei Formhälften gebilde-
ten Formhohlraum eingebracht wird, dadurch
gekennzeichnet, daß der Werkstoff in zumin-
dest einer unmittelbar an den Formhohlraum
angrenzenden Füllkammer in eine für die
Formfüllung geeignete Konsistenz gebracht,
dann in den für die Entlüftung noch nicht voll-
ständig geschlossenen Formhohlraum beför-
dert und dort nach Schließen des Formhohlrau-
mes während der Verfestigung unter Druck
gehalten wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekenn-
zeichnet, daß das zu verflüssigende Material in
fester Form in die Füllkammer eingeführt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekenn-
zeichnet, daß der Werkstoff in flüssiger Form
in die Füllkammer eingeführt wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet, daß Teile der Form
bei Beginn des Füllvorganges zumindest teil-
weise geöffnet sind und gegen Ende der
Formfüllung vollständig geschlossen werden.

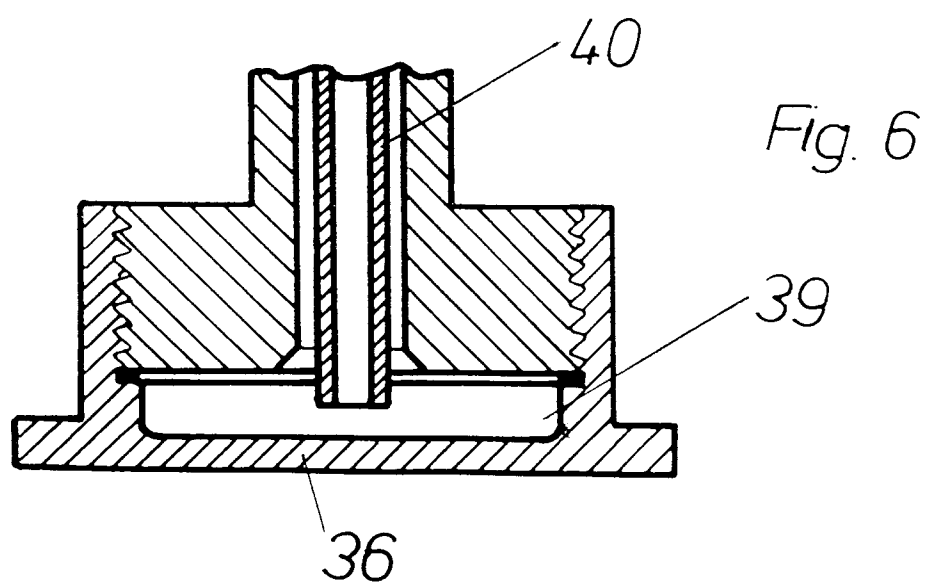
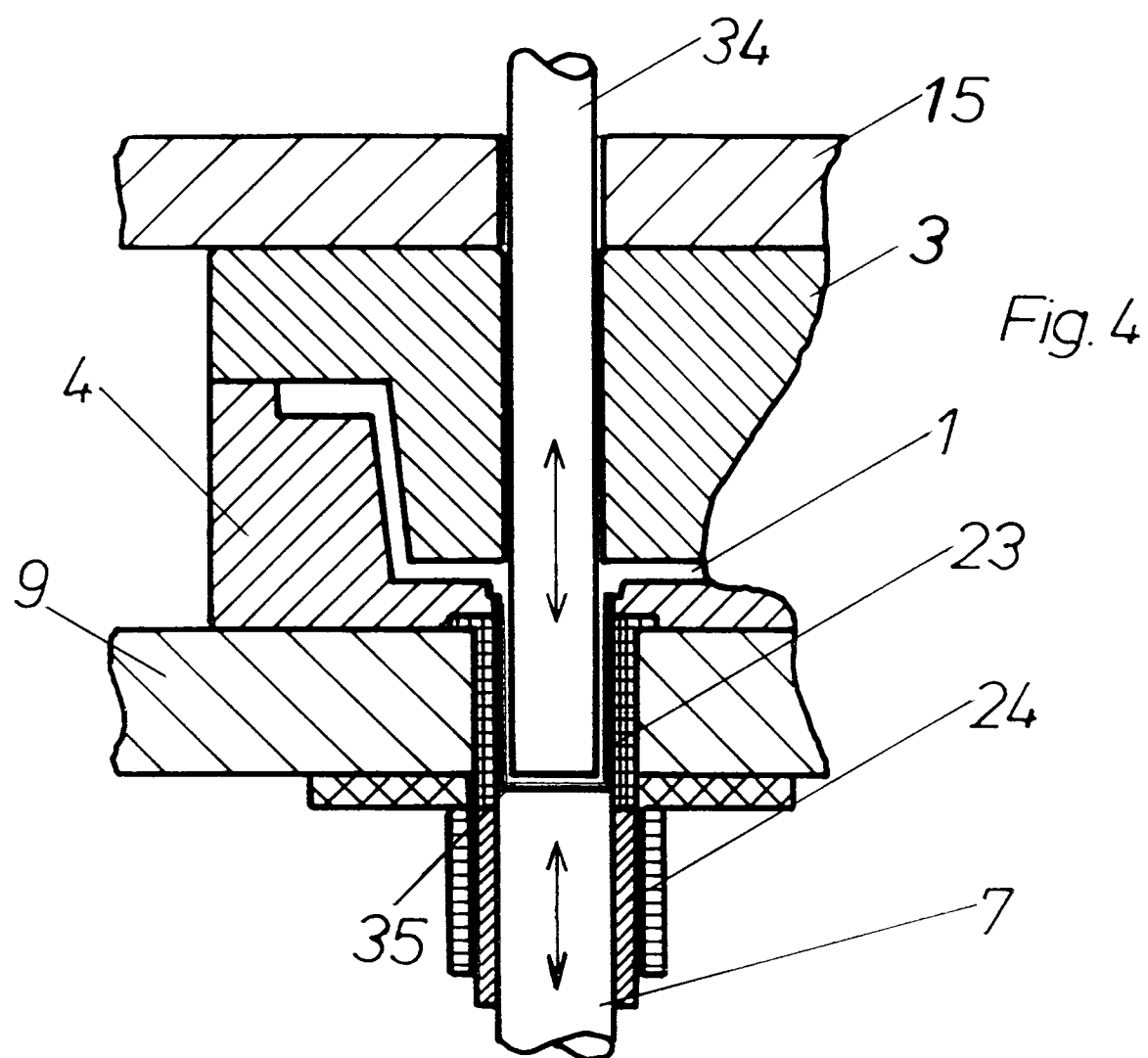
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest eine Formhälfte Entlüftungskanäle aufweist, die am Ende der Formfüllung geschlossen werden. 5
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Formraum-Volumen spätestens gegen Ende der Formfüllung im Vergleich zum Volumen des erstarrten Bauteiles vergrößert wird und daß im Verlauf der Erstarrung die Volumenvergrößerung rückgängig gemacht wird. 10
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß zur Dichtspeisung des Bauteilgefüges während der Erstarrung der Preßdruck pulsierend verändert wird. 15
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß bei Anwendung mehrerer Druckelemente deren Druckstöße so aufeinander abgestimmt sind, daß die während der Erstarrung in Speisungskanälen befindliche Schmelze reversierbar bewegt wird. 20
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Formhälften gekühlt werden. 25
