



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) **EP 1 602 422 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**07.12.2005 Patentblatt 2005/49**

(51) Int Cl.7: **B22C 9/06, B22D 27/09**

(21) Anmeldenummer: **05009400.2**

(22) Anmeldetag: **29.04.2005**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR  
HU IE IS IT LI LT LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL BA HR LV MK YU**

(71) Anmelder: **MAN Nutzfahrzeuge  
Aktiengesellschaft  
80995 München (DE)**

(72) Erfinder: **Schmidtgen, Ulf  
90768 Fürth (DE)**

(30) Priorität: **05.06.2004 DE 102004027592**

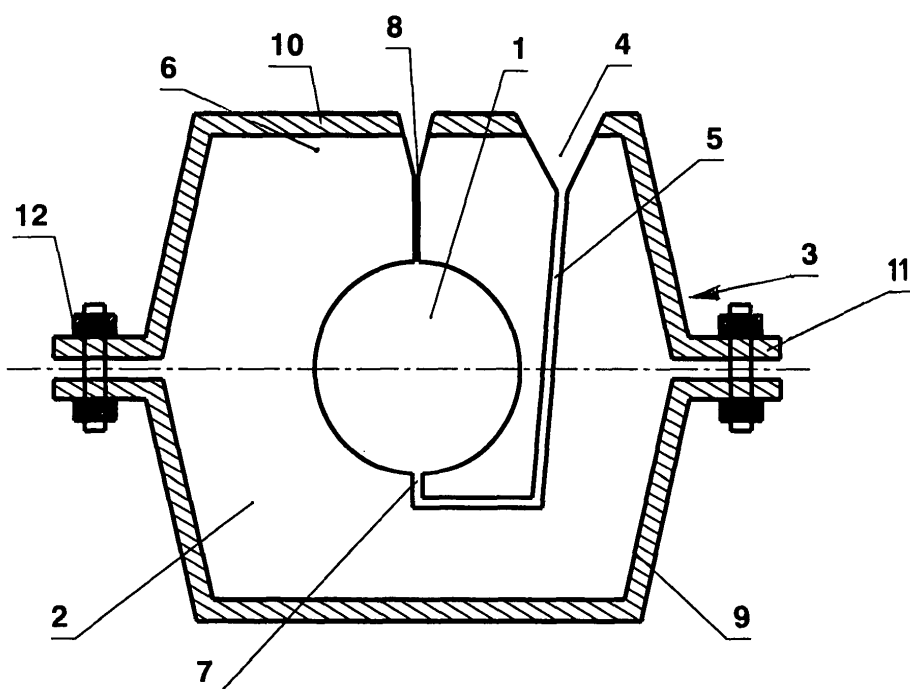
(54) **Verfahren und Vorrichtung zum speiserarmen oder speiserlosen Giessen untereutektischer Gusseisenlegierungen**

(57) Gegenstand der Erfindung ist ein Verfahren und eine Vorrichtung zum speiserarmen oder speiserlosen Gießen untereutektischer Gusseisenlegierungen.

Die Erfindung geht von der Überlegung aus, dass die Volumenveränderung der Gusseisenschmelze nicht wie bisher üblich durch das "nachfüllen" flüssigen Materials aus Speisern ausgeglichen wird, sondern dadurch, dass die Form selbst ihr Volumen ändert und zwar in der Weise, dass die Volumenänderung der Form in Richtung der erstarrenden Gusseisenschmelze erfolgt.

Um mit diesem Vorgehen einen Ausgleich der Schrumpfung der Gusseisenschmelze zu erreichen, ist es erforderlich, die zum Guss notwendigen Anschnitte und Überläufe/Entlüftungen so auszubilden, dass sie bereits erstarrt sind, wenn die Gusseisenschmelze im gegossenen Bauteil noch flüssig oder zumindest in den lunkergefährdeten Teilen noch flüssig ist. Erfolgt unter diesen Bedingungen eine Volumenänderung der Form in Richtung auf die Gusseisenschmelze, wird jede Volumenänderung der Schmelze durch eine Formänderung ausgeglichen.

**Fig. 1**



EP 1 602 422 A1

## Beschreibung

**[0001]** Gegenstand der Erfindung ist ein Verfahren und eine Vorrichtung zum speiserarmen oder speiserlosen Gießen untereutektischer Gusseisenlegierungen.

**[0002]** In vielen Bereichen der Technik stellt die Gewichtsreduzierung eine wesentliche Grundforderung an einzusetzende Bauteile aus Gusseisenlegierungen dar, gleichzeitig wachsen die Anforderungen an die Festigkeit solcher Bauteile enorm. So ist beispielsweise bei Motoren von Nutzfahrzeugen ein möglichst geringes Leistungsgewicht bei gleichzeitiger Verlängerung der Nutzungsdauer und eine möglichst kostengünstige Fertigung in Großserie erklärtes Ziel. Dies lässt sich nur dadurch erreichen, dass insbesondere für solche Bauteile, die einen hohen Gewichtsanteil zum Endprodukt beisteuern, nach Möglichkeiten der Gewichtsreduzierung bei gleichzeitiger Festigkeitssteigerung und Kosteneffizienz in der Fertigung gesucht werden muss.

**[0003]** Bauteile, auf die die vorstehend erhobenen Forderungen in hohem Maße zutreffen sind zum Beispiel die Kurbelgehäuse von Brennkraftmaschinen für Nutzfahrzeuge. Derartige Kurbelgehäuse werden üblicherweise aus GJL, also einem Gusseisen mit Lamellengraphit, hergestellt, aber auch Gusseisen mit Kugelgraphit (GJS) oder mit Vermikulargraphit (GJV) mit ihren besseren Festigkeitseigenschaften können eingesetzt werden, verteuern aber die Herstellung.

**[0004]** Selbstverständlich ist die Erfindung nicht auf die Fertigung von Kurbelgehäusen beschränkt sie lässt sich vielmehr bei allen Bauteilen aus Gusseisen mit Graphitanteilen einsetzen.

**[0005]** Für alle Gusseisen mit Graphitanteilen gilt, dass eine Verringerung des Kohlenstoffgehaltes zwar einerseits die Festigkeit erhöht, dass aber andererseits, durch die Verschiebung in den untereutektischen Bereich, die Lunkerneigung sehr stark zunimmt. Um dem entgegenzuwirken wird üblicherweise eine aufwändige Anschnitt und Speisertechnik eingesetzt, um die Gussstücke in der Erstarrungsphase Dichtzuspeisen. Dieser Weg ist jedoch teuer, da sehr viel Kreislaufmaterial für Speiser und Anschnitte anfällt - das Kreislaufmaterial kann leicht ein viertel oder mehr des Gewichtes des Gussstückes ausmachen - und der Nachbearbeitungsaufwand für das Entfernen und Rückführen des Kreislaufmaterials ist ebenfalls hoch.

