



(10) **DE 10 2017 206 715 A1** 2018.10.25

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2017 206 715.2**  
(22) Anmeldetag: **21.04.2017**  
(43) Offenlegungstag: **25.10.2018**

(51) Int Cl.: **B22C 9/10 (2006.01)**  
**B22D 15/02 (2006.01)**  
**F01P 3/02 (2006.01)**

(71) Anmelder:  
**Ford Global Technologies, LLC, Dearborn, Mich.,  
US**

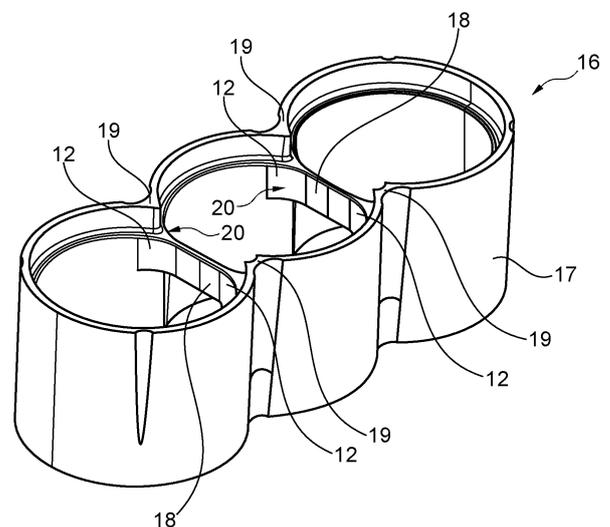
(72) Erfinder:  
**Mehring, Jan, 50668 Köln, DE; Steiner, Bernd,  
51467 Bergisch Gladbach, DE**

(74) Vertreter:  
**Dörfler, Thomas, Dr.-Ing., 50735 Köln, DE**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.**

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung zur gießtechnischen Herstellung eines Zylinderkurbelgehäuses und Herstellungsverfahren**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung (16, 21, 24) zur gießtechnischen Herstellung eines Zylinderkurbelgehäuses (1, 9, 14) für einen Verbrennungsmotor mit einer das Äußere des Zylinderkurbelgehäuses (1, 9, 14) abbildenden Gießform, wenigstens einem Wassermantelkern (17) zur Abbildung eines Zylinderwände (4) mehrerer in dem Zylinderkurbelgehäuse (1, 9, 14) angeordneter Zylinder (3), die eine Zylinderreihe bilden, auf beiden Längsseiten und Stirnseiten des Zylinderkurbelgehäuses (1, 9, 14) umgebenden Wassermantels (5) des Zylinderkurbelgehäuses (1, 9, 14) nach dem Gießen und wenigstens einem separaten Stegkern (11, 18, 22, 25) zur Abbildung wenigstens eines Kühlwasserkanals (6, 10, 15), der sich nach dem Gießen des Zylinderkurbelgehäuses (1, 9, 14) ausgehend von dem Wassermantel (5) zumindest teilweise in eine gemeinsame Zylinderwand (2) zweier benachbarter Zylinder (3) der Zylinderreihe erstreckt. Der Stegkern (11, 18, 22, 25) ist lediglich an wenigstens einem, den gegenüberliegenden Innenlängsseiten des Wassermantelkerns (17) zugewandten Ende (12) am Wassermantelkern (17) gehalten.  
Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zur gießtechnischen Herstellung eines Zylinderkurbelgehäuses (1, 9, 14).



**Beschreibung**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur gießtechnischen Herstellung eines Zylinderkurbelgehäuses, insbesondere eines mehrzylindrigen Zylinderkurbelgehäuses für einen Verbrennungsmotor eines Fahrzeugs, nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie ein Verfahren zur gießtechnischen Herstellung eines solchen Zylinderkurbelgehäuses nach dem Oberbegriff des Anspruchs 10.

**[0002]** Die Entwicklung moderner Verbrennungsmotoren zielt auf eine stets kompakter werdende Bauweise bei gleichzeitig steigender Motorleistung hin. Um einen kompakten Aufbau eines mehrzylindrigen Zylinderkurbelgehäuses, in das sich von einer ein Zylinderdeck bildenden Oberfläche Zylinder ausbildende Zylinderbohrungen hinein erstrecken, erzielen zu können, werden die Zylinderbohrungen so dicht wie möglich im Zylinderkurbelgehäuse zum Beispiel in einer Zylinderreihe angeordnet, was eine Verringerung der Breite bzw. Dicke gemeinsamer Zylinderwände zweier benachbarter Zylinder der Zylinderreihe (hierin auch als Zylindersteg oder kurz als Steg bezeichnet) zur Folge hat. Thermisch und mechanisch sind diese Stege infolge ihrer Nähe zu den Verbrennungsvorgängen im Verbrennungsmotor jedoch besonderen Belastungen ausgesetzt.

**[0003]** So ist es beispielsweise aus der Druckschrift US 2011/0030627 A1 (auch DE 10 2007 041 010 A1) bekannt, jeweils zwei Sacklochbohrungen in die gemeinsamen Zylinderwände (Stege) zweier benachbarter Zylinder eines Zylinderkurbelgehäuses einzubringen, die einen Kühlmittelfluss wenigstens bereichsweise durch den Steg zwischen einem die Zylinder umgebenden Kühlwassermantel und einer ein Zylinderdeck bildenden Oberfläche ermöglichen.

**[0004]** Das nachträgliche Einbringen von Kühlkanälen in gemeinsame Zylinderstege zweier benachbarter Zylinder eines Zylinderkurbelgehäuses ist beispielsweise auch in der US 9 388 763 B2 (auch DE 10 2010 047 325 A1) sowie der US 7 278 381 B2 (auch DE 10 2005 014 755 A1) beschrieben. Die Kühlkanäle können als Bohrung in die Stege eingebracht sein.

**[0005]** Des Weiteren zeigt die US 2005/0150476 A1 (auch DE 102 35 910 A1) einen Verbund von zylindrischen Hohlprofilen zum Eingießen als Zylinderlaufbuchsen in ein Zylinderkurbelgehäuse eines Verbrennungsmotors, wobei mehrere Hohlprofile in einer reihenförmigen Anordnung zusammengefügt sind. An den Berührungsstellen zweier derart gefügter, benachbarter Hohlprofile können Aussparungen zur Ausbildung von Kühlfluid transportierenden Kühlkanälen vorgesehen sein. Vor dem Eingießen des Hohlprofilverbunds in das Zylinderkurbelgehäuse können

in die Kühlkanäle für Schmelze undurchlässige Salz- oder Sandkerne eingebracht werden.

**[0006]** Ein Druckguss-Zylinderkurbelgehäuse, in das ein Liner aus mehreren Zylinderlaufbuchsen eingegossen ist, wird in der US 2006/0124082 A1 (auch DE 102 33 359 A1) offenbart. Der Liner weist einen Wassermantel auf, der auch Kühlkanäle im Stegbereich zweier benachbarter Zylinder umfassen kann. Der Liner wird nach einem Gießverfahren hergestellt, wobei das Gießen unter Verwendung eines verlorenen Kerns erfolgt, der zur Ausbildung der Kühlkanäle dient.

**[0007]** Diesbezüglich offenbart auch die US 2011/0174246 A1 (auch DE 10 2007 023 060 A1) ein Verfahren zur Herstellung eines Zylinderkurbelgehäuses, bei dem zunächst ein Zylinderliner unter Verwendung von Salzkernen zur Ausbildung wenigstens eines Wassermantels gegossen wird und der Zylinderliner anschließend in einem Druckgussverfahren mit einer Leichtmetallschmelze zur Abbildung des Zylinderkurbelgehäuses umgossen wird. Der hochfeste Salzkern kann neben den Hauptabschnitten zur Abbildung des Wassermantels auch diesen von einer Längsseite zu einer gegenüberliegenden Längsseite überbrückende dünne Stege aufweisen, die nach dem Gießen des Zylinderliners Kühlkanäle in gemeinsamen Zylinderwänden zweier benachbarter Zylinder abbilden. Der Salzkern ist einstückig ausgebildet.

**[0008]** Ein Werkzeug zur Herstellung eines Zylinderkurbelgehäuses mit einer Druckgießform ist in der US 2016/0040621 A1 (auch DE 10 2015 111 966 A1) beschrieben. Das Zylinderkurbelgehäuse weist zwei Zylinder auf, die durch einen Zylindersteg beabstandet sind. In dem Zylindersteg sind ein erster Kühlkanal vorgesehen, der von einer Deckfläche des Zylinderkurbelgehäuses beabstandet ist und quer verläuft, und ein zweiter Kühlkanal, der zwischen dem ersten Kanal und der Deckfläche positioniert ist und quer verläuft. Die Druckgießform zur Herstellung des Zylinderkurbelgehäuses weist ein Stützelement auf, das eine erste und eine zweite Positionierungsaussparung definiert, die zwischen einem ersten und einem zweiten Kern zur Ausbildung eines Kühlwassermantels positioniert sind. Ein Einsatz ist in den Positionierungsaussparungen des Stützelements positioniert. Der Einsatz weist eine Gusschale auf, die einen Verlustkern umgibt. Das Zylinderkurbelgehäuse wird mit der Druckgießform und dem Einsatz druckgegossen, um einen die Zylinder umgebenden Kühlwassermantel zu bilden. Der Einsatz ist dazu ausgelegt, die Kühlkanäle des Zylinderstegs zu bilden.

