

(12)

## Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 50452/2023  
(22) Anmeldetag: 07.06.2023  
(45) Veröffentlicht am: 15.03.2025

(51) Int. Cl.: **B22D 35/04** (2006.01)  
**B22D 41/06** (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:  
JP H1133696 A

(73) Patentinhaber:  
Fill Gesellschaft m.b.H.  
4942 Gurten (AT)

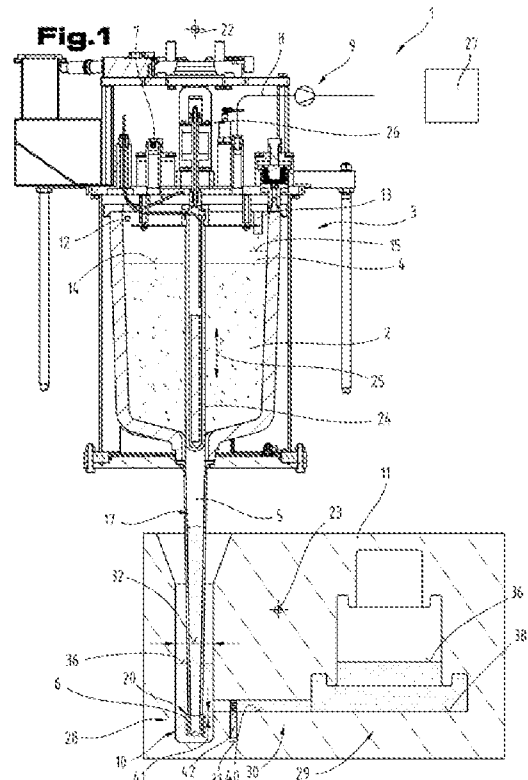
(74) Vertreter:  
Anwälte Burger und Partner Rechtsanwalt  
GmbH  
4580 Windischgarsten (AT)

### (54) Verfahren zum Herstellen eines Gusswerkstückes

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines Gusswerkstückes, umfassend die Verfahrensschritte:

- Bereitstellen einer Gussform (11) mit einem Anguss (28) und einem Formhohlraum (29);
- Bereitstellen eines Schmelzebehälters (3) in welchem ein Schmelzaufnahmeraum (4) ausgebildet ist, wobei der Schmelzebehälter (3) einen Ausguss (17) in Form einer am Schmelzebehälter (3) unterliegenden Lanze (5) mit einer Ausgussöffnung (6) aufweist;
- Befüllen des Schmelzebehälters (3) mit Schmelze (2);
- Gießen des Gußwerkstückes mit Schmelze (2) aus dem Schmelzebehälter (3),

wobei die im Schmelzaufnahmeraum (4) aufgenommene Schmelze (2) über die Ausgussöffnung (6) der Lanze (5) in den Anguss (28) der Gussform (11) eingebracht wird, wobei die Gussform (11) zumindest zu einem Zeitpunkt während des Gießens in einem Formschwenkwinkel (34) größer  $0^\circ$  zum Anguss (28) hin verschwenkt wird, sodass zumindest ein Teil des Angusses (28) tiefer liegt als der Formhohlraum (29).



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Gießen von Schmelze.

**[0002]** Die DE 10 2007 011 253 A1 offenbart eine Gießvorrichtung mit einem Schmelzebehälter für metallische Werkstoffe. An einer Unterseite des Schmelzebehälters ist ein Injektor angeordnet, welcher eine Öffnung zum Ausbringen der Schmelze aufweist. Weiters ist eine Verschließvorrichtung ausgebildet, welcher zum Verschließen der Öffnung dient.

**[0003]** Die aus der DE 10 2007 011 253 A1 bekannte Gießvorrichtung bzw. das Gießverfahren weist den Nachteil auf, dass die Schmelze sturzartig in die Gussform eingebracht wird. Dadurch kommt es zu Einschlüssen von Luftbläschen und Oxiden im Gusswerkstück, was zu einer Verminderung der Qualität des Gusswerkstückes führt. Dieser Effekt kann folgendermaßen erklärt werden. Wenn die Schmelze entsprechend der Offenbarung der DE 10 2007 011 253 A1 in die Gussform gegossen wird, tritt eine Erhöhte Turbulenz in der Schmelze auf. Während des Kontakts der Schmelze mit der Lanze und den Innenwänden der Gussform neigt die Schmelze dazu, auf die Oberflächen zu stoßen und in die entgegengesetzte Richtung der Strömung zurückzuzufließen, was zu Überschlagswellen an der freien Oberfläche der Schmelze führt. Dies führt zur Faltung der an der Oberfläche der Schmelze gebildeten Oxidschichten und zum Einschluss von Luft im Metall, was zu Fehlern in den fertigen Gusswerkstücken führt.

**[0004]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung war es, die Nachteile des Standes der Technik zu überwinden und ein Verfahren zur Verfügung zu stellen, mittels dem ein verbessertes Gusswerkstück gegossen werden kann.

**[0005]** Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren gemäß den Ansprüchen gelöst.

**[0006]** Erfindungsgemäß ist ein Verfahren zum Herstellen eines Gusswerkstückes vorgesehen. Das Verfahren umfasst die Verfahrensschritte:

- Bereitstellen einer Gussform mit einem Anguss und einem Formhohlraum, wobei der Formhohlraum zur Formgebung des Gusswerkstückes dient und wobei der Anguss zum Formhohlraum seitlich versetzt angeordnet ist und der Anguss und der Formhohlraum strömungsverbunden sind;
- Bereitstellen eines Schmelzebehälters in welchem ein Schmelzeaufnahmebereich ausgebildet ist, wobei der Schmelzebehälter einen Ausguss in Form einer am Schmelzebehälter unterliegenden Lanze mit einer Ausgussöffnung aufweist, wobei ein Gasventil ausgebildet, welches mit dem Schmelzeaufnahmebereich strömungsverbunden ist und wobei das Gasventil zum Regulieren eines Gaseintrags in den Schmelzeaufnahmebereich dient;
- Befüllen des Schmelzebehälters mit Schmelze, wobei die Schmelze in den Schmelzeaufnahmebereich des Schmelzebehälters eingebracht wird;
- Gießen des Gusswerkstückes mit Schmelze aus dem Schmelzebehälter, wobei die im Schmelzeaufnahmebereich aufgenommene Schmelze über die Ausgussöffnung der Lanze in den Anguss der Gussform eingebracht wird, wobei

die Gussform zumindest zu einem Zeitpunkt während des Gießens in einem Formschwenkwinkel größer  $0^\circ$  zum Anguss hin verschwenkt wird, sodass zumindest ein Teil des Angusses tiefer liegt als der Formhohlraum. Weiters kann vorgesehen sein, dass auch die Lanze in einem Lanzen-schwenkwinkel verschwenkt wird.

**[0007]** Weiters kann vorgesehen sein, dass an der Unterseite der Lanze im Bereich der Ausgussöffnung ein Siphon angeordnet ist.

**[0008]** Das erfindungsgemäße Verfahren bringt den Vorteil mit sich, dass die Schmelze im Anguss der Gussform in diese eingebracht wird und sich beim Einlaufen vom Anguss in den Formhohlraum derart beruhigen kann, dass im Formhohlraum ein homogenes Gefüge des Gusswerkstückes erreicht werden kann. Die Vorteile dieses Gussverfahrens werden überraschenderweise erst durch die Kombination der erfindungsgemäßen Merkmale erreicht. Einen Faktor bildet die Lanze mit der Ausgussöffnung bzw. dem damit zusammenwirkenden Schmelzebehälter mit Gasventil, mittels welchem die Fallhöhe der Schmelze beim Einbringen in den Anguss möglichst niedrig gehalten werden kann. Ein weiterer Faktor ist die Ausbildung der Gussform mit Anguss und

Formhohlraum, wobei die Gussform zum Anguss hin verschwenkt ist und die Schmelze in den Anguss der Gussform eingegossen wird. Dadurch dass der Anguss durch diese Verschwenkung die tiefste Stelle des Gussystems bzw. der Gussform bildet, kann ein beruhigtes Einlaufen der Schmelze vom Anguss in den Formhohlraum durch einen steigenden Schmelzepegel im Anguss erreicht werden. Ein weiterer Faktor ist, dass die Gussform und die Lanze der Gießvorrichtung gleichermaßen verschwenkt sind.

