

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50589/2017  
(22) Anmeldetag: 13.07.2017  
(43) Veröffentlicht am: 15.01.2019

(51) Int. Cl.: **B22D 18/04** (2006.01)  
**B22D 18/08** (2006.01)  
**B22D 18/00** (2006.01)  
**B22D 27/13** (2006.01)  
**B22D 17/28** (2006.01)  
**B22D 17/30** (2006.01)  
**B22D 17/32** (2006.01)  
**B22D 39/06** (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:  
US 4741381 A  
DE 2431108 A1  
EP 1481748 A1  
WO 2011003396 A1  
EP 0215153 A1

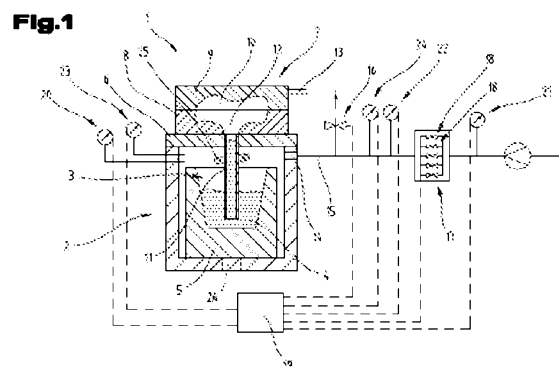
(71) Patentanmelder:  
Fill Gesellschaft m.b.H.  
4942 Gurten (AT)

(72) Erfinder:  
Penninger Maximilian  
4040 Linz (AT)

(74) Vertreter:  
Anwälte Burger und Partner Rechtsanwalt  
GmbH  
4580 Windischgarsten (AT)

(54) **Gießvorrichtung zum Gießen unter Druck**

(57) Die Erfindung betrifft eine Gießvorrichtung (1), sowie ein Verfahren zum Betrieb der Gießvorrichtung (1). Die Gießvorrichtung (1) umfasst:  
- einen Ofen (2) in dem ein Aufnahmeraum (3) zur Aufnahme von Schmelze (4) ausgebildet ist;  
- ein Ventilblock (17);  
- ein Drucksensor (20);  
- eine Gussform (7);  
- eine Zwischenplatte (6);  
- zumindest ein Steigrohr (11), mittels welchem der Aufnahmeraum (3) des Ofens (2) mit dem unteren Gussformteil (8) strömungsverbunden ist. Der Ventilblock (17) umfasst zumindest vier Einzelventile (18), wobei zumindest zwei der Einzelventile (18) zueinander unterschiedliche Kenndaten aufweisen, wobei die Einzelventile (18) mit einem elektronischen Digitalrechner (19) gekoppelt sind, von welchem sie angesteuert werden, wobei der elektronische Digitalrechner (19) mit dem Drucksensor (20) gekoppelt ist, wobei die Einzelventile (18) unabhängig voneinander einzeln oder auch gleichzeitig geöffnet werden können, sodass verschiedene Durchflussmengen einstellbar sind.



## Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft eine Gießvorrichtung (1), sowie ein Verfahren zum Betrieb der Gießvorrichtung (1). Die Gießvorrichtung (1) umfasst:

- einen Ofen (2) in dem ein Aufnahmeraum (3) zur Aufnahme von Schmelze (4) ausgebildet ist;
- ein Ventilblock (17);
- ein Drucksensor (20);
- eine Gussform (7);
- eine Zwischenplatte (6);
- zumindest ein Steigrohr (11), mittels welchem der Aufnahmeraum (3) des Ofens (2) mit dem unteren Gussformteil (8) strömungsverbunden ist. Der Ventilblock (17) umfasst zumindest vier Einzelventile (18), wobei zumindest zwei der Einzelventile (18) zueinander unterschiedliche Kenndaten aufweisen, wobei die Einzelventile (18) mit einem elektronischen Digitalrechner (19) gekoppelt sind, von welchem sie angesteuert werden, wobei der elektronische Digitalrechner (19) mit dem Drucksensor (20) gekoppelt ist, wobei die Einzelventile (18) unabhängig voneinander einzeln oder auch gleichzeitig geöffnet werden können, sodass verschiedene Durchflussmengen einstellbar sind.

Fig. 1

Die Erfindung betrifft eine Gießvorrichtung zum Gießen unter Druck, insbesondere Gegendruck- Kokillengießvorrichtung oder Niederdruck- Kokillengießvorrichtung, sowie ein Verfahren zum Betreiben der Gießvorrichtung.

Solche Gießvorrichtungen insbesondere zum Gießen unter einem durch eine Gasphase erzeugten Druck finden in der Gießereitechnik, insbesondere für die Herstellung von Gussstücken mit hohen physikalischen und mechanischen Kennwerten, insbesondere aus Leichtmetall-Legierungen, Anwendung.

Aus der WO 2011/003396 A1 ist eine Anlage zum Gießen unter Druck, mit wenigstens einer Gießvorrichtung aus einer unteren hermetisch abdichtbaren Kammer und einer oberen hermetisch abdichtbaren Kammer bekannt. Die Kammern sind durch eine Zwischenplatte bzw. Formaufspannplatte voneinander getrennt, wobei die untere Kammer einen Ofen mit Schmelze aufweist, und in der oberen Kammer eine in etwa horizontal geteilte Gießform angeordnet ist, die aus einer unteren Gießformhälfte und einer oberen Gießformhälfte angeordnet ist, besteht. Der Ofen mit Schmelze und die Gießform sind über wenigstens ein, an der Zwischenplatte bzw. Formaufspannplatte montiertes Steigrohr miteinander verbunden.

Aus der GB 1 471 882 A ist ein Druckgießverfahren bekannt, bei dem drei druckluftgesteuerte Ventile zum Einbringen von Druckluft in den Ofen verwendet werden. Der Gießprozess ist in drei Phasen unterteilt. In der ersten Phase wird das geschmolzene Metall im Steigrohr angehoben. In der zweiten Phase wird die Gießform mit Metall gefüllt. In der dritten Phase wird die gefüllte Gießform mit Druck beaufschlagt. Jedes der drei druckluftgesteuerten Ventile ist zum Einbringen von Druckluft in den Ofen in einer der drei Phasen vorgesehen.

Aus der DE 1178979 A ist ein Druckgießverfahren bekannt, bei dem unter der Einwirkung eines Druckunterschieds eine Schmelze aus einem in einer hermetisch abgedichteten Speisekammer befindlichen Ofen durch ein Gießrohr in den Hohlraum einer Gießform befördert wird, wobei die Gießform in einer anderen hermetisch abgedichteten Ausgleichskammer angeordnet ist. In der Ausgleichskammer erstarrt das Gussstück bei der dort vorliegenden Temperatur und bei dem dort vorliegenden Druck. Anschließend wird das fertige Gussstück aus der Gießform entnommen und ein neuer Gießzyklus kann durchgeführt werden.