**[0009]** Vor diesem Hintergrund liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine verbesserte Vorrichtung sowie ein verbessertes Verfahren zur gießtechnischen Herstellung eines Zylinder-

kurbelgehäuses bereitzustellen, die eine technische Vereinfachung der hierbei notwendigen, auszuführenden Herstellungsschritte erlauben. Insbesondere sollen eine Rüstzeit der Vorrichtung sowie eine Nachbearbeitungszeit des gegossenen Zylinderkurbelgehäuses verringert werden, so dass die Taktzeit zur Herstellung des Zylinderkurbelgehäuses verkürzt werden kann. Das mittels der Vorrichtung und des Verfahrens hergestellte Zylinderkurbelgehäuse soll weiterhin eine optimale Kühlung der in dem Zylinderkurbelgehäuse angeordneten Zylinder und insbesondere eine verbesserte Kühlung gemeinsamer Zylinderwände zweier benachbarter Zylinder (hierin auch als Zylinderstege bezeichnet) gewährleisten. Eine maschinelle, insbesondere spanende Bearbeitung des Zylinderkurbelgehäuses zur Bereitstellung entsprechender Kühlkanäle im Zylinderkurbelgehäuse soll aufgrund ihres hohen Bearbeitungsaufwands und ihrer technischen Beschränkungen weitestgehend oder sogar vollständig vermieden werden, was nicht zuletzt auch zu einer Verringerung der Herstellungskosten des Zylinderkurbelgehäuses führt.

**[0010]** Diese Aufgabe wird durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 10 gelöst. Weitere besonders vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung offenbaren die jeweiligen Unteransprüche.

**[0011]** Es ist darauf hinzuweisen, dass die in der nachfolgenden Beschreibung einzeln aufgeführten Merkmale in beliebiger, technisch sinnvoller Weise miteinander kombiniert werden können und weitere Ausgestaltungen der Erfindung aufzeigen. Die Beschreibung charakterisiert und spezifiziert die Erfindung insbesondere im Zusammenhang mit den Figuren zusätzlich.

**[0012]** Erfindungsgemäß weist eine Vorrichtung zur gießtechnischen Herstellung eines Zylinderkurbelgehäuses für einen Verbrennungsmotor eine Gießform auf, die das Äußere des Zylinderkurbelgehäuses abbildet, und wenigstens einen Wassermantelkern, der nach dem Gießen des Zylinderkurbelgehäuses einen Wassermantel des Zylinderkurbelgehäuses abbildet, der Zylinderwände mehrerer in dem Zylinderkurbelgehäuse angeordneter Zylinder, die eine Zylinderreihe bilden, auf beiden Längsseiten und Stirnseiten des Zylinderkurbelgehäuses umgibt. Des Weiteren weist die Vorrichtung wenigstens einen separaten Stegkern zur Abbildung wenigstens eines Kühlwasserkanals auf, der sich nach dem Gießen des Zylinderkurbelgehäuses ausgehend von dem Wassermantel zumindest teilweise in eine gemeinsame Zylinderwand zweier benachbarter Zylinder der Zylinderreihe erstreckt. Unter „separat“ ist in diesem Zusammenhang zu verstehen, dass der Stegkern ein eigenständiges Bauteil der Vorrichtung ist, das unabhängig von dem Wassermantelkern bereitstellbar ist. Erfindungs-

gemäß ist der Stegkern lediglich an wenigstens einem, den gegenüberliegenden Innenlängsseiten des Wassermantelkerns zugewandten Ende am Wassermantelkern gehalten.

**[0013]** Mit anderen Worten wird der Stegkern gemäß der Erfindung lediglich an einem Ende oder an mehreren Enden, die den gegenüberliegenden Innenlängsseiten des Wassermantelkerns zugewandt sind, am Wassermantelkern gehalten, so dass der Stegkern nach dem Gießen des Zylinderkurbelgehäuses und nach seiner Entfernung den Kühlwasserkanal in der gemeinsamen Zylinderwand bzw. dem Zylindersteg zweier benachbarter Zylinder bildet, wobei eine fluidleitende Verbindung zwischen dem Wassermantelkern und dem Stegkern an der bzw. den Stellen hergestellt ist, an der bzw. denen das bzw. die Enden des Stegkerns am Wassermantelkern während des Gießvorgangs gehalten ist bzw. sind.

**[0014]** Die Halterung des Stegkerns lediglich am Wassermantelkern erlaubt eine einfache und zeitgünstige Anbringung des Stegkerns in der Gießform, die vorzugsweise sogar automatisiert ausgeführt werden kann. Hierdurch lässt sich die Rüstzeit der Vorrichtung deutlich verringern. Nach der Entfernung des Stegkerns nach dem Gießen des Zylinderkurbelgehäuses steht ein Kühlwasserkanal im Zylindersteg zur Verfügung, der eine optimale Kühlung des Zylinderstegs mit einem Kühlfluid, insbesondere Kühlwasser, während des Betriebs des Verbrennungsmotors gewährleistet. Hierbei speist sich der Kühlwasserkanal des Zylinderstegs aus dem Kühlwasser, das in dem die Zylinder an den Längsseiten und Stirnseiten des Zylinderkurbelgehäuses umgebenden Wassermantel zirkuliert.

**[0015]** Ein maschinelles, insbesondere spanendes Einbringen des Kühlwasserkanals in den Zylindersteg ist nicht erforderlich.

**[0016]** Außerdem erlaubt ein entsprechend dünn ausgestalteter Stegkern die Abbildung sehr feiner, filigraner Kühlwasserkanäle im Zylindersteg des fertiggestellten Zylinderkurbelgehäuses, was einerseits eine ausreichende Kühlung des Zylinderstegs gewährleistet, andererseits aber nicht zu einer zu großen mechanischen Schwächung des Zylinderstegs führt. Die mechanische Stabilität des Zylinderstegs kann also trotz darin eingebrachter Kühlwasserkanäle gewährleistet werden, selbst wenn die Breite bzw. Dicke des Zylinderstegs infolge einer kompakten Bauweise des Zylinderkurbelgehäuses nur noch gering ausfällt. Beispielsweise lassen sich mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung Zylinderstege mit einer Breite bzw. Dicke an der dünnsten Stelle von weniger als 5 mm darstellen, vorzugsweise weniger als 3 mm und noch bevorzugter weniger als 2 mm.

**[0017]** Es ist an dieser Stelle zu verstehen, dass die Vorrichtung selbstverständlich noch weitere Kerne außer dem wenigstens einen Wassermantelkern und dem wenigstens einen Stegkern zur gießtechnischen Herstellung des Zylinderkurbelgehäuses aufweisen kann. Beispielsweise können Zylinderkerne in der Gießform angeordnet sein, die die Zylinderräume der in dem Zylinderkurbelgehäuse angeordneten Zylinder nach dem Gießen abbilden. Es können auch noch andere Kerne zur Abbildung weiterer Kühlkanäle im fertiggestellten Zylinderkurbelgehäuse vorgesehen sein. Wesentlich für die vorliegende Erfindung ist lediglich, dass der wenigstens eine separate Stegkern am Wassermantelkern gehalten ist, so dass die vorerwähnten weiteren Kerne keine Einschränkung für die erfindungsgemäße Vorrichtung darstellen.

**[0018]** Die gießtechnische Herstellung des Zylinderkurbelgehäuses umfasst besonders bevorzugt die Herstellung mittels Druckguss, der an sich wohlbekannt ist und daher an dieser Stelle nicht weiter erläutert wird.

**[0019]** Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist der Stegkern als Verlustkern mit einem in einer Flüssigkeit löslichen und/oder einem brennbaren und/oder einem spröden Material ausgebildet und der Wassermantelkern als wiederverwendbarer Kern. Als Material für den Stegkern kann beispielsweise Salz (in einer Flüssigkeit löslich), Kohlenstoff (brennbar) und/oder Glas (spröde) verwendet werden.

**[0020]** Als Material des wiederverwendbaren Wassermantelkerns kann beispielsweise ein Metall oder eine Metalllegierung gewählt werden, wobei hierbei zu verstehen ist, dass das Kernmaterial des Wassermantels allgemein einen Schmelzpunkt aufweist, der oberhalb der Temperatur des verwendeten, flüssigen Gussmaterials zur gießtechnischen Herstellung des Zylinderkurbelgehäuses liegt. Ein derartiger, wiederverwendbarer Wassermantelkern kann auch als Kockille bezeichnet werden.

**[0021]** Ein Salzkern lässt sich nach dem Gießen und Erstarren des gegossenen Zylinderkurbelgehäuses aus diesem durch Herauslösen entfernen. Hierbei ist wiederum zu verstehen, dass ein beispielsweise in Wasser oder eine wässrige Lösung lösliches Salz mit einem Schmelzpunkt gewählt wird, der oberhalb der Temperatur des verwendeten, flüssigen Gussmaterials liegt.

**[0022]** Ein Kohlenstoffkern lässt sich ausbrennen. Zur Verbesserung der Verbrennung kann dem Kohlenstoffkern zusätzlich auch Sauerstoff zugeführt werden.

**[0023]** Ein spröder Glaskern lässt sich aus einem engen Kühlkanal, auch wenn die Kühlkanäleingänge

nicht durch Werkzeuge zugänglich sind, entfernen, indem er beispielsweise durch Ultraschalleinwirkung in kleine Stücke zertrümmert wird.

**[0024]** Alternativ kann der Glaskern beispielsweise auch durch einen unter Druck stehenden Wasserstrahl entfernt werden.

**[0025]** Dementsprechend können mit dem als Verlustkern ausgebildeten Stegkern in vorteilhafter Weise sehr enge und filigrane Kühlwasserkanäle im Zylindersteg mit den zuvor beschriebenen Vorteilen dargestellt werden. Außerdem verkürzt sich die Nachbearbeitungszeit des gegossenen Zylinderkurbelgehäuses zum Entfernen des Stegkerns deutlich, da lediglich dieser aus dem fertig gegossenen Zylinderkurbelgehäuse herausgelöst werden muss und nicht zum Beispiel der gesamte Wassermantelkern einschließlich der Stegkerne, wie bei einem aus dem eingangs beschriebenen Stand der Technik bekannten einstückigen, als Verlustkern ausgebildeten Wassermantelkern mit Stegkernen bekannt ist.

**[0026]** Des Weiteren ist es gemäß der Erfindung nicht erforderlich, den als Verlustkern ausgebildeten Stegkern mit einer aus dem Zylinderkurbelgehäuse nach dem Gießen nicht herauslösbaren Ummantelung bzw. Gusschale zu versehen, wie es ebenfalls im eingangs erläuterten Stand der Technik beschrieben ist. Der Stegkern gemäß der Erfindung kann als solcher unmittelbar wie hierin beschrieben vor dem Gießen des Zylinderkurbelgehäuses in die Gießform eingelegt und am Wassermantelkern angebracht werden. Hierdurch werden die Rüstzeit der Vorrichtung wie auch die Taktzeit zur Herstellung des Zylinderkurbelgehäuses verringert.