**[0009]** Weiters kann es zweckmäßig sein, wenn die Gussform vor dem Start des Gießens in einem Formschwenkwinkel von größer  $0^\circ$  verschwenkt ist. Dies bringt den Vorteil mit sich, dass schon zu Beginn des Gießvorganges ein beruhigter Gießprozess erreicht werden kann.

**[0010]** Ferner kann vorgesehen sein, dass noch bevor der Boden des Formhohlraumes vollständig mit Schmelze bedeckt ist, die Gussform in eine senkrechte Lage mit einem Formschwenkwinkel von  $0^\circ$  verschwenkt wird. Dies bringt den Vorteil mit sich, dass das Gusswerkstück eine homogene Schmelzeverteilung aufweisen kann und somit in weiterer Folge ein homogenes Gefüge im Gusswerkstück erreicht werden kann. Insbesondere bei rotationssymmetrischen Gusswerkstücken ist dies von Vorteil.

**[0011]** Darüber hinaus kann vorgesehen sein, dass die Gussform bei Start des Gießens in eine senkrechte Lage mit einem Formschwenkwinkel von  $0^\circ$  verschwenkt ist und während dem Gießvorgang in eine geneigte Lage mit einem Formschwenkwinkel größer  $0^\circ$  verschwenkt wird. Dies bringt den Vorteil mit sich, dass durch diese Maßnahme während des Gießvorganges an die Geometrie des Gusswerkstückes angepasst, eine Entlüftung von Hinterschneidungen in der Gussform erreicht werden kann. Insbesondere bei nach oben geschlossenen Taschen in der Gussform kann dies vorteilhaft sein.

**[0012]** Vorteilhaft ist auch eine Ausprägung, gemäß welcher vorgesehen sein kann, dass die Gussform vor dem Beenden des Gießens in eine senkrechte Lage mit einem Formschwenkwinkel von  $0^\circ$  verschwenkt wird. Dies bringt den Vorteil mit sich, dass das Gusswerkstück eine homogene Schmelzeverteilung aufweisen kann und somit in weiterer Folge ein homogenes Gefüge im Gusswerkstück erreicht werden kann. Insbesondere bei rotationssymmetrischen Gusswerkstücken ist dies von Vorteil.

**[0013]** Gemäß einer Weiterbildung ist es möglich, dass während des Gießens der Formschwenkwinkel und der Lanzenschwenkwinkel synchron zueinander verändert werden. Dies bringt den Vorteil mit sich, dass durch diese Maßnahme eine Beschädigung der Lanze durch Kollision mit dem Anguss möglichst vermieden werden kann.

**[0014]** Weiters kann vorgesehen sein, dass der Anguss eine Freistellung aufweist. Die Freistellung kann derart ausgebildet sein, dass die Gussform verschwenkt werden kann, ohne dass dabei gleichzeitig die Lanze verschwenkt werden muss. Die Lanze kann sich hierbei innerhalb der Freistellung bewegen, ohne mit dem Anguss zu kollidieren. Diese Maßnahme bringt den Vorteil mit sich, dass die Lanze nicht zwingendermaßen mit der Gussform verschwenkt werden muss, um die erfindungsgemäßen Vorteile zu erreichen.

**[0015]** Ferner kann es zweckmäßig sein, wenn während des Gießens der Formschwenkwinkel zumindest zeitweise größer ist als der Lanzenschwenkwinkel. Dies bringt den Vorteil mit sich, dass durch diese Maßnahme eine maximale Verkippung der Gussform erreicht werden kann. Bei der erfindungsgemäßen Konfiguration ist die maximal mögliche Verkippung der Lanze durch die Ausbildung des Siphons begrenzt, da je nach konstruktiver Gestaltung des Siphons eine erhöhte Verkippung der Lanze dazu führt, dass die Funktion des Siphons beeinträchtigt wird.

**[0016]** Darüber hinaus kann vorgesehen sein, dass bei einer Änderung des Formschwenkwinkels während des Gießens eine Schwenkbeschleunigung so gewählt wird, dass an keinem zu diesem Zeitpunkt mit Schmelze gefüllten Bereich der Gussform eine höhere Beschleunigung als  $0,1\text{m/s}^2$  auftritt. Dies bringt den Vorteil mit sich, dass durch diese Maßnahme Lufteinschlüsse in der Schmelze möglichst hintangehalten werden können.

**[0017]** Weiters kann vorgesehen sein, dass der Lanzenschwenkwinkel bei Start des Gießens einen ersten Wert größer  $0^\circ$  aufweist, wobei sobald ein Schmelzepegel im Anguss der Gussform

eine bestimmte Schmelzepegelhöhe erreicht, der Lanzenschwenkwinkel auf einen zweiten Wert erhöht wird, wobei der zweite Wert größer ist als der erste Wert. Dies bringt den Vorteil mit sich, dass während des Gießvorgangs der Lanzenschwenkwinkel möglichst groß gehalten werden kann. Der erste Wert des Lanzenschwenkwinkels kann hierbei durch die maximal mögliche Schwenklage der Lanze bedingt durch den Siphon bestimmt werden. Sobald jedoch der Schmelzepegel so hoch ist, dass der Siphon bzw. eine Siphonwand des Siphons komplett unterhalb des Schmelzepegels liegt, kann die Verkippung weiter erhöht werden.

**[0018]** Weiters kann vorgesehen sein, dass zum Gießen des Gusswerkstückes die Lanze so tief in den Anguss eingebracht wird, dass die Ausgussöffnung unterhalb eines Strömungskanalbodens liegt. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass die Ausgussöffnung mit einer Überdeckungshöhe unterhalb des Strömungskanalbodens liegt. Weiters kann vorgesehen sein, dass das Überlaufniveau des Siphon in einer Überdeckungshöhe zum Strömungskanalboden angeordnet ist. Dies bringt den Vorteil mit sich, dass durch diese Maßnahme erreicht werden kann, dass sich die Schmelze im Anguss sammeln kann, bevor sie das Niveau des Strömungskanalbodens erreicht und dabei über das Niveau der Ausgussöffnung ansteigt. Dadurch kann erreicht werden, dass die Schmelze schon von Beginn an beruhigt in den Strömungskanal einlaufen kann. Die Überdeckungshöhe kann zwischen 1mm und 200mm, insbesondere zwischen 2mm und 100mm, bevorzugt zwischen 5mm und 50mm betragen.

**[0019]** Gemäß einer besonderen Ausprägung ist es möglich, dass der erste Wert zwischen  $0,1^\circ$  und  $20^\circ$  beträgt und dass der zweite Wert zwischen dem ersten Wert und  $35^\circ$  beträgt. Besonders eine Verkippung im angegebenen Wertebereich bringt den Vorteil mit sich, dass ein Gusswerkstück mit überraschend guten Eigenschaften hergestellt werden kann.