**[0006]** Ausgehend von diesem Stand der Technik ist es Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren und eine Vorrichtung anzugeben, das bzw. die es erlaubt, den Kohlenstoffgehalt bei GJL, GJS und GJV erheblich zu reduzieren um eine hohe Festigkeit des zu gießenden Bauteils zu erreichen und gleichzeitig das Kreislaufmaterial auf ein Minimum zu reduzieren ohne dass es zur Lunkerbildung kommt.

**[0007]** Gelöst wird die Aufgabe mit dem Verfahren gemäß Anspruch 1 und der Vorrichtung gemäß Anspruch 14. Vorteilhafte Ausgestaltungen des Verfahrens sind in den Ansprüchen 2 bis 13 gekennzeichnet, vorteilhafte

Ausgestaltungen der Vorrichtung nach Anspruch 14 finden sich in den Kennzeichen der Ansprüche 15 bis 20.

**[0008]** Bei der Lösung der Aufgabe geht die Erfindung von der Überlegung aus, dass die Volumenveränderung der Gusseisenschmelze nicht wie bisher üblich durch das "nachfüllen" flüssigen Materials aus Speisern ausgeglichen wird, sondern dadurch, dass die Form selbst ihr Volumen ändert und zwar in der Weise, dass die Volumenänderung der Form in Richtung der erstarrenden Gusseisenschmelze erfolgt. Um mit diesem Vorgehen einen Ausgleich der Schrumpfung der Gusseisenschmelze zu erreichen, ist es erforderlich, die zum Guss notwendigen Anschnitte und Überläufe/ Entlüftungen so auszubilden, dass sie bereits erstarrt sind, wenn die Gusseisenschmelze im gegossenen Bauteil noch flüssig oder zumindest in den lunkergefährdeten Teilen noch flüssig ist. Erfolgt unter diesen Bedingungen eine Volumenänderung der Form in Richtung auf die Gusseisenschmelze, wird jede Volumenänderung der Schmelze durch eine Formänderung ausgeglichen. Dass diese Formänderungen beim Konzipieren der Form zu berücksichtigen sind, ist selbstverständlich.

**[0009]** Um die Volumenänderung der Form zu bewerkstelligen wurde gefunden, dass dies vorteilhaft dadurch erreichbar ist, dass die Form selbst eine Innenform enthält, die unter der Wärmeeinwirkung der in sie eingefüllten Gusseisenschmelze ihr Volumen vergrößert und die im Volumen vergrößerte Innenform, auch unter der Wärmewirkung der Gusseisenschmelze, weit weniger komprimierbar ist, als sie sich unter dieser Wärmeeinwirkung ausdehnt. Um die so erreichte Volumenvergrößerung der Innenform gegen die eingeschlossenen Gusseisenschmelze wirken zu lassen ist es dabei notwendig, die der Volumenänderung unterworfenen Innenform in eine Außenform einzuschließen, die eine Ausdehnung der Innenform nach außen nur in soweit zulässt, als über den Ausgleich der Schrumpfung der Gusseisenschmelze hinausgehende Volumenzunahmen der Innenform kompensiert werden.

**[0010]** Als besonders vorteilhaft hat sich erwiesen, die Innenform als Sandform auszuführen, wobei der Formstoff der Sandform den die Volumenvergrößerung bewirkenden Bestandteil enthält und bei Wärmeeinwirkung durch die Gusseisenschmelze das Volumen des Formstoffes allseitig zunimmt. Wichtig ist dabei, dass die Volumenvergrößerung größer sein muss, als die Komprimierbarkeit des Formstoffes unter Einwirkung der Gusseisenschmelze. Eine Komprimierbarkeit des Formstoffes ist unter Umständen dann gegeben, wenn ein unter Wärmeeinwirkung erweichender oder verbrennender Binder im Formstoff Zwischenräume zwischen den dann nicht mehr eng aneinander liegenden Sandkörnern schafft.

**[0011]** In der Innenform enthaltene Innenkerne können, wenn ein expandierender Formstoff das Gesamtsystem negativ beeinflusst, auch aus einem anderen nicht expandierenden oder sogar leicht komprimierbaren Formstoff bestehen.

**[0012]** Ein weiteres vorteilhaftes Verfahren die Volumenveränderung herbeizuführen ist darin zu sehen, dass in der Erstarrungsphase über eine stabile Außenform ein Druck auf die Innenform ausgeübt wird, dergestalt, dass das von der Außenform umschlossene Volumen durch von außen auf die Außenform wirkende Kräfte komprimiert wird. Die Innenform für das Gussstück ist dabei so gestaltet, dass sie den ausgeübten Druck auf die Gusseisenschmelze aufbringt, ohne selbst dabei durch die Wärmeeinwirkung in einem größeren Umfang zu expandieren oder zu schrumpfen bzw. komprimierbar zu sein. Die auf die Außenform aufgebrachte Kraft kann dabei statisch oder auch dynamisch ansteigend sein und liegt an bis die Gusseisenschmelze erstarrt ist.

**[0013]** Um ein rechtzeitiges Erstarren von Anschnitten und Überläufen/ Entlüftungen zu gewährleisten wurde gefunden, dass das thermische Modul jedes Anschnittes bzw. jedes Überlaufes/(jeder Entlüftung) vorteilhaft in einem Bereich gewählt wird, der mindestens 30 % unter dem größten im Bauteil vorkommenden thermischen Modul liegt.

**[0014]** Unter den durch das erfindungsgemäße Verfahren gegebenen Rahmenbedingungen ist ein Sättigungsgrad der eingesetzten untereutektischen Gusseisenschmelze von kleiner oder gleich 0,95 besonders vorteilhaft.

**[0015]** Das erfindungsgemäße Verfahren lässt sich sowohl für GJ1- als auch für GJS- und GJV-Gusseisenqualitäten einsetzen. Bei den beiden Letztgenannten besonders vorteilhaft wegen deren hohem Speisungsbedarf unter Normalbedingungen.