**[0027]** Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass je gemeinsamer nach dem Gießen ausgebildeter Zylinderwand zweier benachbarter Zylinder der Zylinderreihe, das heißt je Zylindersteg, wenigstens ein Stegkern die beiden gegenüberliegenden Innenlängsseiten des Wassermantelkerns überbrückend am Wassermantelkern gehalten ist. Auf diese Weise bildet jeder Stegkern einen beiden Innenlängsseiten des Wassermantels miteinander verbindenden Kühlwasserkanal im Zylindersteg im fertig gegossenen Zylinderkurbelgehäuse ab. Der Kühlwasserkanal steht somit sowohl auf der einen wie auch auf der gegenüberliegenden Innenlängsseite des Wassermantels mit diesem in fluidleitender Verbindung. Hierbei kann eine Verbindungsstelle zwischen dem Wassermantel und dem Kühlwasserkanal einen Zulauf und die gegenüberliegende Verbindungsstelle zwischen dem Kühlwasserkanal und dem Wassermantel einen Ablauf für das während des Betriebs des Verbrennungsmotors durch den Wassermantel zirkulierende Kühlfluid bilden. Hierdurch wird eine besonders gute Durchströmung des Kühlwasserkanals im Zylindersteg mit Kühlfluid erreicht

und durch den damit einhergehenden, ständig stattfindenden Austausch des Kühlfluids im Kühlwasserkanal eine besonders effektive Kühlung des Zylinderstegs während des Betriebs des Verbrennungsmotors.

**[0028]** Eine noch weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass je gemeinsamer nach dem Gießen ausgebildeter Zylinderwand zweier benachbarter Zylinder der Zylinderreihe, das heißt je Zylindersteg, zwei separate Stegkerne, jeweils einer an der einen Innenlängsseite und der andere an der gegenüberliegenden Innenlängsseite des Wassermantelkerns, am Wassermantelkern gegenüberstehend gehalten sind, wobei gegenüberstehende, freie Enden der beiden gegenüberstehenden Stegkerne voneinander beabstandet sind. Mit anderen Worten erstrecken sich die Stegkerne nicht vollständig von einer Innenlängsseite des Wassermantelkerns zur gegenüberliegenden Innenlängsseite des Wassermantelkerns, so dass sie jeweils einen Kühlwasserkanal in dem fertig gegossenen Zylindersteg abbilden, der jeweils lediglich in einem äußeren, seitlichen Abschnitt des Zylinderstegs verläuft, den Zylindersteg jedoch nicht vollständig von einer Innenlängsseite des Wassermantels bis zur gegenüberliegenden Innenlängsseite des Wassermantels durchsetzt.

**[0029]** Hierdurch lassen sich besonders dünne Zylinderstege ausbilden, in denen ein diesen vollständig von einer Innenlängsseite des Wassermantels zur gegenüberliegenden Innenlängsseite des Wassermantels durchgehender Kühlwasserkanal eine zu hohe mechanische Schwächung des Zylinderstegs bedeuten würde. Eine deutliche Kühlung eines solchen Zylinderstegs kann durch die wenigstens in den äußeren, seitlichen Abschnitten des Zylinderstegs verlaufenden Kühlwasserkanäle aber dennoch erreicht werden.

**[0030]** Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung weist der Stegkern wenigstens einen, sich von einer zu einer gegenüberliegenden Stegkernseite erstreckenden Durchbruch auf, der im am Wassermantelkern gehaltenen Zustand des Stegkerns vor dem Gießen eine Durchtrittsöffnung zwischen den beiden benachbarten Zylinder aufnehmenden Zylinderräumen bildet. Während des Gießens füllt flüssiges Gussmaterial diesen Durchbruch im Stegkern auf, wodurch der sich nach dem Erstarren des Gussmaterials um den Stegkern bildende Zylindersteg mechanisch gestärkt wird.

**[0031]** Hierbei kann es in vorteilhafter Weise vorgesehen sein, dass der Durchbruch im Stegkern vollumfänglich vom Material des Stegkerns umgeben ist. So weist der Stegkern oberhalb und unterhalb sowie zu beiden Seiten des Durchbruchs Kernmaterial auf. Zum Beispiel kann der Durchbruch als Durchgangsbohrung quer durch den Stegkern eingebracht

sein oder eine fensterartige Durchgangsöffnung quer durch den Stegkern bilden. Mit anderen Worten bildet der Stegkern auf diese Weise nach dem Erstarren des Gussmaterials im sich um den Stegkern bildenden Zylindersteg Kühlwasserkanäle aus, die eine Umströmung des nach dem Gießen des Zylinderkurbelgehäuses mit Gussmaterial ausgefüllten Durchbruchs mit Kühlfluid ermöglichen. Hierdurch wird einerseits die mechanische Stabilität des Zylinderstegs verbessert und andererseits seine Kühlung während des Betriebs des Verbrennungsmotors.

**[0032]** In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist der Stegkern am Wassermantelkern form- und/oder reibschlüssig befestigt bzw. gehalten. So kann ein den Wassermantelkern von einer Innenlängsseite zur gegenüberliegenden Innenlängsseite überbrückender Stegkern beispielsweise zwischen den sich gegenüberliegenden Innenseiten des Wassermantelkerns eingeklemmt, das heißt reibschlüssig, an diesem gehalten sein. Alternativ oder zusätzlichen können aber auch Aussparungen bzw. Aufnahmen am Wassermantelkern vorgesehen sein, in die das jeweilige, den Innenlängsseiten des Wassermantelkerns gegenüberliegende Ende des Stegkerns dann formschlüssig eingreifen kann.

**[0033]** Eine noch weitere besonders vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass der Wassermantelkern im Bereich der nach dem Gießen ausgebildeten gemeinsamen Zylinderwand zweier benachbarter Zylinder der Zylinderreihe, das heißt im Bereich des Zylinderstegs, auf beiden gegenüberliegenden Innenlängsseiten gegenüberliegende, einander zugewandte wellenförmige Ausbuchtung aufweist und der Stegkern an jedem am Wassermantelkern gehaltenen Ende eine zur Ausbuchtung des Wassermantelkerns komplementäre Einbuchtung aufweist, in welche die Ausbuchtung des Wassermantelkerns im am Wassermantelkern gehaltenen Zustand des Stegkerns eingreift. In bevorzugter Weise verläuft die derartig vom Wassermantelkern gebildete Ausbuchtung im Wesentlichen entlang einer Verlaufsrichtung einer Zylinderlängsachse, so dass der Stegkern auf einfachste Weise zwischen zwei gegenüberliegende Ausbuchtungen des Wassermantelkerns eingelegt und auf diese aufgeschoben werden kann, so dass der Stegkern von diesen während des Gießens gehalten wird.

**[0034]** Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung weist der Wassermantelkern an seiner Innenlängsseite zur Halterung des Stegkerns einen sich in einen vom Wassermantelkern umgebenen Zylinderraum erstreckenden Vorsprung auf, auf dem das am Wassermantelkern gehaltene Ende des Stegkerns im gehaltenen Zustand aufliegt. Auch hier kann der Stegkern vor dem Gießen des Zylinderkurbelgehäuses auf einfachste, zeitsparende Weise in die Gießform eingelegt und vom Wassermantel-

kern während des Gießens in Position gehalten werden.

**[0035]** Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zur gießtechnischen Herstellung eines Zylinderkurbelgehäuses offenbart, bei dem vor dem Eingießen eines Gussmaterials, beispielsweise einer Metallschmelze, in eine das Äußere des Zylinderkurbelgehäuses abbildende Gießform in selbige wenigstens ein Wassermantelkern zur Abbildung eines Zylinderwände mehrerer in dem Zylinderkurbelgehäuse angeordneter Zylinder, die eine Zylinderreihe bilden, auf beiden Längsseiten und Stirnseiten des Zylinderkurbelgehäuses nach dem Gießen sowie wenigstens ein separater Stegkern zur Abbildung wenigstens eines Kühlwasserkanals, der sich nach dem Gießen des Zylinderkurbelgehäuses ausgehend von dem Wassermantel zumindest teilweise in eine gemeinsame Zylinderwand zweier benachbarter Zylinder der Zylinderreihe, das heißt zumindest teilweise in einen Zylindersteg, erstreckt, angeordnet werden. Erfindungsgemäß wird der Stegkern lediglich mit wenigstens einem, den gegenüberliegenden Innenlängsseiten des Wassermantelkerns zugewandten Ende am Wassermantelkern den Stegkern haltend angebracht.

**[0036]** Bezüglich der Begriffsdefinitionen, Vorteile und Wirkungen eines solchen Verfahrens wird an dieser Stelle auf die entsprechenden, vorstehend beschriebenen, vorrichtungsgemäßen Erläuterungen verwiesen, die in sinngemäßer Weise auch für das Herstellungsverfahren gelten sollen.

**[0037]** Zusätzlich zur Anordnung des wenigstens einen Wassermantelkerns und des wenigstens einen Stegkerns in die Gießform vor dem Eingießen des Gussmaterials können selbstverständlich auch noch weitere Kerne in der Gießform angeordnet werden. Beispielsweise können Zylinderkerne in der Gießform angeordnet werden, die die Zylinderräume der in dem Zylinderkurbelgehäuse angeordneten Zylinder nach dem Gießen abbilden. Es können auch noch andere Kerne beispielsweise zur Abbildung weiterer Kühlkanäle im fertiggestellten Zylinderkurbelgehäuse in der Gießform angeordnet werden. Wesentlich für das erfindungsgemäße Verfahren ist lediglich, dass der wenigstens eine separate Stegkern am Wassermantelkern angebracht und während des Gießens von diesem gehalten wird. Die vorerwähnten weiteren Kerne stellen somit keine Einschränkung für das erfindungsgemäße Verfahren dar.