Das dem Fachmann bekannte Gegendruck-Kokillengießverfahren, auch bekannt als CPC (Counter Pressure Casting)-Gießverfahren, ist eine Weiterentwicklung des so genannten Niederdruck-Gießverfahrens und aus diversen Druckschriften, beispielsweise der EP 0 221 196 B1, der EP 0 564 774 B1 oder der DE 3422 121 A1 bekannt. Im Gegensatz zum, dem Fachmann ebenfalls bekannten Niederdruck-Gießverfahren wird allerdings nicht nur der Gießofen, sondern auch die Kokille bzw. Gießform mit Druckgas beaufschlagt.

Der eigentliche Gießvorgang erfolgt sowohl beim Niederdruck-Gießverfahren als auch beim Gegendruck-Kokillengießverfahren mit Hilfe eines Steigrohres, durch das die Schmelze nach oben in die Kokille gefördert wird.

Die Druckbeaufschlagung der Schmelze im Ofen zum Hochfördern der Schmelze in die Kokille wird jedoch beim Gegendruck-Kokillengießverfahren durch eine Druckdifferenz herbeigeführt, indem der Gasdruck in der Kokille etwas abgesenkt wird. Dadurch entsteht ein Überdruck im Gießofen, der für das Hochsteigen der Schmelze in die Kokille ausreicht.

Nachteilig an den bekannten Anlagen ist, dass der Gießvorgang nur sehr ungenau gesteuert werden kann und somit die Werkstückqualität des gegossenen Werkstückes Einbußen erleiden kann.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung war es, die Nachteile des Standes der Technik zu überwinden und eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Verfügung zu stellen, mittels derer hochqualitative Werkstücke gegossen werden können.

Diese Aufgabe wird durch eine Vorrichtung und ein Verfahren gemäß den Ansprüchen gelöst.

Erfindungsgemäß ist eine Gießvorrichtung zum Gießen unter Druck, insbesondere Gegendruck- Kokillengießvorrichtung oder Niederdruck- Kokillengießvorrichtung ausgebildet. Die Gießvorrichtung umfasst:

- einen Ofen in dem ein Aufnahmeraum zur Aufnahme von Schmelze ausgebildet ist, wobei der Aufnahmeraum mit Druckluft beaufschlagbar ist;
- ein Ventilblock zum geregelten Einlassen von Druckluft in den Aufnahmeraum des Ofens;
- ein Drucksensor, der zum Erfassen des im Aufnahmeraum des Ofens anliegenden Druckes ausgebildet ist;
- eine Gussform, die einen Formhohlraum bildet;
- eine Zwischenplatte, die zwischen dem Ofen und der Gussform angeordnet ist, wobei die Gussform an der Zwischenplatte befestigt ist;
- zumindest ein Steigrohr, mittels welchem der Aufnahmeraum des Ofens mit der Gussform strömungsverbunden ist. Der Ventilblock umfasst zumindest vier Einzelventile, wobei zumindest zwei der Einzelventile zueinander unterschiedliche Kenndaten aufweisen, wobei die Einzelventile mit einem elektronischen Digitalrechner gekoppelt sind, von welchem sie angesteuert werden, wobei der elektronische Digitalrechner mit dem Drucksensor gekoppelt ist, wobei die Einzelventile unabhängig voneinander einzeln oder auch gleichzeitig geöffnet werden können, sodass verschiedene Durchflussmengen einstellbar sind.

Von Vorteil an der erfindungsgemäßen Gießvorrichtung ist, dass mittels der zumindest vier Einzelventile die Luftdurchflussmenge variabel eingestellt werden kann und somit der Gießprozess exakt gesteuert werden kann. Durch die Ansteuerung der einzelnen Ventile mittels dem elektronischen Digitalrechner kann darüber hinaus auch der zeitliche Ablauf des Gießvorganges exakt gesteuert werden. Der Drucksensor dient hierbei als Überwachungsgröße für den Regelzyklus. Dadurch, dass die Einzelventile unabhängig voneinander einzeln oder auch gleichzeitig geöffnet werden können, und darüber hinaus unterschiedliche Kenn-

daten aufweisen, kann durch selektives Schalten der Einzelventile die Luftdurchflussmenge annähernd stufenlos bzw. im Idealfall sogar zur Gänze stufenlos eingestellt werden.

Weiters kann es zweckmäßig sein, wenn der Ventilblock zwischen 8 und 20 Einzelventile, insbesondere zwischen 11 und 15 Einzelventile, unterschiedlicher Größe umfasst. Von Vorteil ist hierbei, dass mit einer derartigen Anzahl an Einzelventilen eine möglichst stufenlose Einstellung der Durchflussmenge erreicht werden kann und darüber hinaus der Ventilblock noch eine überschaubare Größe aufweisen kann bzw. durch die begrenzte Anzahl der Einzelventile die Komplexität und auch die Wartungsintensität in Grenzen gehalten werden kann.

Ferner kann vorgesehen sein, dass die Einzelventile in Form von Schieberventilen ausgebildet sind. Von Vorteil ist hierbei, dass derartige Schieberventile ein exaktes Schaltverhalten aufweisen und somit die Luftdurchflussmenge unter Verwendung von Schieberventilen exakt einstellbar ist.

Darüber hinaus kann vorgesehen sein, dass die Einzelventile in Form von digital gesteuerten Ventilen ausgebildet sind. Von Vorteil ist hierbei, dass digital gesteuerte Ventile direkt vom elektronischen Digitalrechner angesteuert werden können und somit sehr kurze Schaltzeiten bzw. Reaktionszeiten aufweisen können.

Vorteilhaft ist auch eine Ausprägung, gemäß welcher vorgesehen sein kann, dass an der Druckluftversorgungsseite des Ventilblockes zumindest ein weiterer Drucksensor angeordnet ist, welcher mit dem elektronischen Digitalrechner gekoppelt ist. Von Vorteil ist hierbei, dass durch diese Maßnahme auch der am Ventilblock anliegende Eingangsdruck berücksichtigt werden kann. Somit kann das Strömungsverhalten der Einzelventile vorausgesagt werden, wodurch die Regelung der zugeführten Luftmenge vereinfacht wird.

Gemäß einer Weiterbildung ist es möglich, dass im Aufnahmeraum des Ofens ein Temperatursensor angeordnet ist, welcher mit dem elektronischen Digitalrechner gekoppelt ist. Von Vorteil ist hierbei, dass durch diese Maßnahme die Temperatur

im Aufnahmeraum des Ofens und somit auch die Wärmedehnung der Luft, welche in den Aufnahmeraum des Ofens eingebracht wird, berücksichtigt werden kann.

Ferner kann es zweckmäßig sein, wenn die Gussform einen unteren Gussformteil und einen oberen Gussformteil umfasst, wobei die beiden Gussformteile im zusammengefügt Zustand einen Formhohlraum bilden und eine Tragkonstruktion ausgebildet ist, an welcher der obere Gussformteil angeordnet ist, wobei der obere Gussformteil mittels der Tragkonstruktion relativ zum unteren Gussformteil verschiebbar ist. Von Vorteil ist hierbei, dass durch diese Maßnahme die beiden Gussformteile einfach zueinander zu bewegen sind.