**[0020]** Entsprechend einer vorteilhaften Weiterbildung kann vorgesehen sein, dass der maximal mögliche Lanzenschwenkwinkel durch einen mechanischen Anschlag oder durch eine Softwaresperre begrenzt wird. Dies bringt den Vorteil mit sich, dass durch diese Maßnahme baulich bzw. verfahrenstechnisch sichergestellt werden kann, dass die Funktionalität des Siphons nicht außer Kraft gesetzt wird. Eine Softwaresperre ist hierbei ein in der Grundprogrammierung vorgesehene Programmierung, wonach bei Anpassung der Parameterwerte an die jeweils vorliegende Gussform bzw. an die jeweils vorliegende Gussgegebenheit die Wahlmöglichkeit der Größe des Lanzenschwenkwinkels begrenzt ist.

**[0021]** Weiters ist es denkbar, dass in einer computergestützten Simulation das Einlaufen der Schmelze in die Gussform simuliert wird. Insbesondere kann es sich hierbei um eine CFD-Simulation handeln. Hierbei können insbesondere Wellenbewegungen der Schmelze bzw. das dynamische Fließverhalten der Schmelze simuliert werden. Weiters ist es denkbar, dass in der CFD-Simulation eine Entlüftung der Gussform im Zuge des Einbringens der Schmelze berechnet wird.

**[0022]** Weiters ist es denkbar, dass sich der Formschwenkwinkel der Gussform während des Gießens dynamisch ändert und größer und kleiner wird. Ein derartiges Ändern des Formschwenkwinkels kann auch als Wippen bzw. hin- und herschwenken bezeichnet werden. Durch das dynamische Ändern des Formschwenkwinkels kann beispielsweise eine Wellenbewegung der Schmelzeoberfläche, welche durch das Eingießen der Schmelze entsteht, beeinflusst werden. Somit kann eine Wellenbewegung der Schmelze abgedämpft werden, sodass ein Anschlagen der Schmelze an Wänden des Formhohlraumes reduziert werden kann. Dadurch kann die Qualität des Gusswerkstückes erhöht werden, da Einschlüsse von Luftbläschen im Gusswerkstück vermindert werden können.

**[0023]** Insbesondere kann vorgesehen sein, dass in der computergestützten Simulation eine optimale zeitliche Veränderung des Formschwenkwinkels berechnet wird.

**[0024]** Insbesondere kann es vorteilhaft sein, wenn die Gussform bei Start des Gießens in eine senkrechte Lage mit einem Formschwenkwinkel von  $0^\circ$  verschwenkt ist und während dem Gießvorgang in eine geneigte Lage mit einem Formschwenkwinkel größer  $0^\circ$  verschwenkt wird und vor dem Beenden des Gießens wieder in eine senkrechte Lage mit einem Formschwenkwinkel von  $0^\circ$  verschwenkt wird.

**[0025]** Dies bringt den Vorteil mit sich, dass durch diese Maßnahme während des Gießvorganges an die Geometrie des Gusswerkstückes angepasst, eine Entlüftung von Hinterschneidungen in der Gussform erreicht werden kann. Insbesondere bei nach oben geschlossenen Taschen in der Gussform kann dies vorteilhaft sein.

**[0026]** Weiters ist ein computerimplementiertes Verfahren zum Bestimmen eines zeitlichen Verlaufes eines Formschenkwinkels einer Gussform während dem Gießen vorgesehen. Das Verfahren umfasst die Verfahrensschritte:

- Bereitstellen eines digitalen Modelles eines Schmelzebehälters welcher einen Ausguss in Form einer am Schmelzebehälter untenliegenden Lanze mit einer Ausgussöffnung aufweist;
- Bereitstellen eines digitalen Modelles einer Gussform;
- Ausführen einer CFD-Simulation zum Gießen eines Gusswerkstückes, wobei der zeitliche Verlauf eines Formschenkwinkels der Gussform während dem Gießen simuliert wird;
- Bestimmen jenes zeitlichen Verlaufes des Formschenkwinkels der Gussform bei welchem ein Minimum an Lufteinschlüssen im realen Gusswerkstück auf Basis der CFD-Simulation zum Gießen eines Gusswerkstückes auftritt;
- Übertragen des errechneten zeitlichen Verlaufes des Formschenkwinkels der Gussform an einen Digitalrechner zum Steuern einer Gießanlage. Das erfindungsgemäße Verfahren bringt den Vorteil mit sich, dass dadurch die Qualität des Gusswerkstückes verbessert werden kann.

**[0027]** Weiters kann vorgesehen sein, dass zusammen mit dem zeitlichen Verlauf eines Formschenkwinkels der Gussform zusätzlich der zeitliche Verlauf eines Schmelzeintrages in die Gussform simuliert wird, umfassend die Verfahrensschritte:

- Ausführen einer CFD-Simulation zum Gießen eines Gusswerkstückes, wobei der zeitliche Verlauf eines Formschenkwinkels der Gussform und der zeitliche Verlauf eines Schmelzeintrages in die Gussform während dem Gießen simuliert werden;
- Bestimmen jenes zeitlichen Verlaufes des Formschenkwinkels der Gussform und des zeitlichen Verlaufes eines Schmelzeintrages in die Gussform bei welchem ein Minimum an Lufteinschlüssen im realen Gusswerkstück auf Basis der CFD-Simulation zum Gießen eines Gusswerkstückes auftritt;
- Übertragen des errechneten zeitlichen Verlaufes des Formschenkwinkels der Gussform und des zeitlichen Verlaufes eines Schmelzeintrages in die Gussform an einen Digitalrechner zum Steuern der Gießanlage.

**[0028]** Zum besseren Verständnis der Erfindung wird diese anhand der nachfolgenden Figuren näher erläutert.

**[0029]** Es zeigen jeweils in stark vereinfachter, schematischer Darstellung:

**[0030]** Fig. 1 eine schematische Darstellung eines ersten Ausführungsbeispiels einer Schmelzetransportvorrichtung;

**[0031]** Fig. 2 eine perspektivische Ansicht eines ersten Ausführungsbeispiels einer Lanze;

**[0032]** Fig. 3 eine Längsschnittansicht des ersten Ausführungsbeispiels der Lanze;

**[0033]** Fig. 4 eine schematische Darstellung eines zweiten Ausführungsbeispiels der Schmelzetransportvorrichtung;

**[0034]** Fig. 5 einzelne Verfahrensschritte eines Ausführungsbeispiels eines Gießvorganges.

**[0035]** 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.

**[0036]** Fig. 1 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel einer Schmelzetransportvorrichtung 1, welche zum Transport von Schmelze 2 dient.

**[0037]** Die Schmelzetransportvorrichtung 1 weist einen Schmelzebehälter 3 auf, in welchem ein Schmelzeaufnahme­raum 4 ausgebildet ist, der zur Aufnahme der Schmelze 2 dient.

**[0038]** Weiters kann die Schmelzetransportvorrichtung 1 eine Lanze 5 umfassen, welche mit dem Schmelzebehälter 3 gekoppelt ist. Die Lanze 5 kann austauschbar mit dem Schmelzebehälter 3 gekoppelt sein. Insbesondere ist es hierbei denkbar, dass die Lanze 5 als eigener Bauteil ausgebildet ist, welcher mit dem Schmelzebehälter 3 gekoppelt ist. Die Lanze 5 weist eine Ausguss­öffnung 6 auf, über welche die im Schmelzebehälter 3 aufgenommene Schmelze 2 aus der Schmelzetransportvorrichtung 1 hinaus in eine Gussform 11 strömen kann.

**[0039]** Weiters kann ein Gasventil 7 ausgebildet sein, welches mit dem Schmelzeaufnahme­raum 4 strömungsverbunden ist und welches zum Regulieren eines Gaseintrags in den Schmelzeaufnahme­raum 4 ausgebildet ist.