**[0016]** Weiterhin lässt sich die Aufgabe vorteilhaft lösen durch eine Vorrichtung gemäß Anspruch 14. Die Vorrichtung geht von einer gebundenen Sandform aus, wobei die Sandform für Anschnitt und Überlauf/ Entlüftung ein thermisches Modul aufweist, das wesentlich kleiner ist, als das größte im zu gießenden Bauteil vorkommende thermische Modul. Der für die Sandform verwendete Formstoff ist so gewählt, dass er sich unter der Wärmeeinwirkung der Gusseisenschmelze weit mehr ausdehnt, als er unter dieser Wärmeeinwirkung komprimierbar ist. Eingeschlossen ist die Sandform in eine feste Außenform, die Freisparungen für den wenigstens einen Einguss und den wenigstens einen Überlauf frei lässt und die gegen den durch die Ausdehnung des Formstoffes sich aufbauenden Druck nur in soweit nachgiebig ist, als sie Ausdehnungen des Formstoffes kompensiert, die durch die Schrumpfung der erkaltenden Schmelze nicht aufgenommen werden.

**[0017]** Bei dem Formstoff handelt es sich um ein Stoffgemisch, das wenigstens einen Bestandteil enthält, dessen Volumen sich unter Wärmeeinwirkung vergrößert. Vorteilhafter Weise ist dies der Bestandteil mit dem größten Volumenanteil, weil sich dadurch schon bei kleinen Ausdehnungen eine beachtliche Volumenzunahme erreichen lässt.

**[0018]** Bei gebundenen Sandformen lässt sich vorteilhaft Quarzsand als der Bestandteil einsetzen, der sein

Volumen unter der Wärmeeinwirkung der Gusseisenschmelze vergrößert. Quarzsand verfügt dabei nicht nur über die gewünschten Ausdehnungseigenschaften, sondern ist gleichzeitig der Hauptbestandteil des Formstoffes mit sehr hohem Volumenanteil und damit besonders geeignet.

**[0019]** Als Werkstoff für die Außenform kommt vorteilhaft Stahl zur Anwendung, weil Stahl einerseits die gewünschten Steifigkeit besitzt und andererseits ein gewisses Maß an elastischer Verformung zulässt, um eine eventuell auftretende überschüssige Ausdehnung des Formstoffes zu kompensieren. In der Praxis hat sich eine Materialdicke von 12 mm beim Guss von Kurbelgehäusen bewährt, die zu wählende Dicke hängt aber natürlich vom der Größe und Geometrie des Gussstückes ab.

**[0020]** Um eine problemlose Wiederverwendung der Außenform zu gewährleisten ist es notwendig, diese zumindest zweiteilig auszuführen, wobei die beiden Formteile in vorteilhafter Weise lösbar miteinander verbunden sind.

**[0021]** Beispiele zur Erfindung und weitere vorteilhafte Ausgestaltungen sind nachfolgend in Verbindung mit den Figuren näher erläutert.

**[0022]** Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Gießform zum Gießen eines Probekörper nach einer ersten Variante des Verfahrens

Fig. 2 eine schematische Darstellung einer Gießform zum Gießen eines Probekörper nach einer zweiten Variante des Verfahrens

Fig. 3 eine schematische Darstellung einer Gießform zum Gießen eines Kurbelgehäuses

**[0023]** Wie bereits vorher ausgeführt, geht das Verfahren von einer Gussform aus, die ihr Volumen ändert und zwar in der Weise, dass die Volumenänderung der Form in Richtung der erstarrenden Gusseisenschmelze erfolgt. Um mit diesem Vorgehen einen Ausgleich der Schrumpfung der Gusseisenschmelze zu erreichen, sind Anschnitt, und Überlauf/ Entlüftung so ausgebildet, dass diese Bereiche bereits erstarrt sind, wenn die Gusseisenschmelze im gegossenen Bauteil noch flüssig oder zumindest in den lunkergefährdeten Teilen noch flüssig ist. Erfolgt unter diesen Bedingungen eine Volumenänderung der Form in Richtung auf die Gusseisenschmelze, wird jede Volumenänderung der Schmelze durch eine Formänderung ausgeglichen.

**[0024]** Eine Anordnung in Prinzipdarstellung, die zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens geeignet ist, zeigt Fig. 1. Zur Vereinfachung ist ein kugelförmiger Probekörper als zu gießendes Bauteil herangezogen.

**[0025]** Der Probekörper wird mit Hilfe einer Innenform 2, die als Sandform ausgeführt ist, gegossen. Die Innen-

form 2 ist von einer Außenform 3 umgeben und enthält, neben einem Formhohlraum 1 für den Probekörper, einen an der Oberseite 6 der Innenform 2 angeordneten Einguss 4, mit daran anschließenden Gießlauf 5, der von der Oberseite 6 in den unteren Bereich der Form führt, wo der Gießlaufes 5 in einen horizontalen Bereich über geht. Vom horizontalen Bereich des Gießlaufes 5 ausgehend ist ein von diesem nach oben führender Anschnitt 7 vorgesehen, der den Formhohlraum 1 mit dem Gießlauf 5 verbindet. Zur Entlüftung des Formhohlraums 1 ist ein von dessen Zenit nach oben führender Überlaufkanal 8 vorgesehen, der die Innenform 2 durchragt und den Formhohlraum 1 mit der umgebenden Atmosphäre verbindet.

**[0026]** Die feste Außenform 3 besteht, ebenso wie die Innenform 2, aus zwei Formhälften, einer unteren Formhälfte 9 und einer oberen Formhälfte 10. Die beiden Formhälften 9, 10 der Außenform 3 sind wannenartig ausgebildet, an ihrer offenen Seite von einem umlaufenden Flansch 11 umgeben und umschließen, mit ihren offenen Seiten einander zugewandt, die beiden Formhälften der Innenform 2. Die Verbindung der beiden Formhälften 9, 10 der Außenform 3 erfolgt mittels Schrauben 12. Die obere Formhälfte 10 weist im Bereich des Eingusses 4 und im dem Bereich, an dem der Überlaufkanal 8 durch die Innenform nach außen mündet, Freisparungen auf.

