

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
15. Oktober 2020 (15.10.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/208227 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B22C 5/12 (2006.01) B22C 9/12 (2006.01)
B22C 9/02 (2006.01) B22C 23/02 (2006.01)
B22C 9/06 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2020/060321

(22) Internationales Anmeldedatum:
10. April 2020 (10.04.2020)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2019 205 282.7
11. April 2019 (11.04.2019) DE

(71) Anmelder: **FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR
FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG
E.V.** [DE/DE]; Hansastraße 27c, 80686 München (DE).

(72) Erfinder: **WÖSTMANN, Franz-Josef**; c/o Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung, Wiener Straße 12, 28359 Bremen (DE). **STUMM, Lukas**; c/o Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung, Wiener Straße 12, 28359 Bremen (DE). **SOLTMANN, Christian**; c/o Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung, Wiener Straße 12, 28359 Bremen (DE).

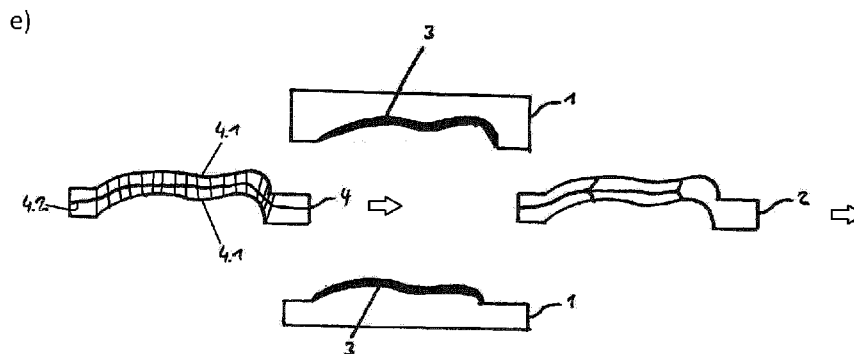
(74) Anwalt: **PFENNING, MEINIG & PARTNER MBB**; Joachimsthaler Straße 10-12, 10719 Berlin (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,

(54) Title: SYSTEM AND METHOD FOR PRODUCING A CASTING MOULD

(54) Bezeichnung: SYSTEM UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINER GIEßFORM

Fig. 1



(57) **Abstract:** Method for producing a casting mould, comprising the following steps: providing a shell having at least two shell parts that are arrangeable such that they enclose a cavity between one another; arranging a filling device on at least a first shell part of the at least two shell parts such that a first void, which is a subregion of the cavity that is able to be formed between the shell parts, remains between a surface region of the first shell part, which bounds the cavity that is able to be formed between the shell parts, and the filling device; introducing a moulding material into the first void through one or more channels that are formed in or by the filling device; removing the filling device, wherein the moulding material remains on the first shell part; arranging a calibration device on the first shell part such that a surface region of the calibration device comes into contact with the moulding material; removing the calibration device. System for producing the casting mould. Method for producing a casting using the casting mould.

(57) **Zusammenfassung:** Verfahren zur Herstellung einer Gießform, die folgenden Schritte umfassend: Bereitstellen einer Kokille mit mindestens zwei Kokillenteilen, die so anordenbar sind, dass sie zwischen sich eine Kavität einschließen, Anordnen einer Füllvorrichtung an zumindest einem ersten Kokillenteil der mindestens zwei Kokillenteile, so dass zwischen einem Oberflächenbereich des ersten Kokillenteils, der die zwischen den Kokillenteilen ausbildbare Kavität begrenzt, und der Füllvorrichtung ein erster Hohlraum verbleibt, der ein Teilbereich der zwischen den Kokillenteilen ausbildbaren Kavität ist, Einbringen eines Formstoffs in den ersten Hohlraum durch einen oder mehrere Kanäle, die in der oder durch die Füllvorrichtung ausgebildet sind, Entfernen der Füllvorrichtung, wobei der Formstoff an dem ersten Kokillenteil verbleibt, Anordnen einer Kalibriervorrichtung an dem ersten Kokillenteil, so dass ein Oberflächenbereich der Kalibriervorrichtung den Formstoff kontaktiert, Entfernen der Kalibriervorrichtung. System zur Herstellung der Gießform.

BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (*soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart*): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

System und Verfahren zur Herstellung einer Gießform

Die Anmeldung betrifft ein System und ein Verfahren zur Herstellung einer Gießform.