**[0040]** Weiters kann vorgesehen sein, dass eine Saugleitung 8 ausgebildet ist, welche mit einer Vakuumpumpe 9 gekoppelt sein kann. Das Gasventil 7 kann ebenfalls im Bereich der Saugleitung 8 angeordnet sein, bzw. dazu ausgebildet sein, um mittels der Saugleitung 8 gezielt Gas in den Schmelzeaufnahme­raum 4 einströmen zu lassen.

**[0041]** Wie aus Fig. 1 weiters ersichtlich, kann vorgesehen sein, dass die Schmelzetransportvorrichtung 1 einen Siphon 10 aufweist. Der Siphon 10 kann zwischen dem Schmelzeaufnahme­raum 4 und der Ausgussöffnung 6 angeordnet sein.

**[0042]** Insbesondere kann vorgesehen sein, dass der Siphon 10 an der Unterseite der Lanze 5 angeordnet ist.

**[0043]** Weiters kann ein Druckerfassungsmittel 12 vorgesehen sein, mittels welchem ein Innendruck im Schmelzeaufnahme­raum 4 erfasst werden kann. Somit kann der Gasdruck im Schmelzeaufnahme­raum 4 gezielt durch das Gasventil 7 eingestellt werden.

**[0044]** Wie aus dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 weiters ersichtlich, kann vorgesehen sein, dass die Schmelzetransportvorrichtung 1 einen Füllstands­sensor 13 aufweist, welcher zum Erfassen eines Füllmengen­niveaus 14 dient. Das Füllmengen­niveau 14 kann somit fortlaufend erfasst und mit einem Füllmengen­ollniveau 15 abgeglichen werden.

**[0045]** In der Figur 2 ist eine Detailansicht der Lanze 5 gezeigt, wobei wiederum für gleiche Teile gleiche Bezugs­zeichen bzw. Bauteil­bezeichnungen wie in der vorangegangenen Fig. 1 verwendet werden. Um unnötige Wiederholungen zu vermeiden, wird auf die detaillierte Beschreibung in der vorangegangenen Fig. 1 hingewiesen bzw. Bezug genommen.

**[0046]** Fig. 2 zeigt die Lanze 5 in einem Längsschnitt. Der Aufbau der Lanze 5 wird in weiterer Folge anhand einer Zusammenschau der Figuren 1 und 2 beschrieben.

**[0047]** Wie aus Fig. 2 weiters ersichtlich, kann vorgesehen sein, dass der Siphon 10 ein Reservoir 16 aufweist, das zwischen dem Schmelzeaufnahme­raum 4 und der Ausguss­öffnung 6 angeordnet ist.

**[0048]** Der Strömungskanal innerhalb der Lanze 5 kann als Ausguss 17 bezeichnet werden. Insbesondere kann sich der Ausguss 17 zwischen dem Schmelzeaufnahme­raum 4 und der Ausguss­öffnung 6 erstrecken.

**[0049]** Weiters ist eine Siphonwand 18 ausgebildet, welche derart in das Reservoir 16 hineinragt, dass, wenn das Reservoir 16 bis zu einem Überlauf­niveau 20 mit Schmelze gefüllt ist, wenn der Schmelzeaufnahme­raum 4 gasdicht bezüglich einer Schmelzebehälter­außenseite 19 verschlossen ist.

**[0050]** Der Siphon 10 kann so ausgebildet sein, dass das Reservoir 16 das Überlauf­niveau 20 aufweist, wobei die Siphonwand 18 derart ausgebildet ist, dass sie eine Siphonwand­unterkante 21 aufweist. Die Siphonwand 18 ragt derart in das Reservoir 16 hinein, dass eine Siphonwand­unterkante 21 auf einem tieferen Niveau angeordnet ist als das Überlauf­niveau 20.

**[0051]** Alternativ zur Ausbildung eines Siphons 10 kann die Lanze 5 auch eine sonstige Gestal-

tung aufweisen.

**[0052]** Wie aus Fig. 1 weiters ersichtlich, kann vorgesehen sein, dass der Schmelzebehälter 3 um eine horizontale Schmelzebehälterschwenkachse 22 schwenkbar und verschiebbar an einer Manipulationsvorrichtung aufgenommen ist. Wenn die Schmelzebehälterschwenkachse 22 und die Gussformschwenkachse 23 nicht deckungsgleich sind, dann kann es notwendig sein, dass der Schmelzebehälter 3 und/oder die Gussform 11 beim Verkippen auch gleichzeitig verschoben wird, um eine Kollision zwischen dem Schmelzebehälter 3 und der Gussform 11 zu vermeiden.

**[0053]** Weiters kann vorgesehen sein, dass die Gussform 11 um eine horizontale Gussformschwenkachse 23 verschwenkt werden kann.

**[0054]** Wie aus Fig. 1 weiters ersichtlich, kann vorgesehen sein, dass ein Stopfen 24 ausgebildet ist, welcher zum Verkleinern eines Ausströmquerschnittes im Schmelzebehälter 3 dienen kann. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass der Stopfen 24 in einer Stopfenaxialrichtung 25 relativ zum Schmelzebehälter 3 verschiebbar ausgebildet ist. Der Stopfen 24 kann hierbei mittels eines Aktors 26 in Stopfenaxialrichtung 25 verschiebbar sein. In der Darstellung nach Fig. 1 ist der Stopfen 24 in seiner Geschlossenstellung gezeigt.

**[0055]** Weiters kann vorgesehen sein, dass ein Digitalrechner 27 ausgebildet ist, mittels welchem die Schmelzetransportvorrichtung 1 bzw. eine Gießanlage gesteuert werden kann. Insbesondere kann am Digitalrechner 27 das Programm zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens abgespeichert sein.

**[0056]** Wie aus Fig. 1 weiters ersichtlich, kann vorgesehen sein, dass die Gussform 11 einen Anguss 28 und einen Formhohlraum 29 aufweist. Der Anguss 28 dient zum Einbringen der Schmelze 2 in die Gussform 11 und der Formhohlraum 29 dient zur Formgebung des Gusswerkstückes. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass der Anguss 28 und der Formhohlraum 29 mittels eines Strömungskanal 30 miteinander strömungsgekoppelt sind. Weiters kann vorgesehen sein, dass im Strömungskanal 30 eine Senke 31 ausgebildet ist.

**[0057]** Wie aus Fig. 1 weiters ersichtlich, kann vorgesehen sein, dass die Lanze 5 in den Anguss 28 eingebracht werden kann, um die Gussform 11 mit Schmelze 2 befüllen zu können.

**[0058]** Insbesondere kann vorgesehen sein, dass der Anguss 28 rotationssymmetrisch ausgebildet ist. Weiters kann vorgesehen sein, dass die Lanze 5 rotationssymmetrisch ausgebildet ist. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass der Anguss 28 einen Angussdurchmesser 32 aufweist. Weiters kann vorgesehen sein, dass die Lanze 5 einen Lanzendurchmesser 33 aufweist. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass der Angussdurchmesser 32 größer ist als der Lanzendurchmesser 33. Durch diese Maßnahme kann erreicht werden, dass einerseits die Lanze 5 einfach in den Anguss 28 eingeführt werden kann. Darüber hinaus kann durch diese Maßnahme erreicht werden, dass die Lanze 5 in geringem Maße relativ zum Anguss 28 bewegt bzw. verkippt werden kann, ohne dabei mit dem Anguss 28 zu kollidieren.

**[0059]** Wie aus Fig. 1 weiters ersichtlich kann vorgesehen sein, dass zum Gießen des Gusswerkstückes die Lanze 5 so tief in den Anguss 28 eingebracht wird, dass die Ausgussöffnung 6 unterhalb eines Strömungskanalbodens 40 liegt. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass die Ausgussöffnung 6 mit einer Überdeckungshöhe unterhalb des Strömungskanalbodens 40 liegt. Weiters kann vorgesehen sein, dass das Überlaufniveau 20 des Siphons 10 in einer Überdeckungshöhe 41 zum Strömungskanalboden 40 angeordnet ist.