**[0027]** Die Innenform ist so ausgeführt, dass der zum Formhohlraum 1 hin führende Anschnitt 7 und der vom Formhohlraum 1 weg führende Überlaufkanal 8 jeweils ein thermisches Modul aufweisen, das weit geringer ist, als das größte thermische Modul des zu gießenden Probekörpers. Wie bereits ausgeführt, handelt es sich bei der Innenform 2 um eine Sandform, die aus einem Formstoff besteht, der sich bei Wärmeeinwirkung durch die Gusseisenschmelze ausdehnt. Als Formstoff kann ein Stoffgemisch aus einem Basismaterial und einem Binder zur Anwendung kommen, wobei Basismaterial und Binder ihrerseits wiederum Stoffgemische sein können. Für das Beispiel ist angenommen, dass das Basismaterial Quarzsand ist und die Bindung des Quarzsandes mittel eines organischen Binders (z. B. im Cold-Box- oder im Hot-Box-Verfahren) oder mittels eines anorganischen Binders (z. B. Salzkerne) erfolgt. Bei der Auswahl der Komponenten für die Sandform ist darauf geachtet, dass sich die Sandform unter der Wärmeeinwirkung der Gusseisenschmelze weit weniger komprimieren lässt, als sie sich unter dieser Wärmeeinwirkung ausdehnt.

**[0028]** Zum Abguss eines Probekörpers wird eine untereutektisch zu Gusseisen mit Lamellengraphit erstarrende Gusseisenschmelze in den Einguss 4 eingefüllt und verteilt sich über Gießlauf 5 und Anschnitt 7 im Formhohlraum 1. Wenn dieser gefüllt ist, steigt die Schmelze in dem Überlaufkanal 8, der gleichzeitig Entlüftung ist, auf, bis die Formoberfläche erreicht ist. Nach vollständiger Füllung der Hohlräume der Form wird die Nachführung der Schmelze unterbrochen und das

Gussstück erkaltet durch das Abwandern der Wärme in die umgebende Sandform. Dabei kommt es einerseits, wegen der entsprechenden Dimensionierung von Anschnitt und Überlauf, zu einem relativ schnellen Erstarren der Schmelze in diesen Bereichen, so dass die restliche noch flüssige Gusseisenschmelze im Formhohlraum 1 eingeschlossen ist. Durch das Abwandern der Wärme von der Gusseisenschmelze in die den Formhohlraum 1 umgebenden Bereiche der Innenform 2, dehnt sich der im Formstoff der Innenform 2 enthaltene, auf die Wärmeeinwirkung mit Ausdehnung reagierende Bestandteil (im Beispiel Quarzsand) aus, so dass es in diesen Bereichen zu einer Volumenzunahme der Innenform 2 kommt. Durch die Erwärmung des Formstoffes kann es zwar gleichzeitig zu einem Schmelzen oder Verbrennen des für die Bindung der Sandform verwendeten Binders kommen, dies führt aber dann zu keiner nennenswerten Komprimierbarkeit der betroffenen Formbereiche, wenn der Binder bzw. das zur Bindung verwendeten Verfahren so gewählt ist, dass die Sandkörner unmittelbar aneinander liegend, also ohne nennenswerte Zwischenlage von Binder an den Stoßstellen, miteinander verklebt sind. Derartige Verfahren zur Bindung von Sandformen sind hinreichend bekannt und bedürfen keiner näheren Erläuterung.

**[0029]** Durch die Ausdehnung des über die Gusseisenschmelze aufgeheizten Formstoffes kommt es, wie bereits ausgeführt, zu einer Volumenausdehnung der Innenform 2, der jedoch, hinsichtlich einer Ausdehnung nach außen, also vom Formhohlraum 1 weg, durch die Außenform 3 eine Barriere entgegengesetzt ist, so dass sich ein von allen Seiten gleichermaßen auf die Gusseisenschmelze gerichteter Druck aufbaut. Schrumpft unter diesen Umständen die Gusseisenschmelze im Erstarrungsprozess, sorgt dieser Druck für einen Volumenausgleich dergestalt, dass die Schrumpfung der Gusseisenschmelze durch die Volumenzunahme des Formstoffes und damit der Innenform kompensiert wird.

**[0030]** Durch die Ausführung der Außenform 3 kann sichergestellt werden, dass Volumenänderungen der Innenform 2, die nicht durch Schwindung der Gusseisenschmelze aufgenommen werden, von der Außenform 3 dadurch aufgenommen werden, dass diese in einem dafür notwendigen Umfang elastisch verformbar ist.

**[0031]** Dadurch dass die vorstehend beschriebenen Volumenänderungen der Innenform über das gesamte Gussstück, im Beispiel über den gesamten Probekörper, gleichmäßig verteilt sind, kommt es zu keinen unkontrollierbaren Maßänderungen am Gussstück, eine Berücksichtigung der eintretenden geringen Maßänderungen ist im Bedarfsfall ohne weiteres möglich.

**[0032]** Eine weitere Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens ist in Fig. 2 gezeigt. Auch hier ist auf eine Prinzipdarstellung zurückgegriffen und zur Vereinfachung angenommen, dass ein kugelförmiger Probekörper gegossen werden soll.

**[0033]** Wie schon bei der Variante nach dem Beispiel

gemäß Fig. 1, wird auch bei dem Beispiel nach Fig. 2 davon ausgegangen, dass die beim Erkalten einer untereutektischen Gusseisenschmelze gegebene Schrumpfung des Volumens der Schmelze durch eine Formänderung ausgeglichen werden soll.

**[0034]** Es wird auch beim Beispiel nach Fig. 2 von einer aus zwei Formhälften bestehenden Innenform 20 ausgegangen, die Innenform 20 ist von einer Außenform 21 umgeben und enthält neben einem Formhohlraum 22 für den Probekörper einen an der Oberseite 23 der Innenform 20 angeordneten Einguss 24, mit daran anschließenden Gießlauf 25, der von der Oberseite 23 in den unteren Bereich der Form führt, wo er in einen horizontalen Bereich über geht. Vom horizontalen Bereich des Gießlaufes 25 ausgehend ist ein von diesem nach oben führender Anschnitt 26 vorgesehen, der den Formhohlraum 22 mit dem Gießlauf 25 verbindet. Zur Entlüftung des Formhohlraums 22 ist ein von dessen Zenit nach oben führender Entlüftungskanal 27 vorgesehen, der die Innenform 20 durchragt und den Formhohlraum 22 mit der umgebenden Atmosphäre verbindet. Die Innenform 20 ist so ausgeführt, dass der zum Formhohlraum 22 hin führende Anschnitt 26 und der vom Formhohlraum 22 weg führende Entlüftungskanal 27 jeweils ein thermisches Modul aufweisen, das weit geringer ist, als das größte thermische Modul des zu gießenden Probekörpers.