5

Die Fertigung dünnwandiger Gussteile aus Metallen mit hoher Gießtemperatur stellt hohe Anforderungen an die Gießform und das Gießverfahren. Die verfahrensinhärenten Eigenschaften klassischer Gießverfahren wie Sandguss, Kokillenguss oder Feinguss begrenzen zum Teil die Möglichkeiten hinsichtlich der erreichbaren minimalen Wandstärke, Formgenauigkeit oder Wirtschaftlichkeit. Das Erreichen der gewünschten Eigenschaften des Gussteils ist in der Praxis oft gar nicht oder nur zulasten der Wirtschaftlichkeit möglich, wobei beispielsweise kurze Kokillenstandzeiten, zeitaufwändige Gussprozesse oder große benötigte Formstoffmengen in Kauf genommen werden müssen.

15

Vor diesem Hintergrund ist es Aufgabe der Erfindung, eine kostengünstige Herstellung besonders dünnwandiger Gussteile zu ermöglichen.

Dies wird durch ein Verfahren gemäß Anspruch 1 oder ein System gemäß Anspruch 11 gelöst.

5 Vorteilhafte Ausführungen ergeben sich aus den abhängigen Unteransprüchen sowie aus der Beschreibung und den Figuren.

10 Das Verfahren kann dabei die nachfolgend aufgeführten Schritte umfassen, die beispielsweise in der hier gezeigten Reihenfolge ausgeführt werden können:

 Eine Kokille mit mindestens zwei Kokillenteilen wird bereitgestellt, wobei die mindestens zwei Kokillenteile so anordenbar sind, dass sie zwischen sich eine Kavität einschließen.

15 Eine Füllvorrichtung wird an zumindest einem ersten der mindestens zwei Kokillenteile angeordnet, so dass zwischen einem Oberflächenbereich des ersten Kokillenteils, der die zwischen den Kokillenteilen ausbildbare Kavität begrenzt, und der Füllvorrichtung ein erster Hohlraum verbleibt. Dieser erste Hohlraum ist ein Teilbereich der zwischen den Kokillenteilen ausbildbaren
20 Kavität. Das bedeutet, er entspricht in Bezug auf das erste Kokillenteil einem Volumen, welches innerhalb der Kavität liegt bzw. liegen würde, wenn die mindestens zwei Kokillenteile so angeordnet werden, dass sie die Kavität zwischen sich ausbilden bzw. einschließen.

25 In den ersten Hohlraum, also zwischen die Füllvorrichtung und das erste Kokillenteil, wird durch einen oder mehrere in der oder durch die Füllvorrichtung ausgebildeten Kanal oder Kanäle ein Formstoff eingebracht.

30 Nach dem Einbringen des Formstoffs wird die Füllvorrichtung von dem ersten Kokillenteil entfernt, wobei der Formstoff an dem ersten Kokillenteil verbleibt.

 Eine Kalibriervorrichtung wird an dem ersten Kokillenteil angeordnet, so dass ein Oberflächenbereich der Kalibriervorrichtung den Formstoff kontaktiert.

35 Die Kalibriervorrichtung wird entfernt.

Dabei kann es optional sein, dass die Kalibriervorrichtung an dem ersten Kokillenteil so angeordnet wird, dass zwischen dem ersten Kokillenteil und der Kalibriervorrichtung ein zweiter Hohlraum gebildet wird.

5 Außerdem besteht optional die Möglichkeit, dass die Kalibriervorrichtung an dem ersten Kokillenteil so angeordnet wird, dass der zweite Hohlraum den Formstoff enthält.

10 Dabei kann es optional auch sein, dass die Kalibriervorrichtung an dem ersten Kokillenteil so angeordnet wird, dass ein den zweiten Hohlraum begrenzender Oberflächenbereich der Kalibriervorrichtung den Formstoff kontaktiert.

15 So kann das Verfahren beispielsweise die folgenden Schritte umfassen: das Anordnen des ersten Kokillenteils, an welchem der Formstoff angeordnet ist, an zumindest einem weiteren Kokillenteil der mindestens zwei Kokillenteile, so dass dazwischen die Kavität gebildet wird, wobei der Formstoff innerhalb der Kavität an dem Oberflächenbereich des ersten Kokillenteils, der die Kavität begrenzt, angeordnet ist und ein freibleibendes Volumen der Kavität eine Form für ein zu gießendes Formteil definiert.