Beim Verfahren zum Betreiben einer obig beschriebenen Gießvorrichtung ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass das Verfahren die folgenden Verfahrensschritte umfasst:

- Erfassen des Druckes im Aufnahmeraum des Ofens;
- Regelung der zumindest vier Einzelventile des Ventilblockes mittels dem elektronischen Digitalrechner, wobei die Regelung der Einzelventile auf Basis des vom Drucksensor erfassten Druckes im Aufnahmeraum des Ofens und auf Basis eines mathematischen Modells der Gießvorrichtung erfolgt, wobei im mathematischen Modell der Gießvorrichtung die Kenndaten aller Einzelventile des Ventilblockes hinterlegt ist.

Von Vorteil am erfindungsgemäßen Verfahren ist, dass durch die Regelung der Einzelventile des Ventilblockes auf Basis des mathematischen Modells der Gießvorrichtung die einzelnen Gießschritte hochgenau und zeitlich exakt abgestimmt erfolgen können. Dadurch ist es möglich, Gusswerkstücke von extrem hoher Qualität herzustellen.

Weiters kann vorgesehen sein, dass im mathematischen Modell der Gießvorrichtung die Druckluftleckage aus dem Aufnahmeraum des Ofens berücksichtigt ist. Von Vorteil ist hierbei, dass dadurch die Genauigkeit der Druckluftregelung verbessert werden kann.

Gemäß einer besonderen Ausprägung ist es möglich, dass die Druckluftleckage dadurch ermittelt wird, dass der Aufnahmeraum des Ofens mit Luftdruck beaufschlagt wird und dass anschließend die Einzelventile des Ventilblockes geschlossen werden und der Druckabfall über die Zeit beobachtet wird. Durch diese Maßnahme kann in periodischen Zeitabständen die aktuell vorliegende Druckluftleckage ermittelt werden und somit ein hochgenaues Modell der Gießvorrichtung bereitgestellt werden.

Entsprechend einer vorteilhaften Weiterbildung kann vorgesehen sein, dass im mathematischen Modell der Gießvorrichtung die geometrischen Abmessungen des Aufnahmeraumes des Ofens hinterlegt sind. Von Vorteil ist hierbei, dass auf Basis der Kenntnis der geometrischen Abmessungen des Aufnahmeraumes des Ofens, der Zusammenhang zwischen dem Füllstand der Schmelze im Aufnahmeraum und dem für Druckluft frei zugänglichen Bereich berücksichtigt werden kann.

Insbesondere kann es vorteilhaft sein, wenn im mathematischen Modell der Gießvorrichtung das Strömverhalten der Einzelventile in Abhängigkeit vom Druck im Aufnahmeraum des Ofens und vom Druck an der Druckluftversorgungsseite des Ventilblockes hinterlegt ist.

Ferner kann vorgesehen sein, dass im mathematischen Modell der Gießvorrichtung die Wärmedehnung der Luft im Aufnahmeraum des Ofens berücksichtigt wird, wobei diese auf Basis des thermischen Ausdehnungskoeffizienten der zugeführten Luft, der geometrischen Abmessungen des Aufnahmeraumes des Ofens, der Füllmenge von Schmelze im Aufnahmeraum des Ofens, der Temperatur der zugeführten Luft und der Temperatur im Aufnahmeraum des Ofens berechnet wird. Von Vorteil ist hierbei, dass durch diese Maßnahme die Genauigkeit des Gießvorganges und dadurch die Werkstückgüte verbessert werden kann.

Darüber hinaus kann vorgesehen sein, dass im mathematischen Modell der Gießvorrichtung der Füllzustand der Schmelze im Aufnahmeraum berücksichtigt wird.

Gemäß einer Weiterbildung kann vorgesehen sein, dass der Füllzustand der Schmelze im Aufnahmeraum nach einem neuen Befüllvorgang des Aufnahmeräumes dadurch berechnet wird, dass der Aufnahmeraum druckfrei gemacht wird, anschließend mittels den Einzelventilen des Ventilblockes ein bestimmter Volumenstrom an Luft in den Aufnahmeraum des Ofens eingelassen wird und dabei über den zeitlichen Verlauf des Druckanstieges im Aufnahmeraum des Ofens das freie Volumen und davon abgeleitet das mit Schmelze befüllte Volumen im Aufnahmeraum des Ofens berechnet wird. Von Vorteil ist hierbei, dass der Füllzustand der Schmelze im Aufnahmeraum somit nicht durch weitere Sensoren ermittelt werden muss, welche einen komplizierten Aufbau aufweisen und auch fehleranfällig sind.

Gemäß einer Weiterbildung ist es möglich, dass die Einzelventile des Ventilblockes zum Regeln der Durchflussmenge der Luft nur in den Offenzustand oder in den Geschlossenzustand gebracht werden, und daher ausschließlich binärzustände einnehmen. Von Vorteil ist hierbei, dass durch diese Maßnahme die Durchflussmengen an Druckluft in den Einzelventilen exakt bekannt ist. Somit kann zu jedem Zeitpunkt die aktuelle Durchflussmenge an Druckluft genau gesteuert werden.

Ferner kann es zweckmäßig sein, wenn die Einzelventile beim Öffenvorgang mit einer erhöhten Überspannung beaufschlagt werden, um die Schaltzeit zu verkürzen und anschließend unter Beaufschlagung mit einer niedrigeren Schaltspannung im Offenzustand gehalten werden. Von Vorteil ist hierbei, dass durch diese Maßnahme die Schaltzeiten der einzelnen Ventile verkürzt werden können und somit eine hochgenaue Regelung ermöglicht wird.

Darüber hinaus kann vorgesehen sein, dass beim Entfernen des fertig gegossenen Werkstückes aus der Gießvorrichtung die Einzelventile des Ventilblockes derart angesteuert werden, dass die Leckage der Druckluft aus dem Ofen ausgeglichen wird und somit der Druck im Aufnahmeraum des Ofens gleichbleibend groß ist und die Schmelze im Steigrohr nicht absinkt. Von Vorteil ist hierbei, dass durch diese Maßnahme die Schmelze im Steigrohr beim Gießen eines neuen Gusswerkstückes nicht zuerst wieder angehoben werden muss, sondern dass der eigentliche Gießvorgang unverzüglich gestartet werden kann. Dadurch kann die Gießzeit

verringert werden und die Effizienz des Gießvorganges bzw. der Gießanlage wesentlich erhöht werden.

Weiters kann vorgesehen sein, dass die Einzelventile des Ventilblockes derart angesteuert werden, dass eines der Einzelventile geöffnet wird, während ein anderes der Einzelventile geschlossen wird und somit das zeitliche Verhalten der Luftdurchflussmengen in den Einzelventilen während dem Öffnungsvorgang und während dem Schließvorgang genutzt wird, um eine bestimmte Gesamtdurchflussmenge des Ventilblockes zu erreichen. Von Vorteil ist hierbei, dass durch diese Maßnahme die Durchflussmenge des Ventilblockes mit einer feineren Abstufung eingestellt werden kann, als der Anteil eines Einzelventiles an der Gesamtdurchflussmenge beträgt. Hierbei kann es notwendig sein, dass die Einzelventile ständig geschaltet werden.