**[0038]** Besonders bevorzugt wird das Verfahren zur gießtechnischen Herstellung des Zylinderkurbelgehäuses mittels Druckguss ausgeführt, der an sich wohlbekannt ist und daher an dieser Stelle nicht weiter erläutert wird.

**[0039]** Des Weiteren versteht sich, dass zur vollständigen Herstellung des Zylinderkurbelgehäuses nach der Anordnung der Kerne in der Gießform das flüssige Gussmaterial, beispielsweise eine Metallschmelze, in die Gießform gegossen bzw. in diese mit hohem Druck eingebracht wird. Nach dem Füllen der Gießform und nach dem Erstarren des Gussmaterials wird das Zylinderkurbelgehäuse aus der Gießform entformt, wobei zuvor in die Gießform eingebrachten Kerne entfernt werden, die entsprechende Hohlräume bzw. Kühlkanäle im fertiggegossenen Zylinderkurbelgehäuse zurücklassen.

**[0040]** In einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist der Stegkern als Verlustkern mit einem in einer Flüssigkeit lösbaren und/oder einem brennbaren und/oder einem spröden Material ausgebildet und der Wassermantelkern als wiederverwendbarer Kern. Als Material für den Stegkern kann, wie bereits weiter oben beschrieben wurde, beispielsweise Salz (in einer Flüssigkeit lösbar), Kohlenstoff (brennbar) und/oder Glas (spröde) verwendet werden. Als Material des wiederverwendbaren Wassermantelkerns kann beispielsweise ein Metall oder eine Metalllegierung gewählt werden.

**[0041]** In diesem Fall wird der Wassermantelkern zum Entformen des Zylinderkurbelgehäuses luftfrei aus dem erstarrten Zylinderkurbelgehäuse herausgenommen, indem dieser aus dem Zylinderkurbelgehäuse herausgezogen oder herausgedrückt wird. Die Bauweise des Zylinderkurbelgehäuses kann in diesem Fall auch als Open-Deck-Bauweise bezeichnet werden, die an sich wohlbekannt ist und an dieser Stelle nicht weiter erläutert wird. Zur Entfernung des Stegkerns aus dem Zylinderkurbelgehäuse wird dieser mittels Wasser oder einer wässrigen Lösung aufgelöst und aus dem Zylinderkurbelgehäuse herausgewaschen, aus dem Zylinderkurbelgehäuse gegebenenfalls unter Zuführung zusätzlichen Sauerstoffs herausgebrannt und/oder beispielsweise durch Ultraschalleinwirkung oder durch einen unter Druck stehenden Wasserstrahl in kleine Stücke zertrümmert.

**[0042]** Gemäß einer besonders bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung wird das Anbringen des Stegkerns am Wassermantelkern bzw. das Einlegen des Stegkerns in die Gießform automatisiert, das heißt maschinell, durchgeführt, wodurch sich die Rüstzeiten weiter verringern lassen.

**[0043]** Eine noch weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass nach dem Gießen des Zylinderkurbelgehäuses von einer ein Zylinderdeck bildenden Oberfläche des Zylinderkurbelgehäuses wenigstens eine Bohrung in den Zylindersteg bis zu dem in diesem verlaufenden Kühlwasserkanal eingebracht wird. Hierdurch kann eine fluidleitende Verbindung zwischen dem Kühlwasserkanal des Zylinder-

stegs und einem Fluidkanal in einem an dem Zylinderdeck angebrachten Zylinderkopf hergestellt werden. Über eine entsprechende Öffnung in einer zwischen dem Zylinderdeck des Zylinderkurbelgehäuses und dem Zylinderkopf eingefügten Zylinderkopfdichtung kann die Kühlmittelströmung zwischen dem Kühlwasserkanal des Zylinderstegs und dem Zylinderkopf in gewünschter Weise beeinflusst werden, ohne den Kühlwasserkanal im Zylindersteg ändern zu müssen. So lässt sich beispielsweise durch die Größe der Öffnung und/oder deren Anordnung in der Zylinderkopfdichtung der Druckverlust infolge der Kühlmittelströmung von dem Kühlwasserkanal im Zylindersteg durch die Bohrung und/oder die Verteilung der Kühlmittelströmung im Zylinderkurbelgehäuse und dem Zylinderkopf in vorteilhafter Weise steuern.

**[0044]** Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung nicht einschränkend zu verstehender Ausführungsbeispiele der Erfindung, die im Folgenden unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher erläutert wird. In dieser Zeichnung zeigen schematisch:

**Fig. 1** eine perspektivische Querschnittansicht durch ein mittels eines Ausführungsbeispiels einer Vorrichtung gemäß der Erfindung hergestelltes Zylinderkurbelgehäuse im Bereich eines Zylinderstegs,

**Fig. 2** eine perspektivische Querschnittansicht durch ein mittels eines weiteren Ausführungsbeispiels einer Vorrichtung gemäß der Erfindung hergestelltes Zylinderkurbelgehäuse im Bereich eines Zylinderstegs,

**Fig. 3** eine perspektivische Ansicht eines Ausführungsbeispiels eines separaten, als Verlustkern ausgebildeten Stegkerns zur Verwendung in einer Vorrichtung und einem Verfahren gemäß der Erfindung,

**Fig. 4** eine vergrößerte perspektivische Detailansicht einer Querschnittansicht durch ein mittels eines weiteren Ausführungsbeispiels einer Vorrichtung gemäß der Erfindung unter Verwendung des Stegkerns aus **Fig. 3** hergestelltes Zylinderkurbelgehäuse im Bereich eines Zylinderstegs,

**Fig. 5** eine perspektivische Teilansicht eines Ausführungsbeispiels einer Vorrichtung gemäß der Erfindung mit einem wiederverwendbaren Wassermantelkern und daran angebrachten, als Verlustkerne ausgebildeten Stegkernen,

**Fig. 6** eine perspektivische Teilansicht eines weiteren Ausführungsbeispiels einer Vorrichtung gemäß der Erfindung mit einem wiederverwendbaren Wassermantelkern und daran angebrachten, als Verlustkerne ausgebildeten Stegkernen und

**Fig. 7** eine perspektivische Querschnittansicht durch ein noch weiteres Ausführungsbeispiel einer Vorrichtung gemäß der Erfindung mit einem wiederverwendbaren Wassermantelkern und einem daran angebrachten, als Verlustkern ausgebildeten Stegkern.

**[0045]** In den unterschiedlichen Figuren sind hinsichtlich ihrer Funktion gleichwertige Teile stets mit denselben Bezugszeichen versehen, so dass diese in der Regel auch nur einmal beschrieben werden.

**[0046]** **Fig. 1** stellt eine perspektivische Querschnittansicht durch ein mittels eines Ausführungsbeispiels einer Vorrichtung (nicht dargestellt) gemäß der Erfindung hergestelltes Zylinderkurbelgehäuse **1** für einen Verbrennungsmotor im Bereich eines Zylinderstegs **2**, die eine gemeinsame Zylinderwand **2** zweier benachbarter Zylinder **3** darstellt. Wie in **Fig. 3** zu erkennen ist, sind die Zylinder **3** jeweils von einer geschlossenen Zylinderwand **4** umgeben, wobei der Zylindersteg **2** den Teil der Zylinderwand **4** bildet, der von zwei benachbarten Zylindern **3** gemeinsam genutzt wird.

**[0047]** Wie **Fig. 1** weiter zu entnehmen ist, ist ein alle Zylinder **3** bzw. deren Zylinderwände **4** umgebender Wassermantel **5** auf beiden Längsseiten und Stirnseiten des Zylinderkurbelgehäuses **1** in dem Zylinderkurbelgehäuse **1** vorgesehen. Des Weiteren ist ein Kühlwasserkanal **6** im geschnitten dargestellten Zylindersteg **2** zu erkennen, der sich ausgehend von der in **Fig. 1** linken Innenlängsseite des Wassermantels **5** zur gegenüberliegenden rechten Innenlängsseite des Wassermantels **5** erstreckt, diesen folglich zwischen den beiden gegenüberliegenden Innenlängsseiten des Wassermantels **5** fluidleitend überbrückt. Im nicht geschnitten dargestellten hinteren Zylindersteg **2** des in **Fig. 1** dargestellten Zylinderkurbelgehäuses **1** ist der Kühlwasserkanal **6** nicht zu erkennen, da er sich im Zylindersteg **2** unterhalb einer ein Zylinderdeck **7** bildenden Oberfläche erstreckt.

**[0048]** Besonders bevorzugt ist der Kühlwasserkanal **6** in unmittelbarer Nähe zum Verbrennungsraum des Zylinders **3**, in dem die Verbrennungsvorgänge beim Betrieb des Verbrennungsmotors stattfinden, angeordnet, mithin nahe dem Zylinderdeck **7**.

**[0049]** Auf dem Zylinderdeck **7** wird zur vollständigen Fertigung des Verbrennungsmotors in an sich bekannter Weise ein Zylinderkopf (nicht dargestellt) angebracht und mit dem Zylinderkurbelgehäuse **1** fest verbunden. Der oben erwähnte Verbrennungsraum jedes Zylinders **3** befindet sich in einem oberen, an den Zylinderkopf angrenzenden Teil des Zylinders **3**. Zwischen dem Zylinderkurbelgehäuse **1** und dem Zylinderkopf wird zur Abdichtung des Wassermantels **5** gegenüber den Zylinder- bzw. Verbrennungsraum

men der Zylinder **3** in ebenfalls bekannter Weise eine Zylinderkopfdichtung (nicht dargestellt) eingefügt.

**[0050]** Wie in **Fig. 1** zu erkennen ist, weist jeder Zylindersteg **2** eine Bohrung **8** auf, die sich von der Oberfläche des Zylinderdecks **7** bis zum Kühlwasserkanal **6** durch den Zylindersteg **2** erstreckt. Die Bohrung **8** schafft eine fluidleitende Verbindung zwischen dem Kühlwasserkanal **6** und einem nicht dargestellten Kühlmittelkanal bzw. einer Kühlmittelsammelleiste im Zylinderkopf zusätzlich zur fluidleitenden Verbindung zwischen dem Kühlwasserkanal **6** und dem Wassermantel **5**. Die Bohrung **8** kann nach dem Gießen des Zylinderkurbelgehäuses **1** durch eine spanende Bearbeitung in den Zylindersteg **2** eingebracht werden.