20 In bestimmten Ausführungsformen ist es möglich, dass der den zweiten Hohlraum begrenzende Oberflächenbereich der Kalibriervorrichtung und/oder der den zweiten Hohlraum begrenzende Oberflächenbereich des ersten Kokillenteils beheizt wird.

25 Der den zweiten Hohlraum begrenzende Oberflächenbereich des ersten Kokillenteils kann den Formstoff ebenfalls kontaktieren.

30 Indem die Füllvorrichtung und die Kalibriervorrichtung auf die oben beschriebene Weise verwendet werden, ist mit dem Verfahren die Herstellung von Formstoffschichten und Formteilen besonders guter Qualität möglich.

35 Die Kalibriervorrichtung ermöglicht ein Aushärten und/oder Nachverdichten des Formstoffes, wobei Abdrücke in der Formstoffschicht vermieden werden können. Das wird zum Beispiel dadurch ermöglicht, dass in der Kalibriervorrichtung – im Gegensatz zur Füllvorrichtung – keine Kanäle vor-

handen sind, die in dem Hohlraum enden und Abdrücke in der Formstoffschicht hinterlassen könnten.

5 Dadurch, dass Füllvorrichtung und Kalibriervorrichtung separat bereitgestellt werden, ist es möglich, die Kalibriervorrichtung beheizbar auszugestalten, um den Formstoff aushärten/trocknen zu können, während die Füllvorrichtung nicht beheizt ist und dadurch ein Aushärten/Trocknen des Formstoffs während des Einfüllens und somit ein Verstopfen der Kanäle vermieden wird.

10 Der auf die oben beschriebene Weise eingebrachte Formstoff kann, wie beschrieben, zumindest bereichsweise ein freibleibendes Volumen der Kavität, in welches das Gussmaterial eingebracht wird, begrenzen und so die Form des Formteils mit definieren. Das Gussmaterial kann beispielsweise so eingebracht werden, dass es das freibleibende Volumen komplett ausfüllt.

15 Nach Aushärten des Gussmaterials kann die Kokille geöffnet und ein aus dem Gussmaterial gebildetes Formteil entnommen werden. Dabei ist es möglich, dass nach dem Entnehmen des Formteils Formstoff an dem Formteil und/oder in der Kavität haftet. Dieser kann entfernt werden, beispielsweise mechanisch.
20

25 In einer Ausführung des Verfahrens wird der Formstoff mittels der Füllvorrichtung eingefüllt, so dass er den ersten Hohlraum komplett ausfüllt. Nach dem Entfernen der Füllvorrichtung wird die Kalibriervorrichtung an die Kokille mit dem Formstoff angelegt, so dass der Formstoff den nunmehr gebildeten zweiten Hohlraum komplett ausfüllt. Das heißt, der erste und der zweite Hohlraum können insbesondere gleich groß sein. Dann kann der in dem zweiten Hohlraum liegende Formstoff mit Hilfe der Kalibriervorrichtung erhitzt und so getrocknet /ausgehärtet werden.

30 Es kann aber auch sein, dass der Formstoff mit der Kalibriervorrichtung umgeformt wird, insbesondere zusätzlich verdichtet wird. Dazu kann die Form des zweiten Hohlraums von der Form des ersten Hohlraums abweichen, insbesondere kann der zweite Hohlraum kleiner sein als der erste.

35 Bei dem Verfahren kann es vorgesehen sein, dass ein Teilbereich des Oberflä-

chenbereichs des Kokillenteils beim Aufbringen des Formstoffs ausgespart wird, um diesen Teilbereich für einen Anguss freizulassen. Dafür können Füllvorrichtung und Kalibriervorrichtung entsprechend ausgestaltet sein.

5 Als Gussmaterial können beispielsweise Eisen, Stahl oder Gusseisen verwendet werden. Das Verfahren ermöglicht es, diese Materialien auch bei gegossenen Formteilen zu verwenden, deren Abmessungen so beschaffen sind, dass der Einsatz dieser Materialien bisher nicht möglich war.

10 Bei dem Verfahren kann der Oberflächenbereich des ersten Kokillenteils, der die Kavität begrenzt, beheizt werden. Das kann beispielsweise geschehen während das erste Kokillenteil mit der Füllvorrichtung verbunden ist. Dadurch kann der Formstoff im ersten Hohlraum so weit ausgehärtet und/oder getrocknet werden, dass er an dem Kokillenteil haftet und seine Form nicht verliert, wenn die Füllvorrichtung entfernt wird.