Weiters kann vorgesehen sein, dass die Einzelventile des Ventilblockes über einen bestimmten Zeitraum gesehen derart oft geöffnet bzw. wieder geschlossen werden, dass die integrierte geöffnete Zeit eines Ventils über diesen Zeitraum die Durchflussmenge bestimmt. Mit anderen Worten ausgedrückt kann durch diese Maßnahme in den Einzelventilen des Ventilblockes eine Pulsweitenmodulation realisiert werden.

Zu den wichtigsten Kenndaten der Einzelventile zählt die Luftdurchflussmenge im zur Gänze geöffneten Zustand und bei einer bestimmten Viskosität der Luft. Die Luftdurchflussmenge bei einer bestimmten Viskosität der Luft wird hauptsächlich durch den Durchflussquerschnitt beeinflusst. Weiters kann die Luftdurchflussmenge durch die Geometrie des Einzelventiles beeinflusst werden. Weitere Kenndaten sind das Öffnenverhalten des Einzelventils und das Schließverhalten des Einzelventils. Als Öffnenverhalten und Schließverhalten des Einzelventils wird das zeitliche Verhalten der Luftdurchflussmengen während dem Öffnungsvorgang und während dem Schließvorgang bezeichnet.

Als Ventilblock wird eine Ansammlung von mehreren Einzelventilen bezeichnet, welche dazu geeignet sind parallel zueinander Druckluft in den Aufnahmeraum des Ofens einströmen zu lassen. Vorzugsweise sind die Einzelventile hierbei im

Ventilblock baulich miteinander gekoppelt. Es ist jedoch auch denkbar und als Äquivalent anzusehen, wenn die Einzelventile nicht baulich miteinander gekoppelt sind. Als Ventilblock in seiner breitesten Definition wird somit das Vorhandensein von mehreren Einzelventilen verstanden, welche dazu geeignet sind parallel zueinander Druckluft in den Aufnahmebereich des Ofens einströmen zu lassen.

Die Zwischenplatte kann auch als Formaufspannplatte bezeichnet werden, da sie zur Aufnahme und zum Befestigen des unteren Gussformteiles dient.

Zum besseren Verständnis der Erfindung wird diese anhand der nachfolgenden Figuren näher erläutert.

Es zeigen jeweils in stark vereinfachter, schematischer Darstellung:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Ausführungsbeispiels einer Gießvorrichtung.

Einführend sei festgehalten, dass in den unterschiedlich beschriebenen Ausführungsformen gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen versehen werden, wobei die in der gesamten Beschreibung enthaltenen Offenbarungen sinngemäß auf gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen übertragen werden können. Auch sind die in der Beschreibung gewählten Lageangaben, wie z.B. oben, unten, seitlich usw. auf die unmittelbar beschriebene sowie dargestellte Figur bezogen und sind diese Lageangaben bei einer Lageänderung sinngemäß auf die neue Lage zu übertragen.

Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung eines Ausführungsbeispiels einer Gießvorrichtung 1. Die Gießvorrichtung 1 ist insbesondere eine Niederdruck-Kokillengießvorrichtung oder eine Gegendruck-Kokillengießvorrichtung.

Die Gießvorrichtung 1 umfasst einen Ofen 2 in dem ein Aufnahmebereich 3 zur Aufnahme von Schmelze 4 ausgebildet ist. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass im Ofen 2 ein Behälter 5 angeordnet ist, in welchem die Schmelze 4 aufgenommen wird. Das Behälter 5 kann aus einem keramischen Werkstoff gebildet sein,

welcher eine hohe Temperaturbeständigkeit aufweist. Der Ofen 2 kann insbesondere dazu dienen, um die Schmelze 4 auf einem hohen Temperaturniveau zu halten, sodass sie im geschmolzenen Zustand verbleibt.

Weiters ist eine Zwischenplatte 6 ausgebildet, welche den Ofen 2 nach oben hin begrenzt. Die Zwischenplatte 6 kann entweder als eigener Bauteil oder als integraler Bauteil des Ofens 2 ausgebildet sein. Oberhalb der Zwischenplatte 6 ist eine Gussform 7 angeordnet, welche einen unteren Gussformteil 8 und einen oberen Gussformteil 9 aufweist. Die beiden Gussformteile 8, 9 bilden einen Formhohlraum 10 aus, welcher zur Aufnahme der Schmelze 4 und zur Formgebung des Gusswerkstückes dient.

Die Gussform 7 kann beispielsweise in Form einer Kokille ausgebildet sein, welche zum Abgießen von mehreren tausend Werkstücken geeignet ist.

Alternativ dazu ist es auch denkbar, dass die Gussform 7 als verlorene Gussform ausgebildet ist, wie etwa aus einem Sandmaterial, und somit nur zum Abguss eines einzelnen Werkstückes dient.

Weiters ist ein Steigrohr 11 ausgebildet, welches in den Aufnahmeraum 3 des Ofens 2 hineinragt und die Zwischenplatte 6 durchdringt. Der untere Gussformteil 8 kann direkt an das Steigrohr 11 anschließen und einen Schmelzeeinlauf 12 aufweisen, in welchen das Steigrohr 11 mündet. Außerdem ist stark vereinfacht eine Tragkonstruktion 13 dargestellt, die mit dem oberen Gussformteil 9 gekoppelt sein kann und zum Bewegen des oberen Gussformteiles 9 relativ zum unteren Gussformteil 8 dienen kann.

Der Ofen 2 weist darüber hinaus eine Druckluftzufuhröffnung 14 auf, durch welche Druckluft in den Aufnahmeraum 3 des Ofens 2 eingebracht werden kann. Durch beaufschlagen des Aufnahmeraums 3 des Ofens 2 mit Druckluft wird die Schmelze 4 im Steigrohr 11 in den Formhohlraum 10 gedrückt.

Darüber hinaus kann eine Druckluftzufuhrleitung 15 vorgesehen sein, welche an die Druckluftzufuhröffnung 14 angeschlossen ist. An die Druckluftzufuhrleitung 15

kann in einem Abzweiger ein Ablasventil 16 gekoppelt sein, welches zum Ablassen der Druckluft aus dem Aufnahmeraum 3 des Ofens 2 dient.

Alternativ dazu kann auch vorgesehen sein, dass das Ablasventil 16 an einem eigenen Anschluss an den Ofen 2 gekoppelt ist.

Mit der Druckluftzufuhrleitung 15 kann darüber hinaus ein Ventilblock 17 gekoppelt sein, welcher mehrere Einzelventile 18 aufweist. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass die Einzelventile 18 des Ventilblockes 17 in Parallelschaltung zueinander ausgebildet sind. Die einzelnen im Ventilblock 17 ausgebildeten Einzelventile 18 weisen eine zueinander unterschiedliche Durchflussgröße auf, wodurch im Ventilblock 17 durch selektives Schalten der Einzelventile 18 verschiedene Durchströmmengen eingestellt werden können. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass einige der Einzelventile 18 gleiche Kenndaten aufweisen und dass einige der Einzelventile 18 zueinander unterschiedliche Kenndaten aufweisen.

Beispielsweise ist es denkbar, dass der Ventilblock 17 insgesamt dreizehn Einzelventile 18 aufweist, wobei die Einzelventile 18 insgesamt sechs unterschiedliche Kenndaten aufweisen.