**[0051]** Mit einer im Bereich der Öffnung der Bohrung **8** im Zylinderdeck **7** angeordneten korrespondierenden Öffnung (nicht dargestellt) in der Zylinderkopfdichtung lässt sich die Kühlmittelströmung, insbesondere der Druckverlust sowie die Verteilung der Kühlmittelströmung im Zylinderkurbelgehäuse **1** und im Zylinderkopf in weiter oben beschriebener Weise steuern.

**[0052]** Das in **Fig. 1** dargestellte Zylinderkurbelgehäuse **1** wurde mittels Druckguss in einer Open-Deck-Bauweise hergestellt.

**[0053]** **Fig. 2** stellt eine perspektivische Querschnittsansicht durch ein mittels eines weiteren Ausführungsbeispiels einer Vorrichtung (nicht dargestellt) gemäß der Erfindung hergestelltes Zylinderkurbelgehäuse **9** im Bereich eines Zylinderstegs **2** dar. Wie aus einem Vergleich mit dem Zylinderkurbelgehäuse **1** aus **Fig. 1** zu erkennen ist, ist der Kühlwasserkanal **10** im Zylindersteg **2** des Zylinderkurbelgehäuses **9** wesentlich breiter ausgebildet, das heißt er erstreckt sich über einen wesentlich längeren Abschnitt des Zylinderstegs **2** in Richtung einer Zylinderlängsachse. Hierdurch lässt sich die Kühlleistung des Zylinderstegs **2** weiter steigern.

**[0054]** **Fig. 3** stellt eine perspektivische Ansicht eines Ausführungsbeispiels eines separaten, als Verlustkern ausgebildeten Stegkerns **11** zur Verwendung in einer Vorrichtung und einem Verfahren gemäß der Erfindung dar. Der Stegkern **11** ist bei dieser Ausführungsform als Salzkern ausgebildet, der in einer wässrigen Lösung lösbar ist. Wie **Fig. 3** zu entnehmen ist, verzüngt sich der Stegkern **11** ausgehend von einem seiner beiden Enden **12** in Richtung seiner Mitte **13**, wo er die geringste Breite aufweist.

**[0055]** **Fig. 4** stellt eine vergrößerte perspektivische Detailansicht einer Querschnittsansicht durch ein mittels eines weiteren Ausführungsbeispiels einer Vorrichtung (nicht dargestellt) gemäß der Erfindung unter Verwendung des Stegkerns **11** aus **Fig. 3** herge-

stelltes Zylinderkurbelgehäuse **14** im Bereich eines Zylinderstegs **2** dar.

**[0056]** Wie in **Fig. 4** zu erkennen ist, ist der durch den Stegkern **11** im Zylindersteg **2** abgebildete Kühlwasserkanal **15** unmittelbar unterhalb der das Zylinderdeck **7** bildenden Oberfläche des Zylinderkurbelgehäuses **14** angeordnet, das heißt in unmittelbarer Nähe zum Verbrennungsraum des Zylinders **3**, in dem die Verbrennungsvorgänge während des Betriebs des Verbrennungsmotors stattfinden.

**[0057]** Mit Hilfe der in **Fig. 3** dargestellten Form des Stegkerns **11** lassen sich auch in besonders dünnen Zylinderstegen **2**, deren Breite bzw. Dicke an der dünnsten Stelle beispielsweise kleiner als 5 mm oder kleiner als 3 mm oder sogar kleiner als 2 mm ist, den gesamten Zylindersteg **2** von einer Innenlängsseite des Wassermantels **5** bis zur gegenüberliegenden Innenlängsseite des Wassermantels **5** durchziehende Kühlwasserkanäle **15** abbilden, wie in **Fig. 4** dargestellt ist. Der Stegkern **11** wird hierbei vor dem Gießen des Zylinderkurbelgehäuses **14** derart angeordnet, dass seine Mitte **13** mit geringstem Durchmesser im Wesentlichen im Bereich des Zylinderstegs **2** mit der geringsten Materialdicke positioniert ist.

**[0058]** **Fig. 5** stellt eine perspektivische Teilansicht eines Ausführungsbeispiels einer Vorrichtung **16** gemäß der Erfindung mit einem wiederverwendbaren Wassermantelkern **17**, der hier eine aus Metall gebildete Kokille darstellt, und daran angebrachten, als Verlustkerne, insbesondere Salzkern, ausgebildeten, separaten Stegkernen **18** dar. In **Fig. 5** ist eine Gießform, in welche der Wassermantelkern **17** einschließlich der Stegkerne **18** vor dem Gießen angeordnet werden, nicht dargestellt. Der in **Fig. 5** dargestellte Wassermantelkern **17** sowie die daran angebrachten Stegkerne **18** wurden zur Herstellung des in **Fig. 2** dargestellten Zylinderkurbelgehäuses **9** verwendet. Es ist demnach zu verstehen, dass die in **Fig. 5** nicht dargestellte Gießform das Äußere des Zylinderkurbelgehäuses **9** abbildet.

**[0059]** Wie **Fig. 5** zu entnehmen ist, sind die Stegkerne **18** jeweils lediglich an ihren beiden, den gegenüberliegenden Innenlängsseiten des Wassermantelkerns **17** zugewandten Enden **12** am Wassermantelkern **17** gehalten. Somit überbrückt jeder Stegkern **18** die beiden gegenüberliegenden Innenlängsseiten des Wassermantelkerns **17**, so dass sie den in **Fig. 2** dargestellten Kühlwasserkanal **10** nach dem Gießen des Zylinderkurbelgehäuses **9** und nach dem Entfernen des jeweiligen Stegkerns **18** bilden.

**[0060]** In **Fig. 5** ist weiterhin zu erkennen, dass der Wassermantelkern **17** im Bereich der nach dem Gießen ausgebildeten gemeinsamen Zylinderwände **2** zweier benachbarter Zylinder **3** der Zylinderreihe des Zylinderkurbelgehäuses **9** (**Fig. 2**) auf beiden gegen-

überliegenden Innenlängsseiten gegenüberliegende, einander zugewandte wellenförmige Ausbuchtung **19** aufweist. Die Stegkerne **18** sind bei dem in **Fig. 5** dargestellten Ausführungsbeispiel an ihren gehaltenen Enden **12** jeweils ähnlich ausgebildet wie die Enden **12** des in **Fig. 3** dargestellten Stegkerns **11**. Die gehaltenen Enden **12** der Stegkerne **18**, über welche die Stegkerne **18** einzig am Wassermantelkern **17** gehalten sind, weisen nämlich eine zur Ausbuchtung **19** des Wassermantelkerns **17** komplementäre Einbuchtung **20** auf, wie sie deutlich am in **Fig. 3** dargestellten Stegkern **11** zu erkennen ist. In dem in **Fig. 5** dargestellten gehaltenen Zustand jedes Stegkerns **18** am Wassermantelkern **17** greift jeweils eine Ausbuchtung **19** des Wassermantelkerns **17** in eine entsprechende Einbuchtung **20** des Stegkerns **18** ein, wodurch dieser während des Gießens am Wassermantelkern **17** in Position gehalten wird.

**[0061]** **Fig. 6** stellt eine perspektivische Teilansicht eines weiteren Ausführungsbeispiels einer Vorrichtung **21** gemäß der Erfindung mit einem wiederverwendbaren Wassermantelkern **17** und daran angebrachten, als Verlustkerne ausgebildeten Stegkernen **22** dar. In **Fig. 6** ist die Gießform ebenfalls nicht dargestellt.

**[0062]** Bei dem in **Fig. 6** dargestellten Ausführungsbeispiel der Vorrichtung **21** sind je gemeinsamer nach dem Gießen ausgebildeter Zylinderwand (nicht dargestellt) zweier benachbarter Zylinder (ebenfalls nicht dargestellt) der Zylinderreihe zwei separate Stegkerne **22**, jeweils einer an der einen Innenlängsseite und der andere an der gegenüberliegenden Innenlängsseite des Wassermantelkerns **17**, am Wassermantelkern **17** gegenüberstehend gehalten. Hierbei sind gegenüberstehende, freie Enden **23** zweier jeweils gegenüberstehender Stegkerne **22** voneinander beabstandet. Mit anderen Worten erstrecken sich die Stegkerne **22** nicht vollständig von einer Innenlängsseite des Wassermantelkerns **17** zur gegenüberliegenden Innenlängsseite des Wassermantelkerns **17**, so dass sie jeweils einen Kühlwasserkanal in dem fertig gegossenen Zylindersteg abbilden, der jeweils lediglich in einem wassermantelnahen äußeren, seitlichen Abschnitt des Zylinderstegs verläuft, den Zylindersteg jedoch nicht vollständig von einer Innenlängsseite des Wassermantels bis zur gegenüberliegenden Innenlängsseite des Wassermantels durchsetzt.

**[0063]** **Fig. 7** stellt eine perspektivische Querschnittsansicht durch ein noch weiteres Ausführungsbeispiel einer Vorrichtung **24** gemäß der Erfindung mit einem wiederverwendbaren Wassermantelkern **17** und einem daran angebrachten, als Verlustkern ausgebildeten Stegkern **25** dar. Bei diesem Ausführungsbeispiel ist zu erkennen, dass der Stegkern **25** einen, sich von einer zu einer gegenüberliegenden Stegkernseite erstreckenden Durchbruch **26** aufweist, der

im am Wassermantelkern **17** gehaltenen Zustand des Stegkerns **25** vor dem Gießen eine Durchtrittsöffnung zwischen den beiden benachbarten Zylinder aufnehmenden Zylinderräumen **27** bildet, von denen in **Fig. 7** lediglich der hintere der beiden benachbarten Zylinder zu erkennen ist.