**[0060]** Fig. 3 zeigt das erste Ausführungsbeispiel der Schmelzetransportvorrichtung 1 und der Gussform 11 in einer verkippten Position, wobei wiederum für gleiche Teile gleiche Bezugszeichen bzw. Bauteilbezeichnungen wie in den vorangegangenen Fig. 1 und 2 verwendet werden. Um unnötige Wiederholungen zu vermeiden, wird auf die detaillierte Beschreibung in den vorangegangenen Fig. 1 und 2 hingewiesen bzw. Bezug genommen.

**[0061]** Wie aus Fig. 3 ersichtlich, kann vorgesehen sein, dass die Gussform 11 in einem Formschwenkwinkel 34 verkippt ist. Weiters kann vorgesehen sein, dass die Lanze 5 in einem Lanzenschwenkwinkel 35 verkippt ist. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel sind der Formschenkwinkel

winkel 34 und der Lanzenschwenkwinkel 35 gleich groß.

**[0062]** In Fig. 3 ist die Schmelzetransportvorrichtung 1 bzw. die Gussform 11 während dem Gießvorgang dargestellt. Hierbei kann sich in der Gussform 11 ein Schmelzepegel 36 der Schmelze 2 einstellen. Strömungsbedingt bzw. durch die dynamische Viskosität der Schmelze bedingt kann der Schmelzepegel 36 im Anguss 28 etwas höher liegen als im Formhohlraum 29. Grundsätzlich wird sich jedoch durch die Physik der kommunizierenden Gefäße im Anguss 28 und im Formhohlraum 29 der Schmelzepegel 36 in etwa auf gleichem Niveau einstellen. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass der Schmelzepegel 36 eine Schmelzepegelhöhe 37 aufweist. Wie schon erläutert, kann die Schmelzepegelhöhe 37 beim Füllvorgang im Anguss 28 etwas höher sein als im Formhohlraum 29.

**[0063]** Anhand der Fig. 1 und 3 werden nun unterschiedliche Szenarien eines möglichen Verfahrensablaufes zum Gießen der Schmelze 2 in die Gussform 11 bzw. zum Herstellen eines Gusswerkstückes beschrieben.

**[0064]** Für alle beschriebenen Verfahrensabläufe kann vorgesehen sein, dass der Schmelzebehälter 3 bzw. die Lanze 5 mit Schmelze 2 befüllt wird. Dies kann an einem nicht dargestellten Schmelzeofen passieren, wobei die Schmelze 2 entweder durch die Ausgussöffnungen 6 über die Lanze 5 in den Schmelzeaufnahmebereich 4 eingesaugt werden kann oder durch eine gesonderte, nicht dargestellte Öffnung direkt in den Schmelzeaufnahmebereich 4 eingefüllt werden kann.

**[0065]** Darüber hinaus kann für alle weiter beschriebenen Verfahrensvarianten vorgesehen sein, dass während des Transports des Schmelzebehälters 3 vom Schmelzeofen bzw. von der Befüllstation zur Gussform 11 die Lanze 5 bzw. der Schmelzebehälter 3 nicht verkippt ist.

**[0066]** Mit anderen Worten ausgedrückt, kann der Lanzenschwenkwinkel 35 gleich  $0^\circ$  sein. Dies bringt den Vorteil mit sich, dass ein Verschütten der Schmelze 2 beim Transport möglichst hintangehalten werden kann. In einer Weiterbildung kann auch vorgesehen sein, dass beim Transport des Schmelzebehälters 3, insbesondere beim Aufbringen einer Beschleunigung der Lanzenschwenkwinkel 35 geringfügig angepasst wird, sodass eine aufgrund der Beschleunigung auftretende Beschleunigungskraft in der Schmelze 2 und dadurch entstehende Verschiebung der Schmelzeoberfläche ausgeglichen werden kann.

**[0067]** In einer ersten Verfahrensvariante kann vorgesehen sein, dass die zum Gießen vorbereitete Gussform 11, welche noch leer ist, in einem Formschwenkwinkel 34 größer als  $0^\circ$  verkippt ist. Der Schmelzebehälter 3 bzw. die Lanze 5 können hierbei nach dem Transport in einem Lanzenschwenkwinkel 35 verkippt werden. Der Lanzenschwenkwinkel 35 kann hierbei gleich groß sein wie der Formschwenkwinkel 34.

**[0068]** Anschließend kann die Lanze 5 in den Anguss 28 der Gussform 11 eingeführt werden.

**[0069]** Anschließend kann mittels des Gasventils 7 der Unterdruck im Schmelzeaufnahmebereich 4 reduziert werden, wodurch die Schmelze 2 durch die Ausgussöffnung 6 der Lanze 5 in den Anguss 28 einströmen kann. Der Schmelzepegel 36 wird hierbei im Anguss 28 ansteigen, wodurch die Schmelze 2 auch in den Strömungskanal 30 vordringen kann.

**[0070]** Insbesondere kann vorgesehen sein, dass in der Senke 31 ein Filter 42 angeordnet ist, welcher sich in den Strömungskanal 30 erstreckt. Hierbei kann vorgesehen sein, dass die Schmelze 2 den Filter 42 durchläuft und im Filter 42 Oxide, die beim Gießstart entstehen, zurückgehalten werden.

**[0071]** Bei weiterem Anstieg des Schmelzepegels 36 kann die Schmelze 2 in den Formhohlraum 29 einströmen.

**[0072]** Während des Gießvorgangs können der Schmelzebehälter 3 und die Gussform 11 in eine senkrechte Stellung gemäß der Fig. 1 verschwenkt werden, in welcher der Formschwenkwinkel 34 und der Lanzenschwenkwinkel 35 gleich  $0^\circ$  sind. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass der Schmelzebehälter 3 und die Gussform 11 in die senkrechte Stellung verschwenkt werden, noch bevor ein Boden 38 des Formhohlraumes 29 vollständig mit Schmelze 2 bedeckt ist.

**[0073]** Die senkrechte Stellung kann anschließend bis zum Beenden des Gießvorganges beibehalten werden.

**[0074]** In einer Variation dieses Verfahrens ist es auch denkbar, dass die senkrechte Stellung nicht bis zur Beendigung des Gießvorganges beibehalten wird, sondern dass bei Erreichen eines bestimmten Schmelzepegels 36 der Schmelzebehälter 3 bzw. die Gussform 11 wieder aus der senkrechten Stellung heraus verschwenkt werden. Dieses neuerliche Verschwenken kann entweder bis zur Beendigung des Gießvorganges beibehalten werden oder nur temporär sein und vor Beendigung des Gießvorganges können der Schmelzebehälter 3 und die Gussform 11 wieder in ihre senkrechte Stellung verbracht werden.

**[0075]** In einer zweiten Ausführungsvariante des Verfahrens kann vorgesehen sein, dass zu Beginn des Gießvorganges der Schmelzebehälter 3 und die Gussform 11 in eine senkrechte Stellung mit Formschwenkwinkel 34 und Lanzenschwenkwinkel 35 gleich  $0^\circ$  verbracht sind und erst bei Erreichen eines bestimmten Schmelzepegels 36 der Schmelzebehälter 3 und die Gussform 11 verkippt werden. Diese Verkipfung kann, wie schon im ersten Ausführungsbeispiel beschrieben, entweder bis zur Beendigung des Gießvorganges beibehalten werden oder nur temporär sein und vor Beendigung des Gießvorganges können der Schmelzebehälter 3 und die Gussform 11 wieder in ihre senkrechte Stellung verbracht werden.