Darüber hinaus ist ein elektronischer Digitalrechner 19 ausgebildet, welcher zur Steuerung der Einzelventile 18 bzw. des Ablasventiles 16 dient. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass mit dem elektronischen Digitalrechner 19 ein Drucksensor 20 gekoppelt ist, welcher den im Aufnahmeraum 3 des Ofens 2 herrschenden Innendruck erfasst.

Darüber hinaus kann ein weiterer Drucksensor 21 ausgebildet sein, welcher den Eingangsdruck des Ventilblockes 17 erfasst.

Optional kann noch ein weiterer Drucksensor 22 ausgebildet sein, welcher den Ausgangsdruck des Ventilblockes 17 umfasst. Dieser weitere Drucksensor 22 und der Drucksensor 20 befinden sich im selben Strömungsraum, wodurch der weitere Drucksensor 22 auch weggelassen werden kann. Weiters kann ein Temperatursensor 23 ausgebildet sein, mittels welchem eine Temperatur im Inneren des Ofens 2 erfasst werden kann. Darüber hinaus kann ein weiterer Temperatursensor

24 ausgebildet sein, mittels welchem die Temperatur der in den Ofen 2 einströmenden Druckluft erfasst werden kann.

Im Folgenden wird ein Verfahren zum Herstellen eines Gusswerkstückes bzw. ein Verfahren zum Betreiben der Gießvorrichtung 1 beschrieben.

In einem ersten Verfahrensschritt wird der Ofen 2 unter Druck gesetzt und anschließend die Druckluftzufuhr geschlossen. Über den zeitlichen Verlauf des Druckabfalles im Inneren des Ofens 2 kann die Leckagemenge an Druckluft im Ofen 2 ermittelt werden. Diese Leckagemenge wird im mathematischen Modell des Ofens hinterlegt und dient in weiterer Folge als Größe zur Regelung der Druckluftzufuhr des Ofens 2. Zur Ermittlung der Leckagemenge kann das Steigrohr 11 entweder durch die Schmelze und/oder durch einen zusätzlichen Verschluss verschlossen werden. Weiters kann die Leckagemenge des Ofens 2 ermittelt werden, während im Ofen 2 ein Behältnis 5 mit Schmelze 4 angeordnet ist oder auch während im Ofen 2 kein Behältnis 5 mit Schmelze 4 angeordnet ist.

Durch Kenntnis der Kenngrößen der Einzelventile 18 und somit Kenntnis der zugeführten Luftmenge über den zeitlichen Verlauf, sowie durch Kenntnis der Leckage im Ofen 2 kann die zeitliche Massenbilanz der Luftmenge im Ofen exakt bestimmt bzw. gesteuert werden.

In einem weiteren Verfahrensschritt wird das Behältnis 5 mit Schmelze 4 befüllt bzw. ein mit Schmelze 4 aufgefülltes Behältnis 5 in den Ofen 2 eingebracht.

Die Menge an Schmelze 4 im Behältnis 5 kann beispielsweise über Gewichtssensoren 26 ermittelt werden.

Alternativ dazu ist es auch denkbar, dass die Menge an Schmelze 4 im Behältnis 5 dadurch ermittelt wird, dass Druck auf den Innenraum des Ofens 2 aufgebracht wird, wodurch die Schmelze 4 im Steigrohr 11 aufsteigt. Durch Kenntnis der physikalischen Eigenschaften der Schmelze 4, des frei verfügbaren Volumens innerhalb des Ofens 2 sowie der geometrischen Eigenschaften des Ofens 2 und des Behältnisses 5, sowie des Druckes, der Temperatur und der in den Ofen 2 eingebrach-

ten Luftmenge, sowie der physikalischen Eigenschaften der in den Ofen 2 eingebrachten Druckluft kann die Verdrängung der Schmelze 4 berechnet werden und daraus die Füllmenge an Schmelze 4 im Behältnis 5 berechnet werden.

In einem weiteren Verfahrensschritt kann anschließend der eigentliche Gießvorgang gestartet werden. Die Gießgeschwindigkeit kann durch Regeln des Innendruckes im Ofen 2 und somit durch Einstellen der zugeführten Luftmenge geregelt werden.

Während dem Erstarren des Gusswerkstückes im Formhohlraum 10, kann der Innendruck im Ofen 2 konstant gehalten werden, wobei die Leckage an Druckluft aus dem Ofen 2 durch die nachgeführte Druckluft ausgeglichen wird. Zusätzlich kann dadurch das Schwinden der Schmelze 4 im Formhohlraum 10 während dem Auskühl- und Erstarrungsvorgang ausgeglichen werden.

Anschließend kann der Druck im Ofen 2 abgesenkt werden und die Gussform 7 zur Entnahme des Gusswerkstückes geöffnet werden. Der Innendruck im Ofen 2 kann hierbei auf einem derartigen Niveau erhalten werden, dass die Schmelze 4 während dem Herausnehmen des Gusswerkstückes im Steigrohr 11 verbleibt. Anschließend kann die Gussform 7 geschlossen werden und ein weiterer Gussprozess gestartet werden. Durch Berechnung des Materialabganges an Schmelze 4 in das Gusswerkstück, kann die Menge der im Behältnis 5 befindlichen Schmelze 4 zu jedem Zeitpunkt bestimmt werden.

Um den zeitlichen Verlauf der Druckluftzufuhr in den Ofen 2 exakt steuern zu können, werden die Einzelventile 18 des Ventilblockes 17 entsprechend in zeitlicher Abfolge geöffnet bzw. geschlossen.

Weiters kann vorgesehen sein, dass eine Induktionsvorrichtung 25 ausgebildet ist, welche um das Steigrohr herum angeordnet ist.

Mittels der Induktionsvorrichtung 25 kann auf die im Steigrohr 11 befindliche Schmelze 4 eine Kraft in Flussrichtung oder entgegen der Flussrichtung der Schmelze 4 ausgeübt werden. Somit kann die Beförderung der Schmelze 4 vom Aufnahmeraum 3 in den Formhohlraum 10 mittels der Induktionsvorrichtung 25

unterstützt oder dieser entgegengewirkt werden. Beispielsweise ist es dadurch möglich beim Wechseln der Gussform 7 eine Kraft auf die Schmelze entgegen der Flussrichtung aufzubringen, wodurch erreicht werden kann, dass trotz Druckaufbringung auf den Aufnahmeraum 3 die Schmelze nicht aus dem Steigrohr 11 austritt.

In einer weiteren Ausführungsvariante kann vorgesehen sein, dass mittels der Induktionsvorrichtung 25 die Position der Schmelze erfasst wird, indem der Spannungsabfall an der Induktionsvorrichtung 25 gemessen wird.

Die Induktionsvorrichtung 25 ist vorzugsweise in Form einer Spule ausgebildet, die das Steigrohr 11 schraubenlinienförmig umgibt.

Die Ausführungsbeispiele zeigen mögliche Ausführungsvarianten, wobei an dieser Stelle bemerkt sei, dass die Erfindung nicht auf die speziell dargestellten Ausführungsvarianten derselben eingeschränkt ist, sondern vielmehr auch diverse Kombinationen der einzelnen Ausführungsvarianten untereinander möglich sind und diese Variationsmöglichkeit aufgrund der Lehre zum technischen Handeln durch gegenständliche Erfindung im Können des auf diesem technischen Gebiet tätigen Fachmannes liegt.