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Kühlzonen in den Formhälften nach dem Schwell-Sequenz-Kühlungsprinzip aktiviert werden. 30
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Kühlzonen in der Form in Abstimmung mit den in die Formwand eingebauten Druckelementen aktiviert werden. 35
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Kühlelemente der Kühlzonen und die Druckelemente zu einer Funktionseinheit zusammengefaßt sind. 40
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß bei Anwendungen mehrerer Füllkammern diese mit unterschiedlichen Werkstoffen beschickt werden. 45
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß das zu schmelzende Material bzw. die Schmelze in einer becherförmigen Umhüllung aus Feuerfest-Material in die Füllkammer eingesetzt wird und von dort durch einen aus oder mit dem Formoberteil nach unten fahrenden Preßkolben zur Formfüllung verdrängt wird. 50
15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß der gefüllte Becher von einem Widerlager beim Preßvorgang bildenden Preßkolben in die Füllkammer eingeschoben wird. 55
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Füllkammer in einen Schmelz- und Preßbereich unterteilt ist.
17. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Förderung des Bechers durch den Preßkolben erfolgt.
18. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß Festkörper in den Formhohlraum eingelegt, fixiert und durch Einbringen von Schmelze miteinander verbunden bzw. in das Bauteil integriert werden.
19. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Chargierkörper beim Schmelzen in der Füllkammer im Bereich ihrer unteren Stirnfläche in festem Zustand verbleiben.
20. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Dosierung der Schmelze in der Füllkammer mit Hilfe einer Regelung des Gasdruckes oberhalb des Schmelzespiegels im Ofen sowie dem Volumen des Chargierkörpereinschubs in Verbindung mit einem Niveausensor erfolgt.