**[0064]** Insbesondere ist der Durchbruch **26** im in **Fig. 7** dargestellten Stegkern **25** vollumfänglich vom Material des Stegkerns **25** umgeben. So weist der Stegkern **25** oberhalb und unterhalb sowie zu beiden Seiten des Durchbruchs **26** Kernmaterial auf. Bei dem dargestellten Stegkern **25** wird der Durchbruch **26** durch eine fensterartige Durchgangsöffnung quer durch den Stegkern **25** gebildet. Nach dem Erstarren des Gussmaterials bilden sich daher im sich um den Stegkern **25** bildenden Zylindersteg Kühlwasserkanäle aus, die eine Umströmung des nach dem Gießen des Zylinderkurbelgehäuses mit Gussmaterial ausgefüllten Durchbruchs **26** mit Kühlfluid ermöglichen. Im in **Fig. 7** dargestellten Fall wird somit oberhalb und unterhalb des Durchbruchs **26** nach dem Gießen und Entfernen des Stegkerns **25** jeweils eine fluidleitende Verbindung zwischen der linken Innenlängsseite des Wassermantelkerns **17** und der gegenüberliegenden rechten Innenlängsseite des Wassermantelkerns **17** gebildet.

**[0065]** Des Weiteren lässt sich in **Fig. 7** erkennen, dass der Wassermantelkern **17** an jeder seiner beiden Innenlängsseiten zur Halterung des Stegkerns **25** einen sich in einen vom Wassermantelkern **17** umgebenen Zylinderraum **27** erstreckenden Vorsprung **28** aufweist, auf dem das am Wassermantelkern **17** gehaltene Ende **12** des Stegkerns **25** im gehaltenen Zustand aufliegt, so dass der Stegkern **25** in seiner vorgesehenen Position während des Gießens vom Wassermantelkern **17** sicher gehalten wird.

**[0066]** Die vorstehend beschriebene erfindungsgemäße Vorrichtung sowie das erfindungsgemäße Verfahren sind nicht auf die hierin offenbarten Ausführungsformen beschränkt, sondern umfassen jeweils auch gleich wirkende weitere Ausführungsformen. Insbesondere sind die Vorrichtung und das Verfahren nicht auf die gießtechnische Abbildung einer bestimmten Anzahl an Zylindern in dem Zylinderkurbelgehäuse beschränkt. In dem Zylinderkurbelgehäuse können zwei oder mehr als zwei Zylinder angeordnet sein, wobei in den gemeinsamen Zylinderwänden benachbarter Zylinder jeweils wenigstens ein Kühlwasserkanal mittels des wenigstens einen Stegkerns abgebildet wird.

**[0067]** In bevorzugter Ausführung werden die erfindungsgemäße Vorrichtung und das erfindungsgemäße Verfahren zur gießtechnischen Herstellung eines mehrzylindrigen Zylinderkurbelgehäuses für einen Verbrennungsmotor mittels Druckguss verwendet.

Bezugszeichenliste

- 1 Zylinderkurbelgehäuse
- 2 Zylindersteg
- 3 Zylinder
- 4 Zylinderwand
- 5 Wassermantel
- 6 Kühlwasserkanal
- 7 Zylinderdeck
- 8 Bohrung
- 9 Zylinderkurbelgehäuse
- 10 Kühlwasserkanal
- 11 Stegkern
- 12 Gehaltertes Ende von 11
- 13 Mitte von 11
- 14 Zylinderkurbelgehäuse
- 15 Kühlwasserkanal
- 16 Vorrichtung zur Herstellung eines Zylinderkurbelgehäuses
- 17 Wassermantelkern
- 18 Stegkern
- 19 Ausbuchtung
- 20 Einbuchtung
- 21 Vorrichtung zur Herstellung eines Zylinderkurbelgehäuses
- 22 Stegkern
- 23 Freies Ende von 22
- 24 Vorrichtung zur Herstellung eines Zylinderkurbelgehäuses
- 25 Stegkern
- 26 Durchbruch
- 27 Zylinderraum
- 28 Vorsprung

**ZITATE ENHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- US 2011/0030627 A1 [0003]
- DE 102007041010 A1 [0003]
- US 9388763 B2 [0004]
- DE 102010047325 A1 [0004]
- US 7278381 B2 [0004]
- DE 102005014755 A1 [0004]
- US 2005/0150476 A1 [0005]
- DE 10235910 A1 [0005]
- US 2006/0124082 A1 [0006]
- DE 10233359 A1 [0006]
- US 2011/0174246 A1 [0007]
- DE 102007023060 A1 [0007]
- US 2016/0040621 A1 [0008]
- DE 102015111966 A1 [0008]

### Patentansprüche

1. Vorrichtung zur gießtechnischen Herstellung eines Zylinderkurbelgehäuses (1, 9, 14) für einen Verbrennungsmotor mit einer das Äußere des Zylinderkurbelgehäuses (1, 9, 14) abbildenden Gießform, wenigstens einem Wassermantelkern (17) zur Abbildung einer Zylinderwand (4) mehrerer in dem Zylinderkurbelgehäuse (1, 9, 14) angeordneter Zylinder (3), die eine Zylinderreihe bilden, auf beiden Längsseiten und Stirnseiten des Zylinderkurbelgehäuses (1, 9, 14) umgebenden Wassermantels (5) des Zylinderkurbelgehäuses (1, 9, 14) nach dem Gießen und wenigstens einem separaten Stegkern (11, 18, 22, 25) zur Abbildung wenigstens eines Kühlwasserkanals (6, 10, 15), der sich nach dem Gießen des Zylinderkurbelgehäuses (1, 9, 14) ausgehend von dem Wassermantel (5) zumindest teilweise in eine gemeinsame Zylinderwand (2) zweier benachbarter Zylinder (3) der Zylinderreihe erstreckt, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Stegkern (11, 18, 22, 25) lediglich an wenigstens einem, den gegenüberliegenden Innenlängsseiten des Wassermantelkerns (17) zugewandten Ende (12) am Wassermantelkern (17) gehalten ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Stegkern (11, 18, 22, 25) als Verlustkern mit einem in einer Flüssigkeit löslichen und/oder einem brennbaren und/oder einem spröden Material ausgebildet ist und der Wassermantelkern (17) als wiederverwendbarer Kern ausgebildet ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass je gemeinsamer nach dem Gießen ausgebildeter Zylinderwand (2) zweier benachbarter Zylinder (3) der Zylinderreihe wenigstens ein Stegkern (11, 18, 25) die beiden gegenüberliegenden Innenlängsseiten des Wassermantelkerns (17) überbrückend am Wassermantelkern (17) gehalten ist.

4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass je gemeinsamer nach dem Gießen ausgebildeter Zylinderwand (2) zweier benachbarter Zylinder (3) der Zylinderreihe zwei separate Stegkerne (22), jeweils einer an der einen Innenlängsseite und der andere an der gegenüberliegenden Innenlängsseite des Wassermantelkerns (17), am Wassermantelkern (17) gegenüberstehend gehalten sind und gegenüberstehende, freie Enden (23) der beiden gegenüberstehenden Stegkerne (22) voneinander beabstandet sind.

5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Stegkern (25) wenigstens einen, sich von einer zu einer gegenüberliegenden Stegkernseite erstreckenden Durchbruch (26) aufweist, der im am Wassermantelkern (17) gehaltenen Zustand des Stegkerns

(25) vor dem Gießen eine Durchtrittsöffnung zwischen den beiden benachbarten Zylinder (3) aufnehmenden Zylinderräumen (27) bildet.

6. Vorrichtung nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Durchbruch (26) vollumfänglich vom Material des Stegkerns (25) umgeben ist.

7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Stegkern (11, 18, 22, 25) am Wassermantelkern (17) form- und/oder reibschlüssig befestigt ist.

8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Wassermantelkern (17) im Bereich der nach dem Gießen ausgebildeten gemeinsamen Zylinderwand (2) zweier benachbarter Zylinder (3) der Zylinderreihe auf beiden gegenüberliegenden Innenlängsseiten gegenüberliegende, einander zugewandte wellenförmige Ausbuchtung (19) aufweist und der Stegkern (11, 18, 22, 25) an jedem am Wassermantelkern (17) gehaltenen Ende (12) eine zur Ausbuchtung (19) des Wassermantelkerns (17) komplementäre Einbuchtung (20) aufweist, in welche die Ausbuchtung (19) des Wassermantelkerns (17) im am Wassermantelkern (17) gehaltenen Zustand des Stegkerns (11, 18, 22, 25) eingreift.

9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Wassermantelkern (17) an seiner Innenlängsseite zur Halterung des Stegkerns (11, 18, 22, 25) einen sich in einen vom Wassermantelkern (17) umgebenen Zylinderraum (27) erstreckenden Vorsprung (28) aufweist, auf dem das am Wassermantelkern (17) gehaltene Ende (12) des Stegkerns (11, 18, 22, 25) im gehaltenen Zustand aufliegt.

10. Verfahren zur gießtechnischen Herstellung eines Zylinderkurbelgehäuses (1, 9, 14) für einen Verbrennungsmotor, bei dem vor dem Eingießen eines Gussmaterials in eine das Äußere des Zylinderkurbelgehäuses (1, 9, 14) abbildende Gießform in diese wenigstens ein Wassermantelkern (17) zur Abbildung einer Zylinderwand (4) mehrerer in dem Zylinderkurbelgehäuse (1, 9, 14) angeordneter Zylinder (3), die eine Zylinderreihe bilden, auf beiden Längsseiten und Stirnseiten des Zylinderkurbelgehäuses (1, 9, 14) umgebenden Wassermantels (5) des Zylinderkurbelgehäuses (1, 9, 14) nach dem Gießen und wenigstens ein separater Stegkern (11, 18, 22, 25) zur Abbildung wenigstens eines Kühlwasserkanals (6, 10, 15), der sich nach dem Gießen des Zylinderkurbelgehäuses (1, 9, 14) ausgehend von dem Wassermantel (5) zumindest teilweise in eine gemeinsame Zylinderwand (2) zweier benachbarter Zylinder (3) der Zylinderreihe erstreckt, angeordnet werden, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Stegkern

(11, 18, 22, 25) lediglich mit wenigstens einem, den gegenüberliegenden Innenlängsseiten des Wassermantelkerns (17) zugewandten Ende (12) am Wassermantelkern (17) den Stegkern (11, 18, 22, 25) haltend angebracht wird.