15 Das Beheizen kann alternativ oder zusätzlich auch geschehen, während das zumindest erste Kokillenteil mit der Kalibriervorrichtung verbunden ist. D. h. der in dem zweiten Hohlraum befindliche Formstoff wird in diesem Fall über das erste Kokillenteil erhitzt und auf diese Weise ausgehärtet und/oder getrocknet. Das kann insbesondere gleichzeitig mit einem Erhitzen des Formstoffs in dem zweiten Hohlraum durch die Kalibriervorrichtung geschehen. Der Formstoff kann so in einer Ausführung von mehreren bzw. von allen Seiten beheizt werden.

25 In dem Verfahren kann Formstoff zum Einsatz kommen, der einen Binder enthält. Beispielsweise kann es sich um einen anorganischen Binder handeln, insbesondere Phosphat und/oder Aluminat und/oder Silikat enthaltend. Der Formstoff kann als Formgrundstoff beispielsweise Sand enthalten. Der Formstoff kann zusätzlich auch organische Komponenten wie beispielsweise Siloxane enthalten.

30 In einer Ausführung des Verfahrens wird der im zweiten Hohlraum befindliche Formstoff auf eine Temperatur erhitzt, die höher ist als die zum Aushärten oder Trocken benötigte Temperatur des Formstoffs. Etwa kann der Formstoff dabei auf eine Temperatur erhitzt werden, die höher ist als 350°, beispielsweise

se auf mindestens 400° C, vorzugsweise auf mindestens 500 °C, besonders bevorzugt auf mindestens 600 °C.

5 In einer Ausführung des Verfahrens wird zum Erhitzen des Formstoffs der den zweiten Hohlraum begrenzende Oberflächenbereich der Kalibriervorrichtung und/oder ein den Hohlraum begrenzender Oberflächenbereich der Kokille, beispielsweise des ersten Kokillenteils, auf die erwähnten Temperaturen be-

10 heizt.
Durch das Erhitzen des Formstoffs kann erreicht werden, dass durch die Kavität und den Formstoff vorgegebene enge Freiräume innerhalb der Kavität von dem Gussmaterial gut durchströmt und formgetreu ausgefüllt werden können. Durch den erhitzten Formstoff kann ein Durchfließen enger Bereiche begünstigt werden. Diese engen Bereiche, die die dünnsten Bereiche des her-

15 zustellenden Formteils definieren, können beispielsweise in zumindest eine Richtung Abmessungen haben, die etwa 3 mm oder weniger oder 2 mm oder weniger oder 1 mm oder weniger, jedoch beispielsweise mehr als 0,5 mm betragen.

20 In einer Ausführung des Verfahrens wird in der Formstoffschicht ein Temperaturgradient hergestellt, so dass der Formstoff in unterschiedlichen Bereichen unterschiedliche Temperaturen aufweist. Dafür können die Kalibriervorrichtung und/oder die Kokillenteile Heizsysteme aufweisen, die eine lokale Temperatureinstellung ermöglichen.

25 Weiterhin lassen sich durch das gezeigte Verfahren auch besonders dünne Formstoffschichten realisieren. Dies hat den Vorteil, dass weniger Formstoff im Gießprozess benötigt wird und der Aufwand für Transport und Entsorgung des Formstoffs reduziert werden kann.

30 Eine Mindestdicke der Formstoffschicht, die zumindest bereichsweise vorliegt, kann zum Beispiel zwischen 2 mm und 10 mm betragen.

35 In anderen Bereichen kann die Formstoffschicht gezielt dicker sein, um beispielsweise Rissbildung im Gussteil und Schäden an der Kokille zu vermeiden.

Wenn in dem Verfahren das erste Kokillenteil mit einem oder mehreren weiteren Kokillenteilen verbunden wird, so dass zwischen ihnen die Kavität ausgebildet wird, so befindet sich der an dem ersten und möglicherweise an den weiteren Kokillenteilen haftende Formstoff in der Kavität und definiert so die für das herzustellende Formteil angestrebte Form mit. Dabei kann der Formstoff in der Kavität derart angeordnet sein, dass ein freibleibendes Volumen der Kavität (in welches das Gussmaterial eingebracht wird) eine Form für ein Formteil vorgibt, welches eine Mindestwandstärke von höchstens 3 mm, bevorzugt höchstens 2 mm, besonders bevorzugt höchstens 1 mm aufweist. Alternativ oder zusätzlich kann die Mindestwandstärke mindestens 0,5 mm betragen.