**[0076]** In beiden beschriebenen Verfahrensvarianten kann der maximal mögliche Lanzenschwenkwinkel 35 durch die Funktionsweise des Siphons 10 begrenzt sein. Um eine maximale Schrägstellung der Gussform 11 zu erreichen, kann vorgesehen sein, dass der Formschwenkwinkel 34 zumindest zeitweise etwas größer ist als der Lanzenschwenkwinkel 35, wobei die Differenz des Formschwenkwinkel 34 und des Lanzenschwenkwinkels 35 derart gewählt wird, dass die Lanze 5 nicht mit dem Anguss 28 kollidiert.

**[0077]** Sobald der Schmelzepegel 36 über dem Siphon 10 liegt kann eine Vergrößerung des Lanzenschwenkwinkels 35 bzw. eine erhöhte Verkipfung der Lanze 5 ermöglicht werden.

**[0078]** In der Fig. 4 ist die Schmelzetransportvorrichtung 1 in einer weiteren und gegebenenfalls für sich eigenständigen Ausführungsform gezeigt, wobei wiederum für gleiche Teile gleiche Bezugszeichen wie in den Figuren 1 bis 3 verwendet werden. Der Kürze halber wird an dieser Stelle auf die detaillierte Beschreibung der Figuren 1 bis 3 verwiesen.

**[0079]** Wie aus Fig. 4 ersichtlich, kann vorgesehen sein, dass der Anguss 28 eine Freistellung 39 aufweist. Die Freistellung 39 kann den Anguss 28 nach oben bzw. zu einer Angussöffnung hin erweitern. In einer ersten Ausführungsvariante, wie dies in Fig. 4 dargestellt ist, kann vorgesehen sein, dass die Freistellung 39 in Form eines Schlitzes bzw. in Form eines Halbkegels ausgebildet ist, welcher sich zum Formhohlraum 29 hin erstreckt.

**[0080]** In einer weiteren nicht dargestellten Ausführungsvariante kann vorgesehen sein, dass die Freistellung 39 im Anguss 28 kegelförmig ausgebildet ist.

**[0081]** In der Fig. 5 ist ein möglicher Verfahrensablauf zum Füllen der Gussform 11 dargestellt.

**[0082]** Wie aus Fig. 5a ersichtlich kann die Gussform 11 in einem ersten Verfahrensschritt unverkippt sein, wobei der Formschwenkwinkel 34 gleich  $0^\circ$  betragen kann. In einem weiteren Verfahrensschritt gemäß

Fig. 5b kann die Gussform 11 verkippt werden und der Formschwenkwinkel 34 erhöht werden.

**[0083]** Anschließend kann in einem weiteren Verfahrensschritt gemäß Fig. 5c der Formschwenkwinkel 34 wieder verringert werden.

**[0084]** Anschließend kann in einem weiteren Verfahrensschritt gemäß Fig. 5d der Formschwenkwinkel 34 wieder erhöht werden.

**[0085]** Weiters ist es denkbar, dass mehrere Male zwischen unterschiedlichen Formschwenkwinkel 34 gemäß der Darstellung nach Fig. 5c und 5d geschwenkt wird.

**[0086]** Anschließend kann in einem weiteren Verfahrensschritt gemäß Fig. 5e der Formschwenk-

winkel 34 wieder auf 0° gebracht werden.

**[0087]** 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.

**[0088]** 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.

**[0089]** 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.

**[0090]** 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

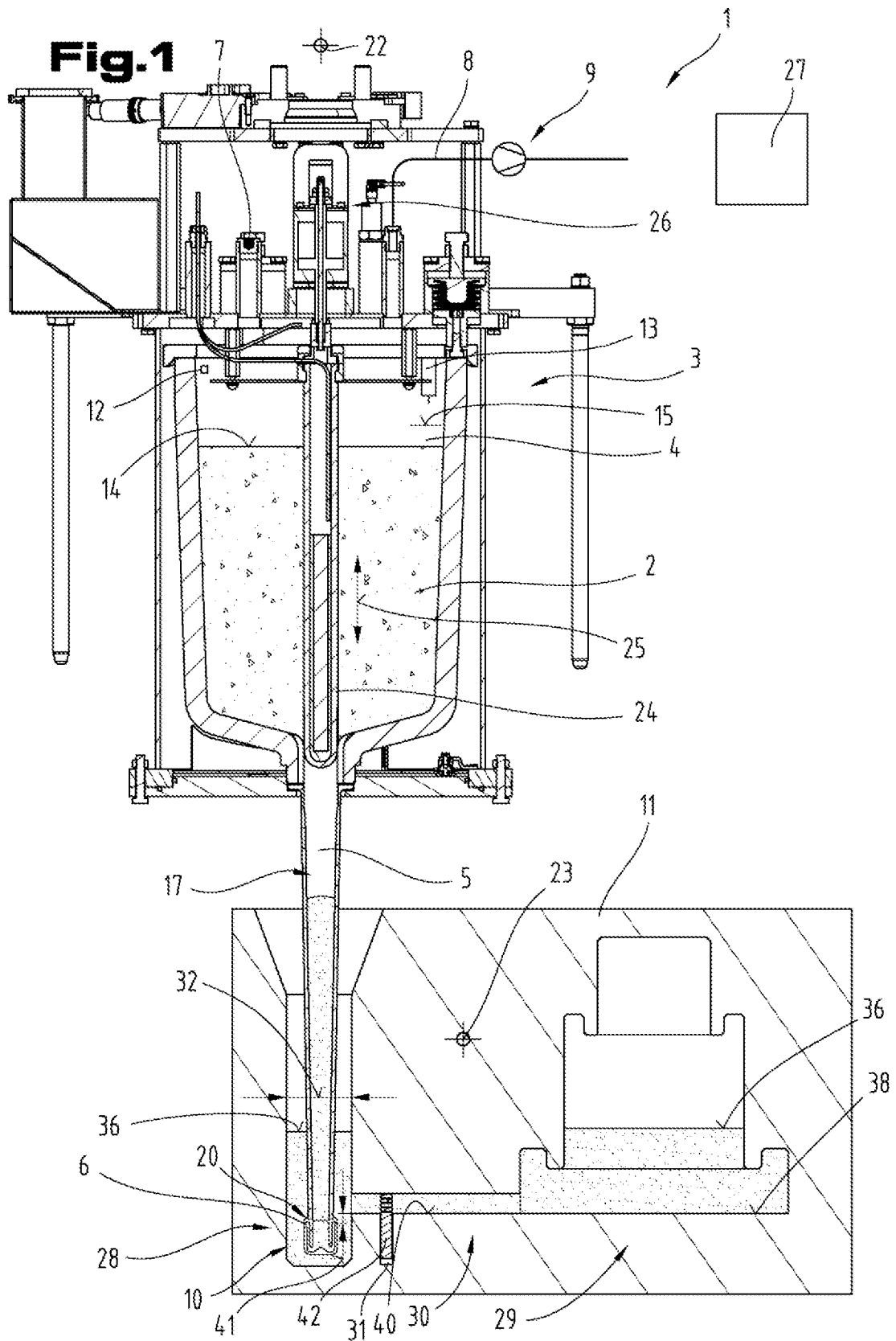
1	Schmelzetransportvorrichtung	30	Strömungskanal
2	Schmelze	31	Senke
3	Schmelzebehälter	32	Angussdurchmesser
4	Schmelzeaufnahmeaum	33	Lanzendurchmesser
5	Lanze	34	Formschwenkwinkel
6	Ausgussöffnung	35	Lanzenschwenkwinkel
7	Gasventil	36	Schmelzepegel
8	Saugleitung	37	Schmelzepegelhöhe
9	Vakuumpumpe	38	Boden
10	Siphon	39	Freistellung
11	Gussform	40	Strömungskanalboden
12	Druckerfassungsmittel	41	Überdeckungshöhe
13	Füllstandsensormittel	42	Filter
14	Füllmengenistniveau		
15	Füllmengensollniveau		
16	Reservoir		
17	Ausguss		
18	Siphonwand		
19	Schmelzebehälteraußenseite		
20	Überlaufniveau		
21	Siphonwandunterkante		
22	Schmelzebehälterschwenk- achse		
23	Gussformschwenkachse		
24	Stopfen		
25	Stopfenaxialrichtung		
26	Aktor		
27	Digitalrechner		
28	Anguss		
29	Formhohlraum		