Es folgen 6 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

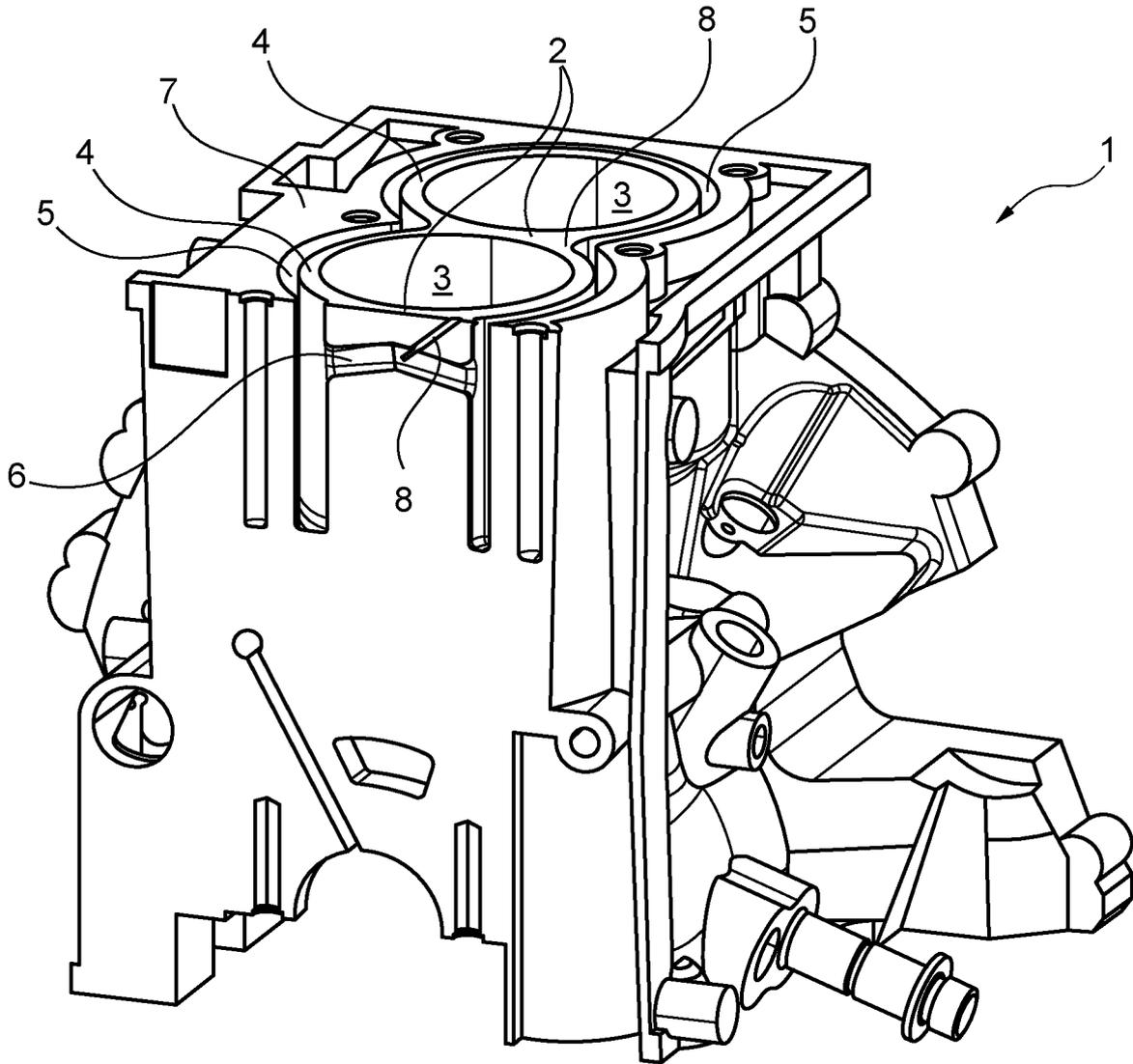


Fig. 1

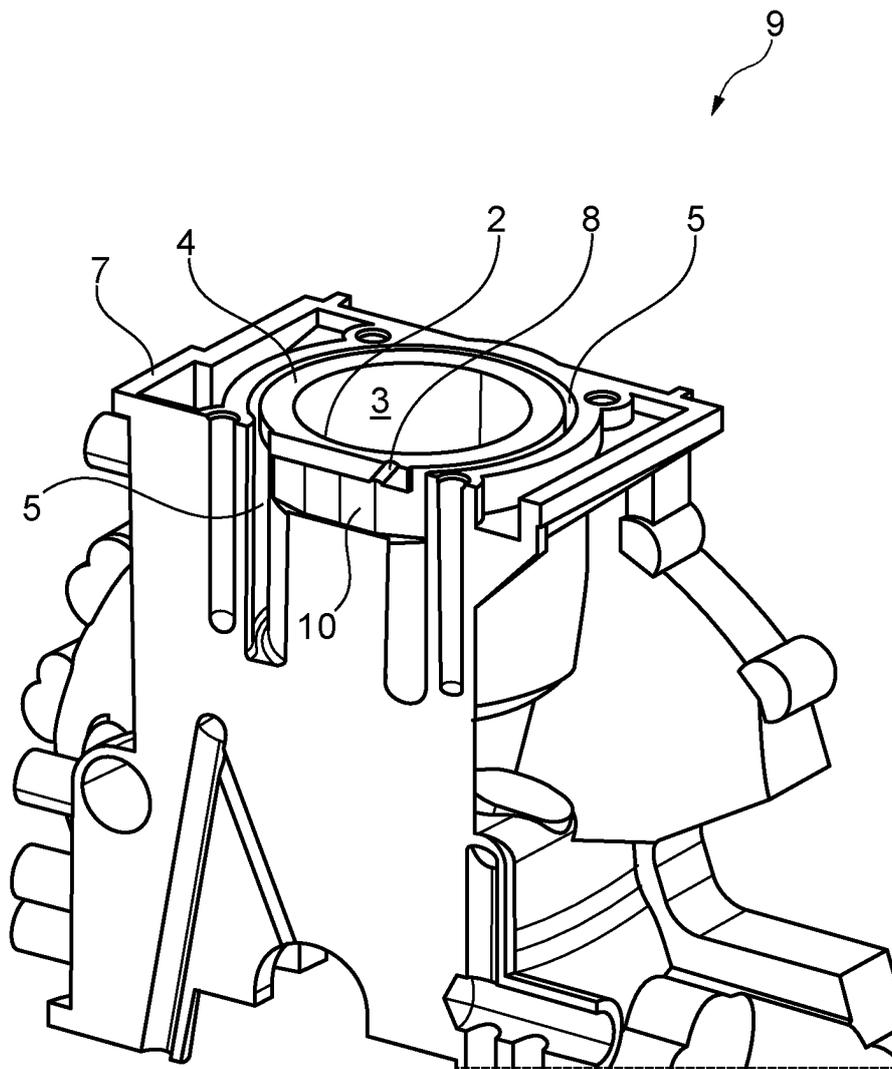


Fig. 2

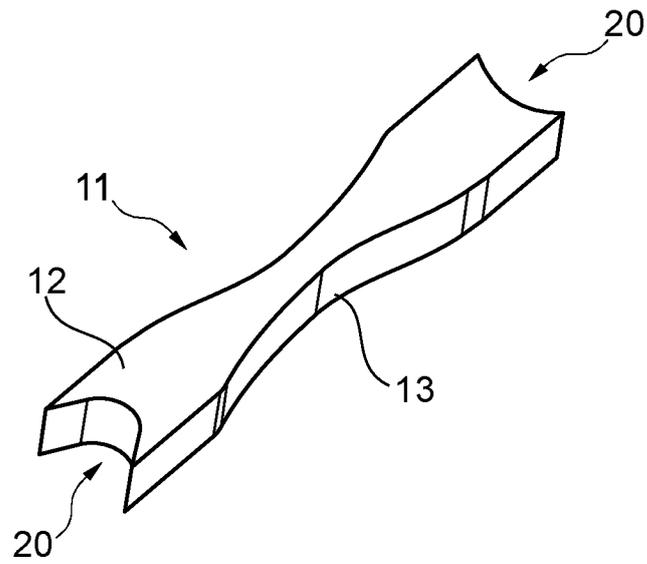