**[0035]** Die feste Außenform besteht aus einem die vertikale Außenwandung der Innenform 20 umschließenden Mantel 28, einem innerhalb des Mantels 28 angeordneten beweglichen Boden 29 und einem ebenfalls innerhalb des Mantels 28 angeordneten beweglichen Deckel 30, wobei Mantel 28, Boden 29 und Deckel 30 die Innenform 20 einschließen. Der Deckel 30 weist im Bereich des Eingusses 24 und in dem Bereich, in dem der Entlüftungskanal 27 durch die Innenform 20 nach außen mündet, Freisparungen auf.

**[0036]** Für die Innenform 20 sind bei dieser Verfahrensvariante Formstoffe verwendbar, die auf die Wärmeeinwirkung der Gusseisenschmelze volumenneutral reagieren oder sich nur in geringem Umfang ausdehnen oder in geringem Umfang schrumpfen bzw. komprimierbar sind. Die für das Verfahren einsetzbare Anzahl der möglichen Formstoffe vergrößert sich dadurch erheblich. Die Bindung der Innenform 20 ist so gewählt, dass sie den Kräften beim Einfüllen der Gusseisenschmelze standhält, aber eine von außen über die Außenform 21 aufgebrachte Druckkraft im wesentlichen gleichmäßig in alle Richtungen weiter gibt, so dass Schrumpfungen der im Formhohlraum 22 eingeschlossenen Gusseisenschmelze gleichmäßig über die gesamte Innenform verteilt ausgeglichen werden.

**[0037]** Der Gießvorgang selbst läuft dabei so ab, dass die Gusseisenschmelze über den Einguss 24 in die Form gegeben wird, wo sie über Gießlauf 25 und Anschnitt 26 in den Formhohlraum 22 gelangt. Im Formhohlraum 22 steigt die Schmelze auf und verdrängt die darin befindliche Luft über den Überlaufkanal 27.

Schließlich steigt die Schmelze auch in den Überlaufkanal 27 und das Zuführen der Gusseisenschmelze über den Einguss 24 wird beendet. Durch die Wahl des thermischen Moduls von Anschnitt 26 und Überlaufkanal 27 erstarren diese Bereiche zuerst, die Schmelze im Formhohlraum ist zu diesem Zeitpunkt noch flüssig. Sobald Anschnitt 26 und Überlaufkanal 27 erstarrt sind, wird über den beweglichen Boden 29 und den beweglichen Deckel 30 eine in Fig. 2 mittels Pfeilen angedeutete Kraft auf die Außenform 21 aufgebracht, die über die in diese eingeschlossene Innenform 22 auf die im Formhohlraum 22 eingeschlossene Gusseisenschmelze wirkt und bei Volumenänderungen der Gusseisenschmelze zu einer über das gesamte Volumen der Innenform 20 verteilten Anpassung der Innenform 20 führt. Die tatsächlich durch die Schwindung der Gusseisenschmelze auftretenden Änderungen der Innenform 20 sind sehr gering und lassen sich über Versuche ermitteln, so dass, falls notwendig, ein Ausgleich durch die Gestaltung der Innenform 20 möglich ist.

**[0038]** Innenkerne sind bei Verwendung dieses Verfahrens so zu gestalten, dass sie weder durch die Wärmeeinwirkung der Gusseisenschmelze, noch durch den über die Außenform 21 aufgebrachten Druck, ihr Volumen bzw. ihre Form ändern.

**[0039]** Obgleich in den Beispielen nach den Figuren 1 und 2 das erfindungsgemäße Verfahren in Verbindung mit dem Gießen von kugelförmigen Probekörpern geschildert ist, bestehen hinsichtlich der Form eines Gussstückes Beschränkungen nur in sofern, als gewährleistet sein muss, dass Anschnitt, Überlauf- und Entlüftungskanäle jeweils ein thermisches Modul aufweisen, das sehr viel kleiner ist, als das größte im zu gießenden Bauteil vorkommende thermische Modul.

**[0040]** Gussbauteile, zu deren Herstellung das erfindungsgemäße Verfahren besonders vorteilhaft eingesetzt werden kann, sind Kurbelgehäuse von Brennkraftmaschine. Fig. 3 zeigt in schematischer Darstellung eine Anordnung zum Gießen eines Kurbelgehäuses. Es ist bei diesem Beispiel angenommen, dass die Verfahrensvariante zum Einsatz kommt, die in Verbindung mit Fig. 1 vorstehend ausführlich beschrieben ist, so dass sich eine nochmalige Darstellung der prinzipiellen Gegebenheiten hinsichtlich Anordnung und Verfahren erübrigt. Die Ausführungen zu Fig. 3 beschränken sich deshalb auf eine Darstellung der Anordnung des Kurbelgehäuses in der Form.

**[0041]** In einer zweiteiligen Außenform 31, ist eine zweiteilige Innenform 32 angeordnet, in deren unterer Formhälfte ein Formhohlraum 33 als Negativform des Kurbelgehäuses ausgebildet ist. Die Zylinderbohrungen liegen dabei im Formhohlraum 33 unten, die Kerne für die Zylinderbohrungen sind in dem Formhohlraum 33 angeordnet, ein Zylinderbohrungskern 34 ist im ausgebrochen dargestellten Bereich erkennbar. Auf die Darstellung weiterer Innenkerne, wie z. B. für den Wasserkreislauf, wurde aus Gründen der besseren Übersicht verzichtet, solche weiteren Innenkerne können aber

selbstverständlich vorhanden sein. Wie schon in den anderen Beispielen ist auch hier an der Oberseite der Form ein Einguss 35 ausgebildet, der in einen in der Innenform nach unten führenden Gießlauf 36 mündet. Der Gießlauf 36 geht im unteren Bereich der unteren Formhälfte der Innenform 32 in einen horizontalen Teil über, von dem nach oben Anschnitte 37 zum Formhohlraum 33 führen. Vom Formhohlraum 33 aus führen, in der oberen Formhälfte angeordnet, Entlüftungskanäle 38 und Überlaufkanäle 39 durch die obere Formhälfte hindurch zur umgebenden Atmosphäre.