## Patentansprüche

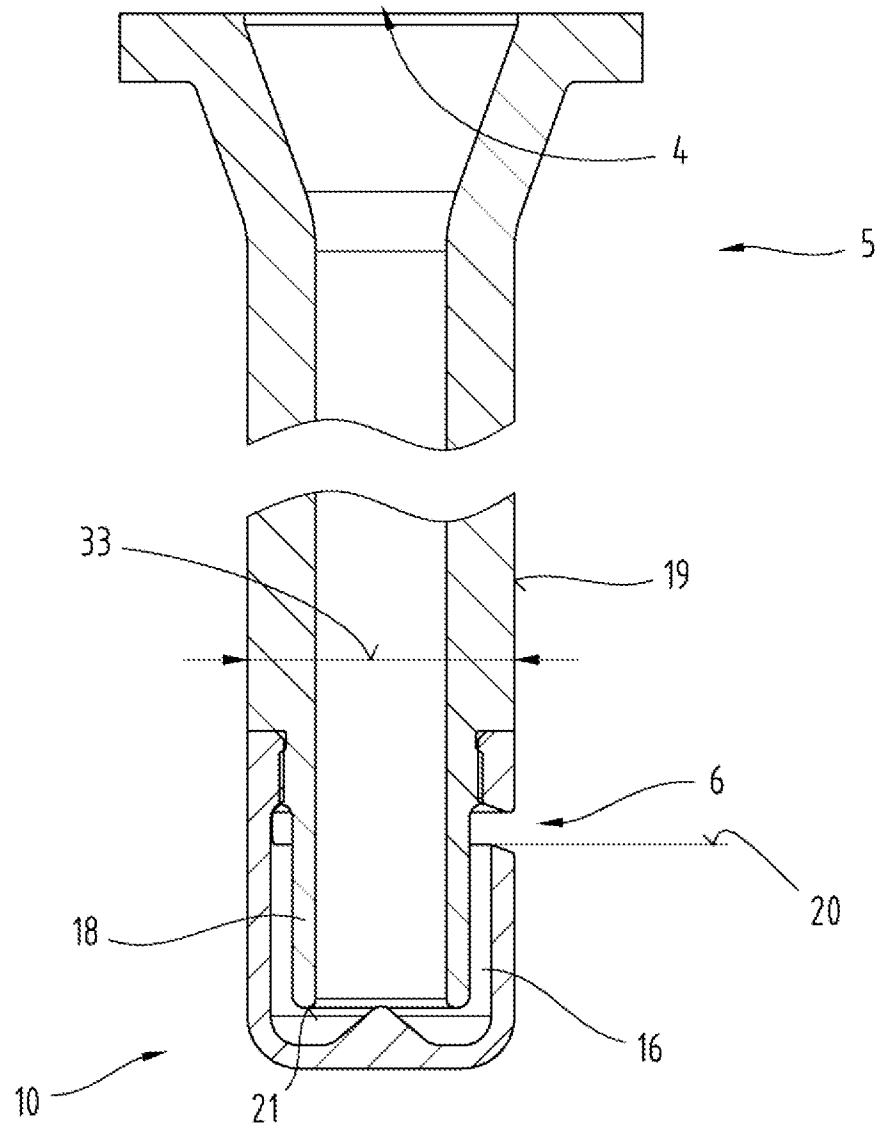
1. Verfahren zum Herstellen eines Gusswerkstückes, umfassend die Verfahrensschritte:
  - Bereitstellen einer Gussform (11) mit einem Formhohlraum (29), wobei der Formhohlraum (29) zur Formgebung des Gusswerkstückes dient;
  - Bereitstellen eines Schmelzebehälters (3) in welchem ein Schmelzeaufnahme- raum (4) ausgebildet ist, wobei der Schmelzebehälter (3) einen Ausguss (17) in Form einer am Schmelzebehälter (3) unterliegenden Lanze (5) mit einer Ausgussöffnung (6) aufweist, wobei ein Gasventil (7) ausgebildet, welches mit dem Schmelzeaufnahme- raum (4) strömungsverbunden ist und wobei das Gasventil (7) zum Regulieren eines Gaseintrags in den Schmelzeaufnahme- raum (4) dient;
  - Befüllen des Schmelzebehälters (3) mit Schmelze (2), wobei die Schmelze (2) in den Schmelzeaufnahme- raum (4) des Schmelzebehälters (3) eingebracht wird;
  - Gießen des Gusswerkstückes mit Schmelze (2) aus dem Schmelzebehälter (3), wobei die im Schmelzeaufnahme- raum (4) aufgenommene Schmelze (2) über die Ausgussöffnung (6) der Lanze (5) in die Gussform (11) eingebracht wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Gussform (11) einen Ausguss (28) aufweist, wobei der Ausguss (28) zum Formhohlraum (29) seitlich versetzt angeordnet ist und der Ausguss (28) und der Formhohlraum (29) strömungsverbunden sind, wobei die im Schmelzeaufnahme- raum (4) aufgenommene Schmelze (2) über die Ausgussöffnung (6) der Lanze (5) in den Ausguss (28) der Gussform (11) eingebracht wird, wobei die Gussform (11) zumindest zu einem Zeitpunkt während des Gießens in einem Formschwenkwinkel (34) größer  $0^\circ$  zum Ausguss (28) hin verschwenkt wird, sodass zumindest ein Teil des Ausgusses (28) tiefer liegt als der Formhohlraum (29), insbesondere dass auch die Lanze (5) in einem Lanzenschwenkwinkel (35) verschwenkt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Gussform (11) vor dem Start des Gießens in einem Formschwenkwinkel (34) von größer  $0^\circ$  verschwenkt ist.
3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass noch bevor der Boden (38) des Formhohlraumes (29) vollständig mit Schmelze (2) bedeckt ist, die Gussform (11) in eine senkrechte Lage mit einem Formschwenkwinkel (34) von  $0^\circ$  verschwenkt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Gussform (11) bei Start des Gießens in eine senkrechte Lage mit einem Formschwenkwinkel (34) von  $0^\circ$  verschwenkt ist und während dem Gießvorgang in eine geneigte Lage mit einem Formschwenkwinkel (34) größer  $0^\circ$  verschwenkt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 2 oder 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Gussform (11) vor dem Beenden des Gießens in eine senkrechte Lage mit einem Formschwenkwinkel (34) von  $0^\circ$  verschwenkt wird.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass während des Gießens der Formschwenkwinkel (34) und der Lanzenschwenkwinkel (35) synchron zueinander verändert werden.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass während des Gießens der Formschwenkwinkel (34) zumindest zeitweise größer ist als der Lanzenschwenkwinkel (35).
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei einer Änderung des Formschwenkwinkels (34) während des Gießens eine Schwenkbeschleunigung so gewählt wird, dass an keinem zu diesem Zeitpunkt mit Schmelze (2) gefüllten Bereich der Gussform (11) eine höhere Beschleunigung als  $0,1\text{ m/s}^2$  auftritt.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Lanzenschwenkwinkel (35) bei Start des Gießens einen ersten Wert größer  $0^\circ$  aufweist, wobei sobald ein Schmelzepegel (36) im Ausguss (28) der Gussform (11) eine bestimmte Schmelzepegelhöhe (37) erreicht, der Lanzenschwenkwinkel (35) auf einen zweiten Wert erhöht wird, wobei der zweite Wert größer ist als der erste Wert.