In einer Ausführung des Verfahrens ist es möglich, dass Wasser oder Wasserdampf zum Abbinden des Formstoffs verwendet wird. Dann kann während eines Verfahrensschritts Wasser oder Wasserdampf zur Formstoffschicht geleitet werden. Das kann beispielsweise dann geschehen, wenn die Füllvorrichtung an dem ersten Kokillenteil anliegt, oder dann, wenn die Kalibriervorrichtung an dem ersten Kokillenteil anliegt. Dann können die Kokille – also etwa das erste Kokillenteil – und/oder die Füllvorrichtung und/oder die Kalibriervorrichtung mit entsprechenden Kanälen ausgestattet sein.

Bei dem Verfahren ist es möglich, dass neben dem ersten Kokillenteil mit einem oder mehreren weiteren Kokillenteilen auf die gleiche Weise verfahren wird wie mit dem ersten Kokillenteil. Beispielsweise können Füllvorrichtung und Kalibriervorrichtung zwischen zwei oder mehr Kokillenteilen angeordnet werden, so dass an den weiteren Kokillenteilen ebenfalls eine Formstoffschicht bereitgestellt werden kann. Die Herstellung aller Formstoffschichten kann dabei gleichzeitig erfolgen. Dafür können beispielsweise die Kanäle des Füllwerkzeugs so ausgebildet sein, dass sie mit allen ersten Hohlräumen verbunden sind und ein gleichzeitiges Befüllen derselben erlauben. Die Kalibriervorrichtung ist beispielsweise so ausgebildet, dass es, wenn es an die mehreren Kokillenteile angelegt wird, die Formstoffschichten aller Kokillenteile gleichzeitig beheizen kann.

Die vorliegende Schutzrechtsanmeldung bezieht sich auch auf ein System, welches zur Herstellung einer Gießform, insbesondere nach dem hier vorge-

stellten Verfahren, geeignet ist. Komponenten des Systems wurden im Zusammenhang mit dem Verfahren bereits beschrieben und werden nachfolgend nochmals im Detail dargestellt.

5 Das System umfasst eine Kokille mit mindestens zwei Kokillenteilen, die so angeordnet werden können, dass sie zwischen sich eine Kavität einschließen.

10 Weiterhin umfasst das System eine Füllvorrichtung, die einen oder mehrere Kanäle aufweist, durch den/die ein Formstoff geleitet werden kann, und eine Kalibriervorrichtung.

15 Die Füllvorrichtung ist an zumindest einem ersten der mindestens zwei Kokillenteile so anordenbar, dass zwischen der Füllvorrichtung und einem Oberflächenbereich des ersten Kokillenteils, der die zwischen den Kokillenteilen ausbildbare Kavität der Kokille begrenzt, ein erster Hohlraum verbleibt, der ein Teilbereich der zwischen den Kokillenteilen ausbildbaren Kavität ist, wobei der Kanal/die Kanäle der Füllvorrichtung derart in Fluidverbindung mit dem ersten Hohlraum steht, dass der Formstoff über den Kanal/die Kanäle in den ersten Hohlraum einbringbar ist.

20 Die Kalibriervorrichtung ist so geformt, dass sie nach Entfernen der Füllvorrichtung derart an dem ersten Kokillenteil angeordnet werden kann, dass zwischen dem ersten Kokillenteil und der Kalibriervorrichtung ein zweiter Hohlraum verbleibt, der ein Teilbereich der Kavität ist, und derart ausgebildet ist, dass er dem ersten Hohlraum oder einem Teilbereich des ersten Hohlraums entspricht.

25 Das System kann auch derart gestaltet sein, dass ein den zweiten Hohlraum begrenzender Oberflächenbereich der Kalibriervorrichtung und/oder ein den zweiten Hohlraum begrenzender Oberflächenbereich des ersten Kokillenteils beheizbar sind.

30 Das System ermöglicht die Herstellung einer Gießform, bzw. die Bereitstellung einer Formstoffschicht in der Kavität, die zur Herstellung des Formteils verwendet wird, wobei die Formstoffschicht und damit auch das Formteil eine besonders gute Oberflächenbeschaffenheit aufweisen.