**[0042]** Die feste Außenform 31 besteht, ebenso wie die Innenform 32, aus zwei Formhälften, einer unteren Formhälfte 40 und einer oberen Formhälfte 41. Die beiden Formhälften 40, 41 der Außenform 31 sind wannenartig ausgebildet, an ihrer offenen Seite von einem umlaufenden Flansch umgeben und umschließen, mit ihren offenen Seiten einander zugewandt, die beiden Formhälften der Innenform 32. Die Verbindung der beiden Formhälften 40, 41 der Außenform 31 erfolgt mittels Schrauben. Die obere Formhälfte 41 weist im Bereich des Eingusses 35 und in den Bereichen, an denen die Entlüftungskanal 38 und die Überlaufkanäle 39 durch die Innenform 32 nach außen mündet, Freisparungen auf

**[0043]** In einer alternativen Ausführung kann, wie in Fig. 3 links dargestellt, auch vorgesehen sei, die obere Formhälfte zweiteilig auszuführen, dergestalt, dass diese in einen umlaufenden Mantel 42 und einen Deckel 43 unterteilt ist. Vorteil einer solchen Ausführung ist es, dass der Deckel 43 erst nach dem Einfüllen der Schmelze aufgesetzt werden kann und keine Freisparungen für Einguss, Überläufe und Entlüftungen aufweisen muss. Zu fixieren ist der Deckel 43 dann über eine entsprechende weitere Verschraubung 44.

**[0044]** Wie bereits zu den übrigen Beispielen ausgeführt, sind die Anschnitte 37, Überlaufkanäle 39 und Entlüftungskanäle 38 so ausgeführt, dass ihr jeweiliger thermischer Modul kleiner ist, als der größte am Bauteil auftretende thermische Modul. Im Beispiel nach Fig. 3 ist der Bereich mit dem größten thermischen Modul im ausgebrochen dargestellten Bereich, an der mit 45 bezeichneten Stelle angenommen.

**[0045]** Das Material der Innenform 32 und der Außenform 31 des Beispiels nach Fig. 3 ist identisch mit dem nach Fig. 1, dies trifft auch auf den Gießablauf selbst zu, so dass sich eine nochmalige Beschreibung erübrigt, es wird hierzu vielmehr auf die entsprechenden Stellen der Beschreibung zu Fig. 1 verwiesen.

**[0046]** Sollte bei speziellen Formen des zu gießenden Bauteils in bestimmten abgegrenzten Bauteilbereichen die Schrumpfung der erkaltenden Schmelze mit dem erfindungsgemäßen Verfahren nicht vollständig ausgeglichen werden können, besteht die Möglichkeit, in Kombination mit dem erfindungsgemäßen Verfahren geschlossene Speißer zu verwenden. Diese erlauben das Dichtspeisen auch solcher kritischer Bereiche und verursachen wegen ihrer geringen Abmessungen hinsicht-

lich des Kreislaufmaterials wenig Aufwand.

**[0047]** Die vorstehend beschriebenen Ausführungen, sowohl des Verfahrens als auch der Vorrichtung lassen sich selbstverständlich mit dem Fachmann zugänglichem Fachwissen auf vielfältige Weise ausgestalten, ohne den grundlegenden erfinderischen Gedanken zu verlassen, es kommt diesen Ausführungsformen somit nur Beispielcharakter zu.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum speiserarmen oder speiserlosen Gießen von Bauteilen mittels einer untereutektischen Gusseisenschmelze in einer Form mit wenigstens einem Einguss (4, 24, 35), wenigstens einem Anschnitt (7, 26, 37) und wenigstens einem Überlauf (8, 27, 39),

**dadurch gekennzeichnet, dass**

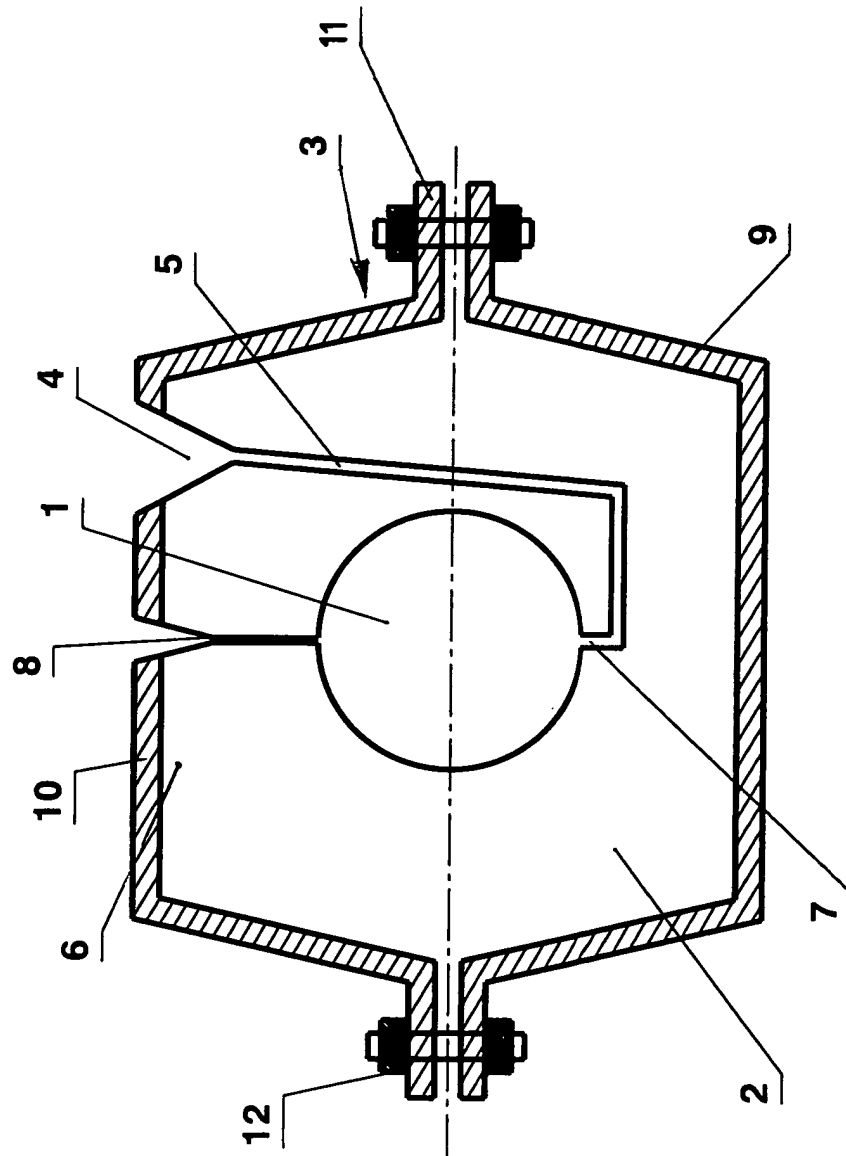
- das thermische Modul des Anschnitts (7, 26, 37) und des Überlaufs (8, 27, 39) so weit unter dem größten thermischen Modul des Bauteils liegen, dass Anschnitt (7, 26, 37) und Überlauf (8, 27, 39) erstarren, bevor der das größte thermische Modul aufweisende Bereich des Bauteils erstarrt,
- die Form selbst so ausgebildet ist, dass sie nach dem Erstarren des Anschnitts (7, 26, 37) und des Überlaufs (8, 27, 39) durch Volumenänderung in Richtung auf die eingeschlossene Gusseisenschmelze einen Druck auf die Gusseisenschmelze ausübt, dergestalt, dass die Schrumpfungen des Volumens der Gusseisenschmelze während des Erstarrungsprozesses ausgeglichen wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- die Volumenänderung **dadurch** bewirkt wird, dass die Form eine Innenform (2, 32) aufweist, die sich unter der Wärmeeinwirkung der eingeschlossenen Gusseisenschmelze ausdehnt, derart, dass das Volumen der Innenform (2, 32) allseitig zunimmt,
- die Innenform (2, 32) unter der Wärmeeinwirkung der eingeschlossenen Gusseisenschmelze weit weniger komprimierbar ist, als sie sich unter dieser Wärmeeinwirkung ausdehnt,
- die Innenform (2, 32) von einer Außenform (3, 31) umgeben ist, die eine Ausdehnung der Innenform (2, 32) nach außen nur in soweit zulässt, als dies zum Ausgleich der über die Schrumpfung der Gusseisenschmelze hinausgehende Volumenzunahmen der Innenform (2, 32) erforderlich ist.