10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste Wert zwischen  $0,1^\circ$  und  $20^\circ$  beträgt und dass der zweite Wert zwischen dem ersten Wert und  $35^\circ$  beträgt.
11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der maximal mögliche Lanzenschwenkwinkel (35) durch einen mechanischen Anschlag oder durch eine Softwaresperre begrenzt wird.
12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Gussform (11) bei Start des Gießens in eine senkrechte Lage mit einem Formschenkwinkel (34) von  $0^\circ$  verschwenkt ist und während dem Gießvorgang in eine geneigte Lage mit einem Formschenkwinkel (34) größer  $0^\circ$  verschwenkt wird und vor dem Beenden des Gießens wieder in eine senkrechte Lage mit einem Formschenkwinkel (34) von  $0^\circ$  verschwenkt wird.
13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schmelze (2) bei Start des Gießens zuerst in eine zwischen dem Anguss (28) und dem Formhohlraum (29) angeordnete Senke (31) einläuft und diese füllt, bevor die Schmelze (2) in den Formhohlraum (29) einläuft.
14. Computerimplementiertes Verfahren zum Bestimmen eines zeitlichen Verlaufes eines Formschenkwinkels (34) einer Gussform (11) während dem Gießen, umfassend die Verfahrensschritte:
  - Bereitstellen eines digitalen Modelles eines Schmelzebehälters (3) welcher einen Ausguss (17) in Form einer am Schmelzebehälter (3) untenliegenden Lanze (5) mit einer Ausgussöffnung (6) aufweist;
  - Bereitstellen eines digitalen Modelles einer Gussform (11);
  - Ausführen einer CFD-Simulation zum Gießen eines Gusswerkstückes, wobei der zeitliche Verlauf eines Formschenkwinkels (34) der Gussform (11) während dem Gießen simuliert wird;
  - Bestimmen jenes zeitlichen Verlaufes des Formschenkwinkels (34) der Gussform (11) bei welchem ein Minimum an Lufteinschlüssen im realen Gusswerkstück auf Basis der CFD-Simulation zum Gießen eines Gusswerkstückes auftritt;
  - Übertragen des errechneten zeitlichen Verlaufes des Formschenkwinkels (34) der Gussform (11) an einen Digitalrechner (27) zum Steuern einer Gießanlage.
15. Computerimplementiertes Verfahren nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass zusammen mit dem zeitlichen Verlauf eines Formschenkwinkels (34) der Gussform (11) zusätzlich der zeitliche Verlauf eines Schmelzeeintrages in die Gussform (11) simuliert wird, umfassend die Verfahrensschritte:
  - Ausführen einer CFD-Simulation zum Gießen eines Gusswerkstückes, wobei der zeitliche Verlauf eines Formschenkwinkels (34) der Gussform (11) und der zeitliche Verlauf eines Schmelzeeintrages in die Gussform (11) während dem Gießen simuliert werden;
  - Bestimmen jenes zeitlichen Verlaufes des Formschenkwinkels (34) der Gussform (11) und des zeitlichen Verlaufes eines Schmelzeeintrages in die Gussform (11) bei welchem ein Minimum an Lufteinschlüssen im realen Gusswerkstück auf Basis der CFD-Simulation zum Gießen eines Gusswerkstückes auftritt;
  - Übertragen des errechneten zeitlichen Verlaufes des Formschenkwinkels (34) der Gussform (11) und des zeitlichen Verlaufes eines Schmelzeeintrages in die Gussform (11) an einen Digitalrechner (27) zum Steuern der Gießanlage.

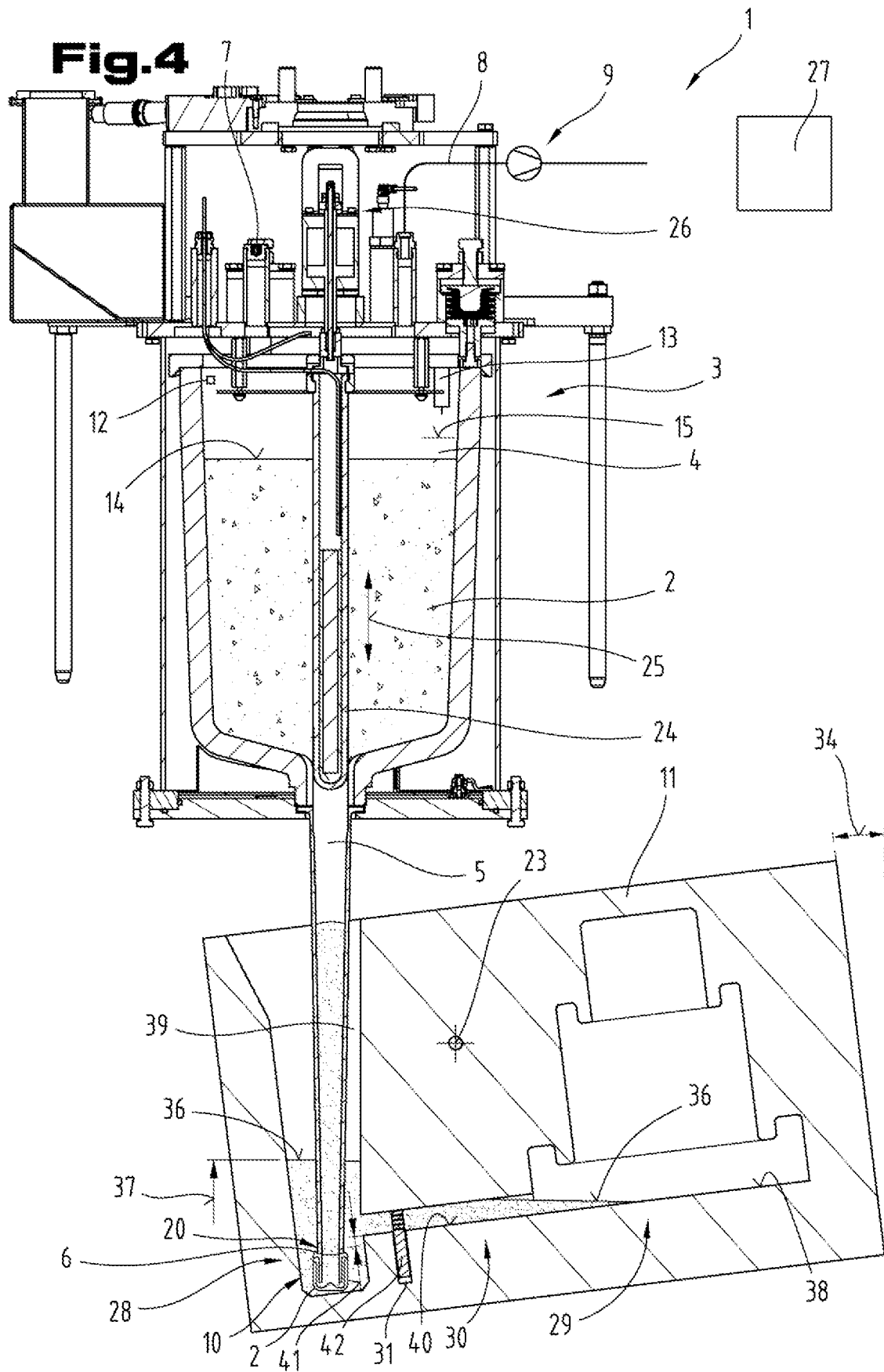
**Hierzu 5 Blatt Zeichnungen**



**Fig.2**







**Fig.5**