21. Vorrichtung zur Erzeugung von Bauteilen, insbesondere nach dem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 20, mit einem Formhohlraum (1) der zumindest aus einem Formoberteil (3) und einem Formunterteil (4) gebildet wird, dadurch gekennzeichnet, daß das Formunterteil (4) in seinem Bodenbereich mit zumindest einer Öffnung (5) versehen ist, die in direkter Verbindung mit einer mit Chargiermaterial füllbaren Füllkammer (6) steht, deren Inhalt durch einen Preßkolben (7) verdrängbar ist und die mit einer Heizung (8) versehen ist.
22. Vorrichtung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß in die Füllkammer (6) vertikal von unten ein Preßkolben (7) einschiebbar ist.
23. Vorrichtung nach Anspruch 21 oder 22, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere jeweils mit einer Füllkammer (6) verbundene Öffnungen (5) an dem Formunterteil (4) ausgebildet sind.

24. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 21 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß das Formunterteil (4) mit der festen Aufspannplatte (9) der Vorrichtung verbunden ist, während das Formoberteil (3) an der Aufspannplatte (15) vertikal bewegbar angeordnet und mit einer Schließeinrichtung (10) versehen ist. 5
25. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 21 bis 24, dadurch gekennzeichnet, daß die Füllkammer (6) mit einer Induktionsheizung (8) versehen ist. 10
26. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 21 bis 25, dadurch gekennzeichnet, daß die Füllkammer (6) mehrteilig (Schmelz- und Preßteil) und gegebenenfalls aus verschiedenen Werkstoffen gebildet ist. 15
27. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 21 bis 26, dadurch gekennzeichnet, daß der feste Chargierkörper (11) mittels einer Zuführeinrichtung zu der Füllkammer (6) bringbar ist. 20
28. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 21 bis 27, dadurch gekennzeichnet, daß die Zuführeinrichtung mit einem Magazin verbunden ist und einen Zuführtisch (12) umfaßt. 25
29. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 21 bis 28, dadurch gekennzeichnet, daß einem Preßkolben (7) mehrere bewegliche jeweils mit einer Heizung (8) versehene Schmelzkammern (24) als Teile der Füllkammern (6) zugeordnet sind. 30 35
30. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 21 bis 29, dadurch gekennzeichnet, daß der Preßkolben (7) zusammen mit der Schmelzkammer (24) zwischen die feste Aufspannplatte (9a) und die Preßkolbenplatte (18) verfahrbar ist. 40
31. Vorrichtung nach Anspruch 29 oder 30, dadurch gekennzeichnet, daß die Füllkammer (6, 24) mit einem verschiebbaren Boden (28) versehen ist. 45
32. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 21 bis 26, dadurch gekennzeichnet, daß die Schmelze (19) mittels eines Füllrohres (14) aus einem Schmelzofen (13), der über ein Zuführrohr (21) mit Abdichtung (26) mit festem Chargiermaterial (11) versorgt wird, in die Füllkammer (6) einbringbar ist. 50 55
33. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 21 bis 32, dadurch gekennzeichnet, daß die Stirnfläche des Preßkolbens (7) in dessen Endstellung formgebende Fläche des Formhohlraumes (1) ist.
34. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 21 bis 33, dadurch gekennzeichnet, daß der Formhohlraum (1) mit Entlüftungsöffnungen (31) versehen ist, die am Ende der Formfüllung mit schieberartigen Schließelementen (32) verschließbar sind.
35. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 21 bis 34, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest ein Teil der Formwand (36) flexibel ausgebildet ist und auf der dem Formhohlraum (1) abgewandten Seite mittels Druckelementen (30, 37, 39, 40) beaufschlagbar ist.
36. Vorrichtung nach Anspruch 35, dadurch gekennzeichnet, daß die Druckelemente (30, 37, 39, 40) mit einer Kühlung und/oder Heizung (38, 39, 40) versehen sind.
37. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 21 bis 36, dadurch gekennzeichnet, daß zur Verbesserung der Formfüllung an der Formwand Vibratoren angebracht sind.











Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 92115545.3

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 4)
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	
D, Y	<u>DE - C - 3 023 917</u> (UBE) * Fig. 1; Beschreibung; Anspruch 1 * --	1, 3, 21, 22	B 22 D 17/12
D, Y	<u>DE - A - 2 646 060</u> (KAHN) * Fig. 1 *	1, 3, 21, 22	
A	* Beschreibung Seite 3-5 *	10-12, 35, 36	
A	<u>DE - A - 2 128 425</u> (KAHN) * Fig. 1; Beschreibung *	1, 3, 20, 21	
A	<u>US - A - 4 436 140</u> (EBISAWA) * Fig. 1; Zusammenfassung *	1, 3, 21, 22, 25	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. 4)
			B 22 D 17/00 B 22 D 18/00 B 22 D 27/00
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort WIEN		Abschlußdatum der Recherche 21-10-1992	Prüfer RIEDER
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN 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 Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			