3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Innenform (2, 32) aus einem Formstoff besteht, der wenigstens ein Element enthält, das sich unter Wärmeeinwirkung ausdehnt. 5
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das wenigstens eine sein Volumen vergrößernde Element das mit dem größten Volumenanteil am Formstoff ist. 10
5. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Innenform (2, 32) eine gebundenen Sandform ist
6. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** 15
- die Form aus einer Innenform (20) besteht, die auf Wärmeeinwirkung durch die Gusseisenschmelze volumenneutral oder mit einer geringen Ausdehnung oder mit einer geringen Schrumpfung reagiert, 20
  - die Innenform (20) von einer stabilen Außenform (21) umgeben ist, 25
  - von dem Zeitpunkt des Erstarrens von Anschnitt und Überlauf an auf die Außenform (21) von außen eine Kraft aufgebracht wird, die die Volumenänderung der Form bewirkt und den gesamten Inhalt der Außenform (21) komprimiert, 30
  - die Kraft bis zum Erstarren des Bauteils anliegt.
7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die auf die Außenform (21) aufgebrachte Kraft eine statische oder eine dynamisch ansteigende Kraft ist. 35
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das thermische Modul des Anschnitts (7, 26, 37) und des Überlaufs (8, 27, 39) mindestens 30% unter dem größten thermischen Modul des Bauteils liegen. 40
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Gusseisenschmelze verwendet wird die untereutektisch zu Gusseisen mit Lamellengraphit erstarrt. 45
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Gusseisenschmelze verwendet wird die untereutektisch zu Gusseisen mit Kugelgraphit erstarrt. 50
11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Gusseisenschmelze verwendet wird die untereutektisch zu Gusseisen mit Vermikulargraphit erstarrt. 55
12. Vorrichtung zum speiserarmen oder speiserlosen Gießen untereutektischer Gusseisenschmelzen in einer gebundenen Sandform, **dadurch gekennzeichnet, dass**
- die Sandform an Anschnitt (7, 37) und Überlauf (8, 39) ein thermisches Modul aufweist, das so weit unter dem größten thermischen Modul des Bauteils liegt, dass Anschnitt (7, 37) und Überlauf (8, 39) zuerst erstarren,
  - die Sandform aus einem Formstoff besteht, der sich unter der Wärmeeinwirkung der Gusseisenschmelze ausdehnt,
  - der Formstoff selbst unter der Wärmeeinwirkung der Gusseisenschmelze weit weniger komprimierbar ist, als er sich unter dieser Wärmeeinwirkung ausdehnt,
  - die Sandform von einer Außenform (3, 31) umgeben ist, die die Sandform allseitig fest umschließt und im wesentlichen nur für Einguss (4, 35) und Überlauf (8, 39) Freisparungen aufweist,
  - die Außenform (3, 31) so ausgebildet ist, dass sie eine Ausdehnung der Sandform nach außen nur in soweit zulässt, als über den Ausgleich der Schrumpfung der Gusseisenschmelze hinausgehende Volumenzunahmen der Sandform kompensiert werden.
13. Vorrichtung nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Formstoff ein Stoffgemisch ist, wobei wenigstens einer der enthaltenen Stoffe unter der Wärmeeinwirkung der Gusseisenschmelze sein Volumen vergrößert.
14. Vorrichtung nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** der wenigstens eine sein Volumen vergrößernde Stoff derjenige mit dem größten Volumenanteil am Formstoff ist.
15. Vorrichtung nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** der sein Volumen vergrößernde Stoff Quarzsand ist.
16. Vorrichtung nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Außenform (3, 31) eine Stahlform ist.
17. Vorrichtung nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wandstärke der Außenform (3, 31) wenigstens 8 mm beträgt.
18. Vorrichtung nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Außenform (3, 31) aus wenigstens zwei Formteilen besteht, die lösbar miteinander verbunden sind.