Der Schutzbereich ist durch die Ansprüche bestimmt. Die Beschreibung und die Zeichnungen sind jedoch zur Auslegung der Ansprüche heranzuziehen. Einzelmerkmale oder Merkmalskombinationen aus den gezeigten und beschriebenen unterschiedlichen Ausführungsbeispielen können für sich eigenständige erfinderische Lösungen darstellen. Die den eigenständigen erfinderischen Lösungen zugrundeliegende Aufgabe kann der Beschreibung entnommen werden.

Sämtliche Angaben zu Wertebereichen in gegenständlicher Beschreibung sind so zu verstehen, dass diese beliebige und alle Teilbereiche daraus mitumfassen, z.B. ist die Angabe 1 bis 10 so zu verstehen, dass sämtliche Teilbereiche, ausgehend von der unteren Grenze 1 und der oberen Grenze 10 mit umfasst sind, d.h. sämtliche Teilbereiche beginnen mit einer unteren Grenze von 1 oder größer und enden

bei einer oberen Grenze von 10 oder weniger, z.B. 1 bis 1,7, oder 3,2 bis 8,1, oder 5,5 bis 10.

Der Ordnung halber sei abschließend darauf hingewiesen, dass zum besseren Verständnis des Aufbaus Elemente teilweise unmaßstäblich und/oder vergrößert und/oder verkleinert dargestellt wurden.

**Bezugszeichenliste**

- 1 Gießvorrichtung
- 2 Ofen
- 3 Aufnahmeraum
- 4 Schmelze
- 5 Behältnis
- 6 Zwischenplatte
- 7 Gussform
- 8 unterer Gussformteil
- 9 oberer Gussformteil
- 10 Formhohlraum
- 11 Steigrohr
- 12 Schmelzeeinlauf
- 13 Tragkonstruktion
- 14 Druckluftzufuhröffnung
- 15 Druckluftzufuhrleitung
- 16 Ablassventil
- 17 Ventilblock
- 18 Einzelventil
- 19 elektronischer Digitalrechner
- 20 Drucksensor
- 21 weiterer Drucksensor
- 22 weiterer Drucksensor
- 23 Temperatursensor
- 24 weiterer Temperatursensor
- 25 Induktionsvorrichtung
- 26 Gewichtssensor

## Patentansprüche

1. Gießvorrichtung (1) zum Gießen unter Druck, insbesondere Gegen-druck- Kokillengießvorrichtung oder Niederdruck- Kokillengießvorrichtung, umfassend:
  - einen Ofen (2) in dem ein Aufnahmeraum (3) zur Aufnahme von Schmelze (4) ausgebildet ist, wobei der Aufnahmeraum (3) mit Druckluft beaufschlagbar ist;
  - ein Ventilblock (17) zum geregelten Einlassen von Druckluft in den Aufnahmeraum (3) des Ofens (2);
  - ein Drucksensor (20), der zum Erfassen des im Aufnahmeraum (3) des Ofens (2) anliegenden Druckes ausgebildet ist;
  - eine Gussform (7), die einen Formhohlraum (10) bildet;
  - eine Zwischenplatte (6), die zwischen dem Ofen (2) und der Gussform (7) angeordnet ist, wobei die Gussform (7) an der Zwischenplatte (6) befestigt ist;
  - zumindest ein Steigrohr (11), mittels welchem der Aufnahmeraum (3) des Ofens (2) mit der Gussform (7) strömungsverbunden ist;dadurch gekennzeichnet, dass  
der Ventilblock (17) zumindest vier Einzelventile (18) umfasst, wobei zumindest zwei der Einzelventile (18) zueinander unterschiedliche Kenndaten aufweisen, wobei die Einzelventile (18) mit einem elektronischen Digitalrechner (19) gekoppelt sind, von welchem sie angesteuert werden, wobei der elektronische Digitalrechner (19) mit dem Drucksensor (20) gekoppelt ist, wobei die Einzelventile (18) unabhängig voneinander einzeln oder auch gleichzeitig geöffnet werden können, so dass verschiedene Durchflussmengen einstellbar sind.
2. Gießvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Ventilblock (17) zwischen 8 und 20 Einzelventile (18), insbesondere zwischen 11 und 15 Einzelventile (18), unterschiedlicher Größe umfasst.
3. Gießvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Einzelventile (18) in Form von Schieberventilen ausgebildet sind.

4. Gießvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Einzelventile (18) in Form von digital gesteuerten Ventilen ausgebildet sind.
5. Gießvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass an der Druckluftversorgungsseite des Ventilblockes (17) zumindest ein weiterer Drucksensor (21) angeordnet ist, welcher mit dem elektronischen Digitalrechner (19) gekoppelt ist.
6. Gießvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass im Aufnahmeraum (3) des Ofens (2) ein Temperatursensor (23) angeordnet ist, welcher mit dem elektronischen Digitalrechner (19) gekoppelt ist.
7. Gießvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Gussform (7) einen unteren Gussformteil (8) und einen oberen Gussformteil (9) umfasst, wobei die beiden Gussformteile (8) im zusammengefügt Zustand einen Formhohlraum (10) bilden und eine Tragkonstruktion (13) ausgebildet ist, an welcher der obere Gussformteil (9) angeordnet ist, wobei der obere Gussformteil (9) mittels der Tragkonstruktion (13) relativ zum unteren Gussformteil (8) verschiebbar ist.
8. Verfahren zum Betreiben einer Gießvorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren die folgenden Verfahrensschritte umfasst:
- Erfassen des Druckes im Aufnahmeraum (3) des Ofens (2);
  - Regelung der zumindest vier Einzelventile (18) des Ventilblockes (17) mittels dem elektronischen Digitalrechner (19), wobei die Regelung der Einzelventile (18) auf Basis des vom Drucksensor (20) erfassten Druckes im Aufnahmeraum (3) des Ofens (2) und auf Basis eines mathematischen Modells der Gießvorrichtung (1) erfolgt, wobei im mathematischen Modell der Gießvorrichtung (1) die Kenndaten aller Einzelventile (18) des Ventilblockes (17) hinterlegt ist.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass im mathematischen Modell der Gießvorrichtung (1) die Druckluftleckage aus dem Aufnahme-  
raum (3) des Ofens (2) berücksichtigt ist.
10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Druck-  
luftleckage dadurch ermittelt wird, dass der Aufnahme-  
raum (3) des Ofens (2) mit  
Luftdruck beaufschlagt wird und dass anschließend die Einzelventile (18) des Ven-  
tilblockes (17) geschlossen werden und der Druckabfall über die Zeit beobachtet  
wird.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeich-  
net, dass im mathematischen Modell der Gießvorrichtung (1) die geometrischen  
Abmessungen des Aufnahme-  
raumes (3) des Ofens (2) hinterlegt sind.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeich-  
net, dass im mathematischen Modell der Gießvorrichtung (1) das Strömverhalten  
der Einzelventile (18) in Abhängigkeit vom Druck im Aufnahme-  
raum (3) des Ofens  
(2) und vom Druck an der Druckluftversorgungsseite des Ventilblockes (17) hinter-  
legt ist.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 12, dadurch gekennzeich-  
net, dass im mathematischen Modell der Gießvorrichtung (1) die Wärmedehnung  
der Luft im Aufnahme-  
raum (3) des Ofens (2) berücksichtigt wird, wobei diese auf  
Basis des thermischen Ausdehnungskoeffizienten der zugeführten Luft, der geo-  
metrischen Abmessungen des Aufnahme-  
raumes (3) des Ofens (2), der Füllmenge  
von Schmelze (4) im Aufnahme-  
raum (3) des Ofens (2), der Temperatur der zuge-  
führten Luft und der Temperatur im Aufnahme-  
raum (3) des Ofens (2) berechnet  
wird.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass im mathematischen Modell der Gießvorrichtung (1) der Füllzustand der Schmelze (4) im Aufnahmeraum (3) berücksichtigt wird.
15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass der Füllzustand der Schmelze (4) im Aufnahmeraum (3) nach einem neuen Befüllvorgang des Aufnahmeraumes (3) dadurch berechnet wird, dass der Aufnahmeraum (3) druckfrei gemacht wird, anschließend mittels den Einzelventilen (18) des Ventilblockes (17) ein bestimmter Volumenstrom an Luft in den Aufnahmeraum (3) des Ofens (2) eingelassen wird und dabei über den zeitlichen Verlauf des Druckanstieges im Aufnahmeraum (3) des Ofens (2) das freie Volumen und davon abgeleitet das mit Schmelze (4) befüllte Volumen im Aufnahmeraum (3) des Ofens (2) berechnet wird.
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Einzelventile (18) des Ventilblockes (17) zum Regeln der Durchflussmenge der Luft nur in den Offenzustand oder in den Geschlossenzustand gebracht werden, und daher ausschließlich binärzustände einnehmen.
17. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Einzelventile (18) beim Öffenvorgang mit einer erhöhten Überspannung beaufschlagt werden, um die Schaltzeit zu verkürzen und anschließend unter Beaufschlagung mit einer niedrigeren Schaltspannung im Offenzustand gehalten werden.
18. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass beim Entfernen des fertig gegossenen Werkstückes aus der Gießvorrichtung (1) die Einzelventile (18) des Ventilblockes (17) derart angesteuert werden, dass die Leckage der Druckluft aus dem Ofen (2) ausgeglichen wird und somit der Druck im Aufnahmeraum (3) des Ofens (2) gleichbleibend groß ist und die Schmelze (4) im Steigrohr (11) nicht absinkt.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Einzelventile (18) des Ventilblockes (17) derart angesteuert werden, dass eines der Einzelventile (18) geöffnet wird, während ein anderes der Einzelventile (18) geschlossen wird und somit das zeitliche Verhalten der Luftdurchflussmengen in den Einzelventilen (18) während dem Öffenvorgang und während dem Schließvorgang genutzt wird, um eine bestimmte Gesamtdurchflussmenge des Ventilblockes (17) zu erreichen.

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass auf die Schmelze (4) im Steigrohr (11) mittels einer Induktionsvorrichtung (25) eine Kraft in Flussrichtung oder entgegen der Flussrichtung ausgeübt wird.



Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC:  
**B22D 18/04** (2006.01); **B22D 18/08** (2006.01); **B22D 18/00** (2006.01); **B22D 27/13** (2006.01); **B22D 17/28** (2006.01); **B22D 17/30** (2006.01); **B22D 17/32** (2006.01); **B22D 39/06** (2006.01)

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß CPC:  
**B22D 18/04** (2013.01); **B22D 18/08** (2013.01); **B22D 18/00** (2013.01); **B22D 27/13** (2013.01); **B22D 17/28** (2013.01); **B22D 17/30** (2013.01); **B22D 17/32** (2013.01); **B22D 39/06** (2013.01)

Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation):  
 B22D

Konsultierte Online-Datenbank:  
 EPODOC; TXTN

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am **13.07.2017** eingereichten Ansprüchen **1-20** erstellt.

Kategorie <sup>1)</sup>	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	US 4741381 A (NISHIDA) 03. Mai 1988 (03.05.1988) Figur 3; Spalte 4, Zeile 57 ff; Spalte 6, Zeilen 34-40	1, 4, 8, 9
X	DE 2431108 A1 (HONSEL WERKE AG) 08. Januar 1976 (08.01.1976) Figur 1; Seite 6, Zeile 6 ff; Ansprüche 1-4	1
A	Seite 7, Zeile 6 ff; Seite 8, Punkte 1-4 bis Seite 9, Zeile 12	8, 9
A	EP 1481748 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG) 01. Dezember 2004 (01.12.2004) Figur 1, Absätze [0010-0017]	1-20
A	WO 2011003396 A1 (KSM CASTING GMBH) 13. Januar 2011 (13.01.2011) Ansprüche 1, 14, 15, 24, 30, 31; Figur 1	1-20
A	EP 0215153 A1 (RUSS ELEKTROOFEN GMBH & CO KG [DE]) 25. März 1987 (25.03.1987) Figur 1; Spalte 3, Zeile 10 ff	1-7

Datum der Beendigung der Recherche:  
 07.05.2018

Seite 1 von 1

Prüfer(in):

RIEDER Wolfgang

<sup>1)</sup> **Kategorien** der angeführten Dokumente:

- X** Veröffentlichung **von besonderer Bedeutung**: der Anmeldegegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.
- Y** Veröffentlichung **von Bedeutung**: der Anmeldegegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese **Verbindung für einen Fachmann naheliegend** ist.

- A** Veröffentlichung, die den allgemeinen **Stand der Technik** definiert.
- P** Dokument, das von **Bedeutung** ist (Kategorien **X** oder **Y**), jedoch **nach dem Prioritätstag** der Anmeldung veröffentlicht wurde.
- E** Dokument, das **von besonderer Bedeutung** ist (Kategorie **X**), aus dem ein „**älteres Recht**“ hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen).
- &** Veröffentlichung, die Mitglied der selben **Patentfamilie** ist.