35

Das Einbringen des Formstoffs und dessen möglichst homogene Verteilung und Verdichtung, wird typischerweise von der Größe und Anordnung der Einschussöffnungen, der Anordnung von möglichen Entlüftungsdüsen, dem Schießdruck und dem Fließverhalten des verwendeten Formstoffs beeinflusst. Der Querschnitt der Kanäle kann beispielsweise in Abhängigkeit von der Bauform und Größe der Kokille gewählt werden. Der Kanal bzw. die Kanäle zum Einbringen von Formstoff haben beispielsweise einen Querschnitt von mindestens 5 mm und/oder höchstens 50 mm. Die Öffnungen der Kanäle weisen entsprechende Abmessungen auf.

Als Entlüftungsdüsen können gegebenenfalls Düsen zum Zuführen von Wasserdampf in der Füllvorrichtung und/oder in dem Kokillenteil genutzt werden, oder sie können separat in der Füllvorrichtung und/oder im Kokillenteil vorgesehen werden.

Die Kalibriervorrichtung kann in einer Ausführungsform ein Heizsystem zum Beheizen des den zweiten Hohlraum begrenzenden Oberflächenbereichs der Kalibriervorrichtung aufweisen, und/oder wobei das erste Kokillenteil ein Heizsystem zum Beheizen des den zweiten Hohlraum begrenzenden Oberflächenbereichs des ersten Kokillenteils aufweist.

Das Heizsystem kann auch ausgebildet sein, eine lokale Temperatureinstellung zu ermöglichen.

Das Heizsystem der Kalibriervorrichtung und/oder des Kokillenteils kann zum Beispiel als direktes Heizsystem ausgestaltet sein, wobei zum Beispiel elektrische Heizelemente oder ein Wärmeträgeröl vorgesehen sein können. Das Heizsystem kann aber auch fremdbeheizt sein. Dann kann es beispielsweise einen Brenner zur Fremdbeheizung umfassen.

Der den zweiten Hohlraum begrenzende Oberflächenbereich der Kalibriervorrichtung kann in einer Ausführung einfach zusammenhängend ausgebildet sein. D. h. es ist möglich, dass dort keine Öffnungen, wie etwa Kanäle, liegen, die Abdrücke auf dem Formstoff hinterlassen könnten. Es kann aber auch vorgesehen sein, dass in der Kalibriervorrichtung weitere Kanäle

zum Zu- und/oder Ableiten von Wasser oder Wasserdampf vorgesehen sind (s.o.), die in dem genannten Oberflächenbereich Öffnungen haben. Die Öffnungen dieser weiteren Kanäle sind jedoch kleiner als die Öffnungen der Formstoffkanäle. Beispielsweise können Abmessungen (bspw. Durchmesser oder Schlitzbreite) der Öffnungen der Kanäle für Wasser oder Wasserdampf mindestens 0,1 mm und/oder höchstens 1 mm betragen.

Das erste Kokillenteil kann ein Heizsystem aufweisen. Dieses kann dafür ausgebildet sein, den Oberflächenbereich des ersten Kokillenteils, der die zwischen den Kokillenteilen ausbildbare Kavität der Kokille begrenzt, zu beheizen. Dadurch kann der Formstoff von mehreren Seiten erhitzt werden.

Die Füllvorrichtung und die Kalibriervorrichtung können zumindest bereichsweise eine ähnliche oder gleiche äußere Form aufweisen. Das heißt insbesondere in den für den Gießprozess relevanten Bereichen können die Füllvorrichtung und die Kalibriervorrichtung die gleichen oder ähnliche Abmessungen aufweisen. Das betrifft beispielsweise die Oberflächenbereiche, die den ersten bzw. den zweiten Hohlraum begrenzen sowie mögliche weitere Abschnitte der Füllvorrichtung und der Kalibriervorrichtung, die die Form des ersten bzw. des zweiten Hohlraums definieren.

Die Oberflächenbereiche der Füllvorrichtung und der Kalibriervorrichtung, die den ersten bzw. den zweiten Hohlraum begrenzen, können jeweils eine Kontur aufweisen, die einer zu erreichenden Kontur des Formteils entsprechen oder ähnlich sind.

Dabei ist es möglich, dass insbesondere die Kontur des genannten Oberflächenbereichs der Kalibriervorrichtung der zu erreichenden Kontur des Formteils entspricht.