Fig. 1





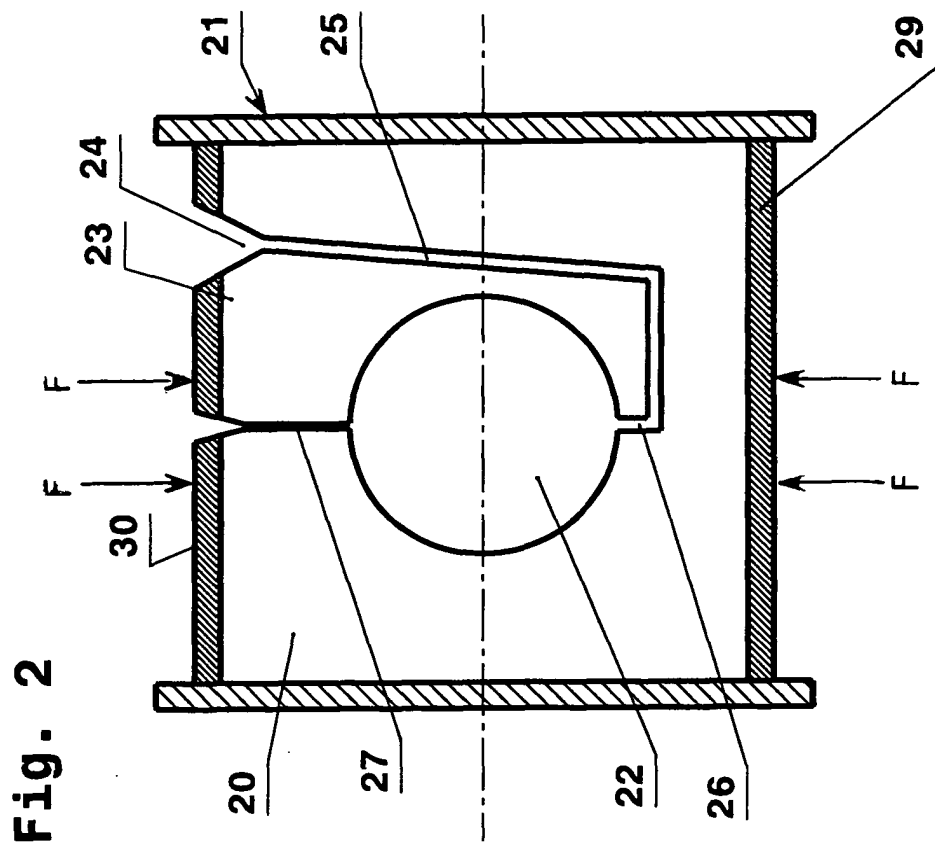
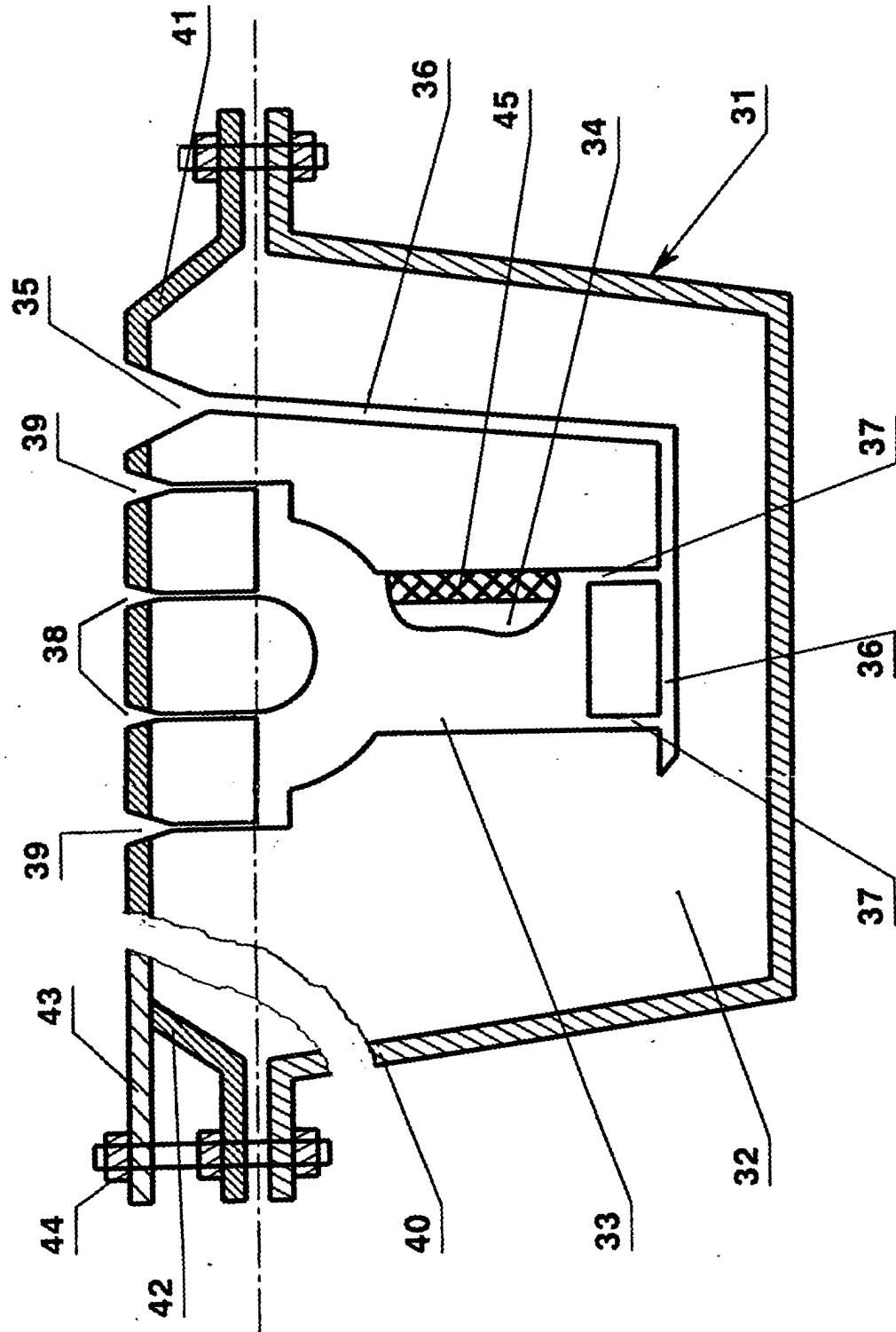


Fig. 3





Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 05 00 9400

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
A	US 5 058 655 A (DERP ET AL) 22. Oktober 1991 (1991-10-22) * Spalte 2, Zeile 5 - Zeile 31 * * Spalte 3, Zeile 30 - Zeile 45 * -----	1-18	B22C9/06 B22D27/09
A	DE 18 00 517 A1 (HAYEK ENGINEERING AG) 26. Februar 1970 (1970-02-26) * Seite 7, Zeile 11 - Zeile 20; Abbildung 2 * -----	12-18	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			B22C B22D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>Den Haag</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>24. August 2005</b>	Prüfer <b>Mailliard, A</b>
<p>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</p> <p>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur</p> <p>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument ..... &amp; : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p>			

1  
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 05 00 9400

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am

Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

24-08-2005

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 5058655	A	22-10-1991	DE	3118928 A1	02-12-1982
			AT	15338 T	15-09-1985
			CA	1224325 A1	21-07-1987
			DE	3265991 D1	10-10-1985
			EP	0065208 A1	24-11-1982
			JP	1673379 C	12-06-1992
			JP	3029500 B	24-04-1991
			JP	58025859 A	16-02-1983
			ZA	8202691 A	23-02-1983
-----					
DE 1800517	A1	26-02-1970	CH	492493 A	30-06-1970
-----					

EPO FORM P0451

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