## Patentansprüche

1. Gießvorrichtung (1) zum Gießen unter Druck, insbesondere Gegen- druck- Kokillengießvorrichtung oder Niederdruck- Kokillengießvorrichtung, umfas- send:

- einen Ofen (2) in dem ein Aufnahmeraum (3) zur Aufnahme von Schmelze (4) ausgebildet ist, wobei der Aufnahmeraum (3) mit Druckluft beaufschlagbar ist;
- ein Ventilblock (17) zum geregelten Einlassen von Druckluft in den Aufnahme- raum (3) des Ofens (2);
- ein Drucksensor (20), der zum Erfassen des im Aufnahmeraum (3) des Ofens (2) anliegenden Druckes ausgebildet ist;
- eine Gussform (7), die einen Formhohlraum (10) bildet;
- eine Zwischenplatte (6), die zwischen dem Ofen (2) und der Gussform (7) ange- ordnet ist, wobei die Gussform (7) an der Zwischenplatte (6) befestigt ist;
- zumindest ein Steigrohr (11), mittels welchem der Aufnahmeraum (3) des Ofens (2) mit der Gussform (7) strömungsverbunden ist;

dadurch gekennzeichnet, dass

der Ventilblock (17) zumindest vier Einzelventile (18) umfasst, welche dazu geeig- net sind, parallel zueinander Druckluft in den Aufnahmeraum (3) des Ofens (2) einströmen zu lassen, wobei zumindest zwei der Einzelventile (18) zueinander un- terschiedliche Kenndaten aufweisen, wobei die Einzelventile (18) mit einem elekt- ronischen Digitalrechner (19) gekoppelt sind, von welchem sie angesteuert wer- den, wobei der elektronische Digitalrechner (19) mit dem Drucksensor (20) gekop- pelt ist, wobei die Einzelventile (18) unabhängig voneinander einzeln oder auch gleichzeitig geöffnet werden können, sodass verschiedene Durchflussmengen ein- stellbar sind.

2. Gießvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Ventilblock (17) zwischen 8 und 20 Einzelventile (18), insbesondere zwischen 11 und 15 Einzelventile (18), unterschiedlicher Größe umfasst.

3. Gießvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Einzelventile (18) in Form von Schieberventilen ausgebildet sind.
4. Gießvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Einzelventile (18) in Form von digital gesteuerten Ventilen ausgebildet sind.
5. Gießvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass an der Druckluftversorgungsseite des Ventilblockes (17) zumindest ein weiterer Drucksensor (21) angeordnet ist, welcher mit dem elektronischen Digitalrechner (19) gekoppelt ist.
6. Gießvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass im Aufnahmeraum (3) des Ofens (2) ein Temperatursensor (23) angeordnet ist, welcher mit dem elektronischen Digitalrechner (19) gekoppelt ist.
7. Gießvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Gussform (7) einen unteren Gussformteil (8) und einen oberen Gussformteil (9) umfasst, wobei die beiden Gussformteile (8) im zusammengefügt Zustand einen Formhohlraum (10) bilden und eine Tragkonstruktion (13) ausgebildet ist, an welcher der obere Gussformteil (9) angeordnet ist, wobei der obere Gussformteil (9) mittels der Tragkonstruktion (13) relativ zum unteren Gussformteil (8) verschiebbar ist.
8. Verfahren zum Betreiben einer Gießvorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren die folgenden Verfahrensschritte umfasst:
  - Erfassen des Druckes im Aufnahmeraum (3) des Ofens (2);
  - Regelung der zumindest vier Einzelventile (18) des Ventilblockes (17) mittels dem elektronischen Digitalrechner (19), wobei die Regelung der Einzelventile (18)

auf Basis des vom Drucksensor (20) erfassten Druckes im Aufnahmeraum (3) des Ofens (2) und auf Basis eines mathematischen Modells der Gießvorrichtung (1) erfolgt, wobei im mathematischen Modell der Gießvorrichtung (1) die Kenndaten aller Einzelventile (18) des Ventilblockes (17) hinterlegt sind und wobei die Einzelventile (18) parallel zueinander Druckluft in den Aufnahmeraum (3) des Ofens (2) einströmen lassen,.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass im mathematischen Modell der Gießvorrichtung (1) die Druckluftleckage aus dem Aufnahmeraum (3) des Ofens (2) berücksichtigt ist.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Druckluftleckage dadurch ermittelt wird, dass der Aufnahmeraum (3) des Ofens (2) mit Luftdruck beaufschlagt wird und dass anschließend die Einzelventile (18) des Ventilblockes (17) geschlossen werden und der Druckabfall über die Zeit beobachtet wird.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass im mathematischen Modell der Gießvorrichtung (1) die geometrischen Abmessungen des Aufnahmeraumes (3) des Ofens (2) hinterlegt sind.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass im mathematischen Modell der Gießvorrichtung (1) das Strömverhalten der Einzelventile (18) in Abhängigkeit vom Druck im Aufnahmeraum (3) des Ofens (2) und vom Druck an der Druckluftversorgungsseite des Ventilblockes (17) hinterlegt ist.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass im mathematischen Modell der Gießvorrichtung (1) die Wärmedehnung der Luft im Aufnahmeraum (3) des Ofens (2) berücksichtigt wird, wobei diese auf

Basis des thermischen Ausdehnungskoeffizienten der zugeführten Luft, der geometrischen Abmessungen des Aufnahme­raumes (3) des Ofens (2), der Füllmenge von Schmelze (4) im Aufnahme­raum (3) des Ofens (2), der Temperatur der zugeführten Luft und der Temperatur im Aufnahme­raum (3) des Ofens (2) berechnet wird.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass im mathematischen Modell der Gießvorrichtung (1) der Füllzustand der Schmelze (4) im Aufnahme­raum (3) berücksichtigt wird.

15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass der Füllzustand der Schmelze (4) im Aufnahme­raum (3) nach einem neuen Befüllvorgang des Aufnahme­raumes (3) dadurch berechnet wird, dass der Aufnahme­raum (3) druckfrei gemacht wird, anschließend mittels den Einzelventilen (18) des Ventilblockes (17) ein bestimmter Volumenstrom an Luft in den Aufnahme­raum (3) des Ofens (2) eingelassen wird und dabei über den zeitlichen Verlauf des Druckanstieges im Aufnahme­raum (3) des Ofens (2) das freie Volumen und davon abgeleitet das mit Schmelze (4) befüllte Volumen im Aufnahme­raum (3) des Ofens (2) berechnet wird.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Einzelventile (18) des Ventilblockes (17) zum Regeln der Durchflussmenge der Luft nur in den Offenzustand oder in den Geschlossen­zustand gebracht werden, und daher ausschließlich binärzustände einnehmen.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Einzelventile (18) beim Öffenvorgang mit einer erhöhten Überspannung beaufschlagt werden, um die Schaltzeit zu verkürzen und anschließend unter Beaufschlagung mit einer niedrigeren Schaltspannung im Offenzustand gehalten werden.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass beim Entfernen des fertig gegossenen Werkstückes aus der Gießvorrichtung (1) die Einzelventile (18) des Ventilblockes (17) derart angesteuert werden, dass die Leckage der Druckluft aus dem Ofen (2) ausgeglichen wird und somit der Druck im Aufnahmeraum (3) des Ofens (2) gleichbleibend groß ist und die Schmelze (4) im Steigrohr (11) nicht absinkt.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Einzelventile (18) des Ventilblockes (17) derart angesteuert werden, dass eines der Einzelventile (18) geöffnet wird, während ein anderes der Einzelventile (18) geschlossen wird und somit das zeitliche Verhalten der Luftdurchflussmengen in den Einzelventilen (18) während dem Öffenvorgang und während dem Schließvorgang genutzt wird, um eine bestimmte Gesamtdurchflussmenge des Ventilblockes (17) zu erreichen.

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass auf die Schmelze (4) im Steigrohr (11) mittels einer Induktionsvorrichtung (25) eine Kraft in Flussrichtung oder entgegen der Flussrichtung ausgeübt wird.