Insbesondere können die Füllvorrichtung und die Kalibriervorrichtung so ausgebildet sein und jeweils derart an dem ersten Kokillenteil anordenbar sein, dass der erste Hohlraum und der zweite Hohlraum identisch sind.

Es kann auch sein, dass die Konturen der Füllvorrichtung und der Kalibriervorrichtung sich voneinander unterscheiden. Insbesondere auf die

Weise, dass der zweite Hohlraum kleiner ist als der erste Hohlraum. Dann kann der Formstoff, nachdem er mittels der Füllvorrichtung eingefüllt wurde, durch die Kalibriervorrichtung zusätzlich verdichtet werden.

5 In einer Ausführung weist das System Bleche bzw. eine oder mehrere temperaturbeständige, komprimierbare Dichtungen auf, die so angeordnet sind, dass sie eine Trennebene zwischen dem Füllwerkzeug und dem ersten Kokillenteil schneiden, wenn das Füllwerkzeug und das erste Kokillenteil aneinander angeordnet werden. Die Bleche/Dichtungen können dafür sorgen, dass der
10 Formstoff beim Befüllen nicht zwischen den Werkzeugen austritt. Diese können beispielsweise orthogonal zu der Trennebene angeordnet sein. Sie können federnd ausgebildet sein. In einer Ausführung sind sie in dem Kokillenteil und/oder in dem Füllwerkzeug versenkbar.

15 Wenn die Kokillenteile und die Füllvorrichtung nicht vollständig aneinander anliegen, erleichtern die Bleche/Dichtungen das Einschießen von Formstoff und ermöglichen danach eine zusätzliche Vorverdichtung.

20 In einer Ausführung ist das System dafür eingerichtet, mehrere Formstoffschichten an mehreren Kokillenteilen gleichzeitig herzustellen.

Die Füllvorrichtung kann dann so ausgebildet sein, dass sie zwischen den mindestens zwei Kokillenteilen angeordnet werden kann, wobei zwischen der Füllvorrichtung und Oberflächenbereichen jedes der mindestens zwei Kokillenteile, die jeweils die zwischen den Kokillenteilen ausbildbare Kavität der Kokille begrenzen, jeweils ein erster Hohlraum verbleibt. Der Kanal der Füllvorrichtung kann dann so ausgebildet sein, dass er in Fluidverbindung mit jedem der ersten Hohlräume steht, sodass Formstoff über den Kanal in jedem der ersten Hohlräume eingebracht werden kann.

30 Die Kalibriervorrichtung kann so geformt sein, dass sie nach Entfernen der Füllvorrichtung zwischen den mindestens zwei Kokillenteilen angeordnet werden kann. Dann kann zwischen jedem der mindestens zwei Kokillenteile und der Kalibriervorrichtung jeweils ein zweiter Hohlraum ausgebildet werden, der
35 jeweils einem der ersten Hohlräume oder einem Teilbereich eines der ersten Hohlräume entspricht.

Die Schutzrechtsanmeldung bezieht sich auch auf ein Formteil, dass nach dem hier vorgestellten Verfahren und/oder unter Verwendung des beschriebenen Systems hergestellt wird. Insbesondere kann das Formteil aus Eisen, Stahl oder Gusseisen gebildet sein.

Das Formteil kann in einer Ausführung eine Mindestwandstärke von höchstens 3 mm, bevorzugt höchstens 2 mm, besonders bevorzugt höchstens 1 mm haben. Alternativ oder zusätzlich kann das Formteil eine Mindestwandstärke von mindestens 0,5 mm aufweisen.

Es sei betont, dass Merkmale, die nur im Zusammenhang mit dem Verfahren beschrieben sind auch im Zusammenhang mit dem System oder dem Formteil beansprucht werden können und umgekehrt.

Es ist schließlich auch ein Verfahren zur Herstellung des gegossenen Formteils unter Verwendung der Gießform denkbar, das die Bereitstellung der Gießform und das Einbringen eines Gussmaterials umfasst, wobei das Gussmaterial vorzugsweise in die Kavität eingebracht wird.

Im Folgenden werden das Verfahren, das System und das Formteil anhand von Figuren beispielhaft näher erläutert.