Fig. 3

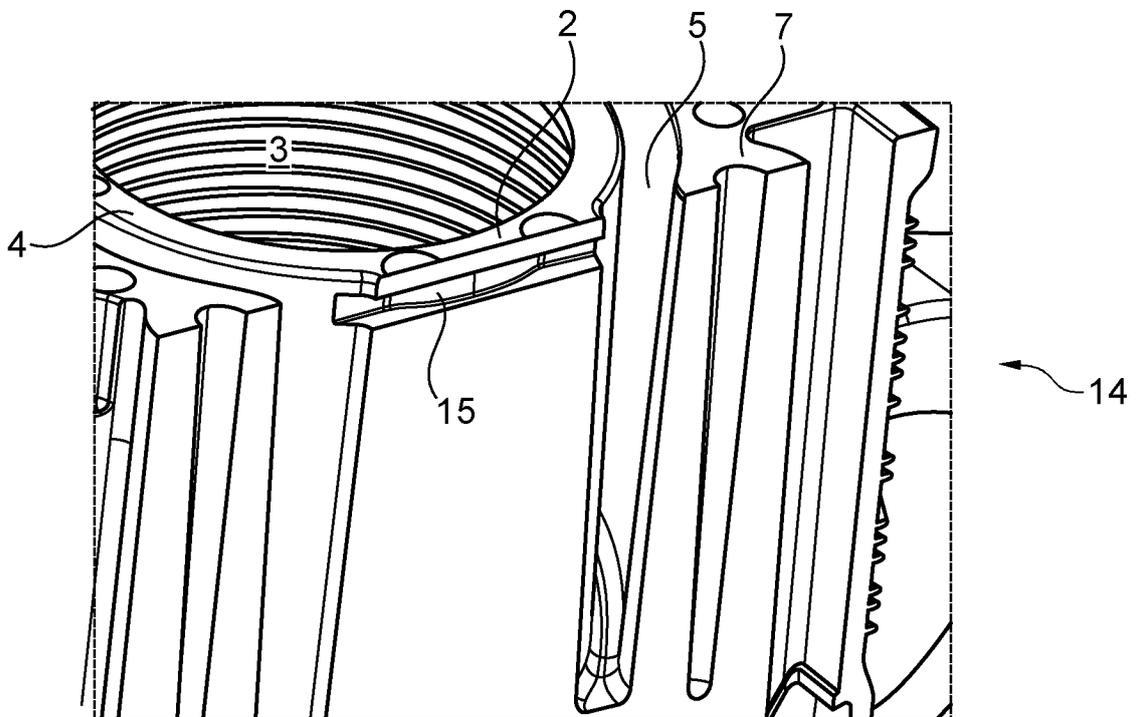


Fig. 4

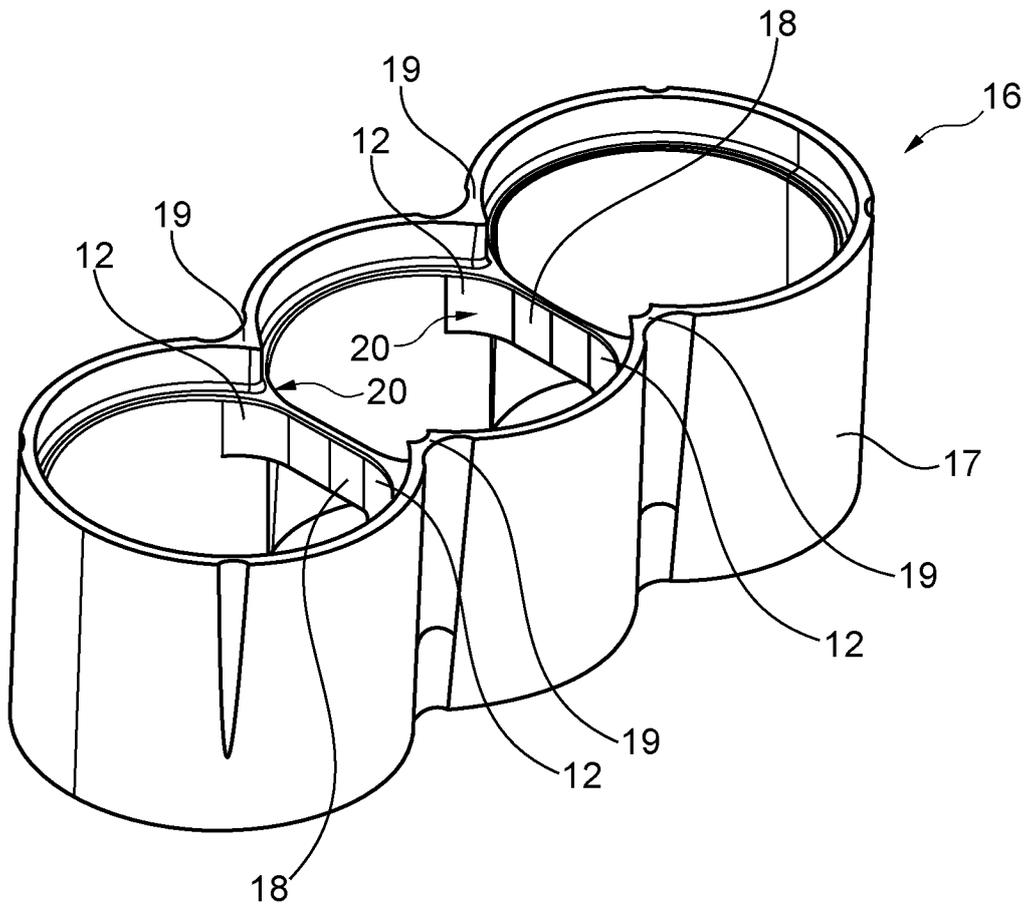


Fig. 5

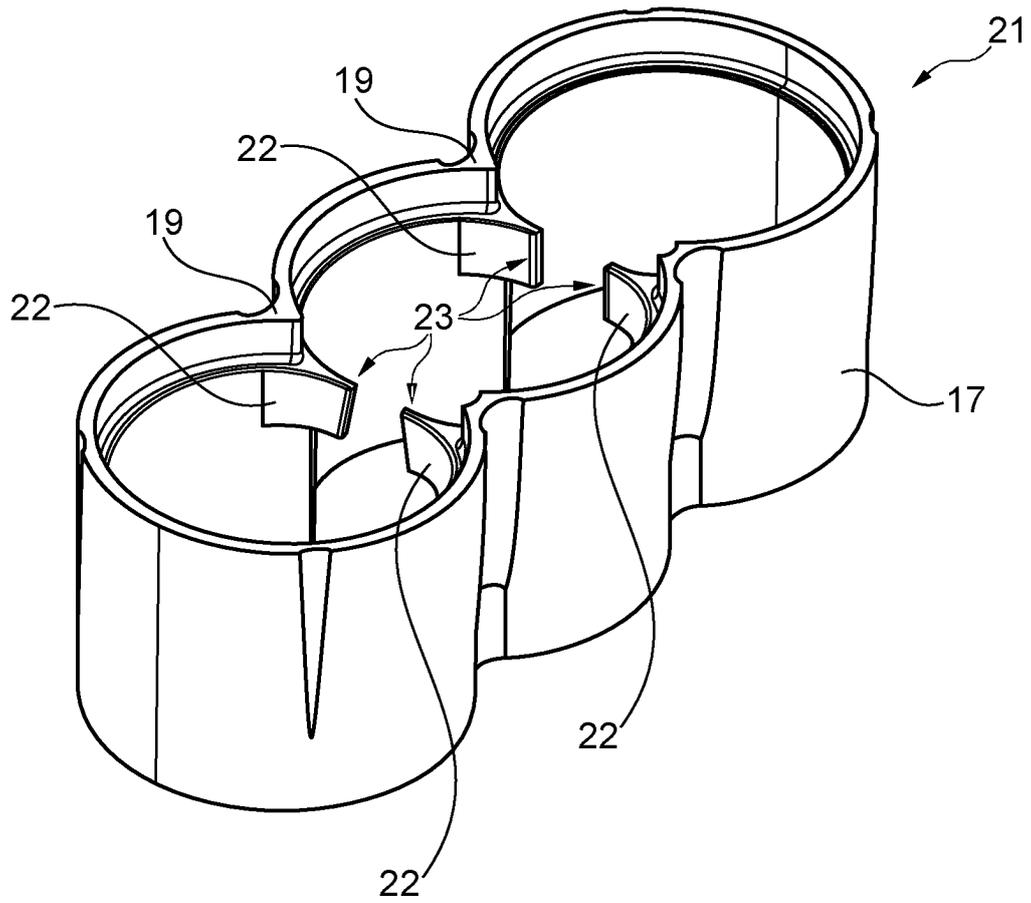


Fig. 6

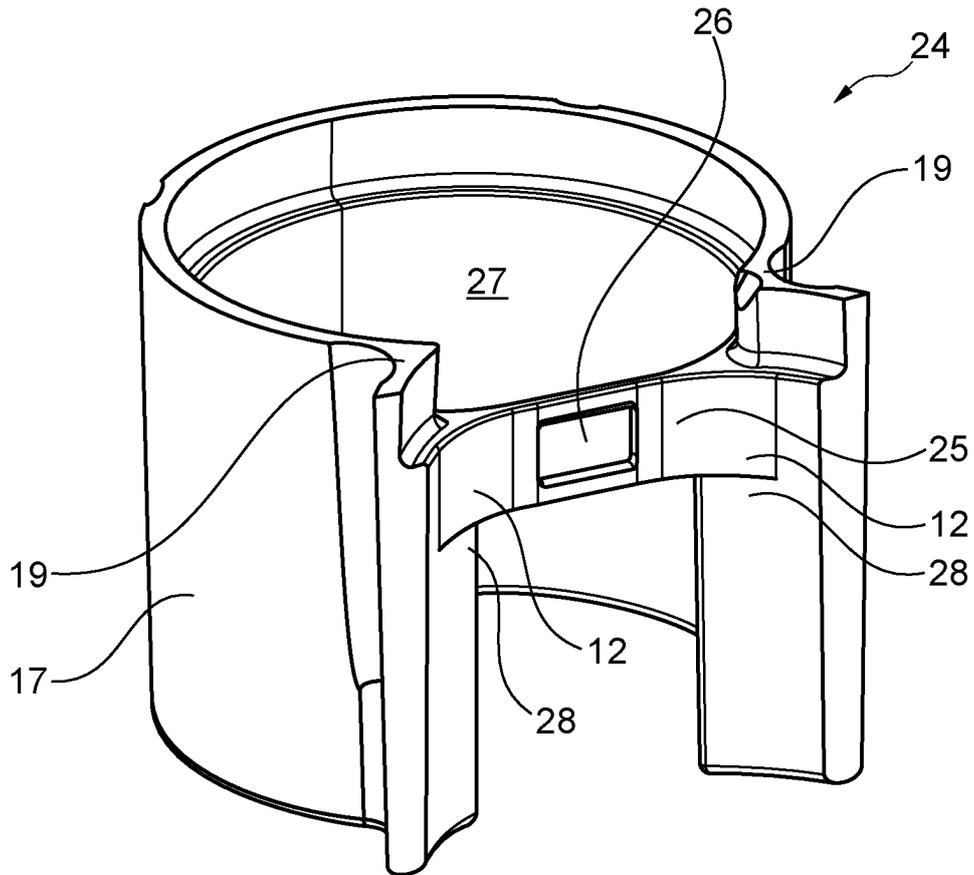


Fig. 7