Es zeigen:

Figuren 1a-j die Herstellung einer Gießform in einem anmeldungsgemäßen Verfahren unter Verwendung eines anmeldungsgemäßen Systems, dargestellt in einer Schnittansicht des Systems sowie Herstellung eines Formteils, und

Figuren 2a-k die Herstellung der Gießform in dem anmeldungsgemäßen Verfahren unter Verwendung des anmeldungsgemäßen Systems, dargestellt in einer perspektivischen Ansicht des Systems sowie Herstellung des Formteils.

Figur 1a zeigt eine Kokille 1 mit einer Kavität K, die zwischen zwei Kokillenteilen gebildet wird. Die Kavität K wird dabei zwischen den beiden Kokillenteilen eingeschlossen, sodass Oberflächenbereiche 1.1 der beiden Kokillenteile die Kavität K begrenzen. In einem anmeldungsgemäßen nachfolgend beschriebenen Verfahren sollen an den Oberflächenbereichen 1.1 der Kokillenteile jeweils Formstoffsichten angeordnet werden, die eine gewünschte Form für ein zu gießendes Formteil mit definieren. Die Kokille aus Figur 1a wird dafür in den in Figuren 1b bis 1h dargestellten Verfahrensstadien auf die dargestellte Weise verwendet. Die Schritte werden dabei in der in den Figuren dargestellten Reihenfolge ausgeführt.

Figur 1b zeigt die Kokille 1 aus Figur 1a, bei der die Kokillenteile auseinandergefahren sind. Zwischen den Kokillenteilen wird eine Füllvorrichtung 2 positioniert, die an zwei gegenüberliegenden Seiten Oberflächenbereiche 2.1 aufweist, die jeweils konturnah einer Form des zu gießenden Formteils entsprechen. Die Füllvorrichtung 2 weist einen Kanal 2.2, bzw. ein Kanalsystem auf, worüber die Oberflächenbereiche 2.1, die der Form des Formteils entsprechen, mit einer Außenseite der Füllvorrichtung 2 verbunden sind. An der Füllvorrichtung sind jeweils Bleche/Dichtungen 2.1 angeordnet, die eine Trennebene zwischen dem jeweiligen Kokillenteil und der Füllvorrichtung 2 orthogonal schneiden. Sie sind in der Füllvorrichtung versenkbar. Die Bleche/Dichtungen erlauben ein Anordnen der Kokillenteile aufeinander sowie ein Anordnen der Füllvorrichtung 2 auf den Kokillenteilen und sorgen dafür, dass z.B. die Kavität K und/oder z.B. zwischen der Füllvorrichtung 2 und den Kokillenteilen gebildete Hohlräume H (siehe nachfolgende Figuren) nach außen abgedichtet sind, so dass dort eingebrachte Materialien nicht austreten können.

Figur 1c zeigt die Füllvorrichtung 2 und die Kokillenteile in einem aufeinandergefahrenen Zustand. Dabei verbleiben zwischen den Oberflächenbereichen 1.1 der Kokillenteile, die die Kavität K begrenzen, und den Oberflächenbereichen 2.1 der Füllvorrichtung, die die Form des Formteils wiedergeben, jeweils erste Hohlräume H. Jeder dieser ersten Hohlräume H ist in Bezug auf die Kokillenteile so angeordnet, dass er im Volumen der Kavität K liegt, wenn die Kokillenteile wie in Figur 1a gezeigt aufeinander gefahren werden. Die Kanäle 2.2 des Kanalsystems enden nun in den ersten Hohlräumen H. So lassen sich über

die Kanäle 2.2 die beiden ersten Hohlräume H mit einem Formstoff füllen. Aufgrund der oben beschriebenen Anordnung der Hohlräume H liegt der an der Position der Hohlräume H angeordnete Formstoff später dann in der Kavität K.

5

Figur 1d zeigt die Konfiguration aus Figur 1c, wobei der Formstoff 3 über die Kanäle 2.2 in die ersten Hohlräume H eingebracht wurde. Der Formstoff 3 kann Sand enthalten sowie einen anorganischen Binder, welcher wiederum Phosphat, Aluminat und/oder Silikat enthalten kann. In diesem Stadium werden die Oberflächenbereiche 1.1 der Kokillenteile beheizt, um ein Aushärten des Formstoffs 3 in Gang zu setzen. Die Kokillenteile weisen dafür eine entsprechende Heizvorrichtung auf, die ein Erhitzen der Oberflächenbereiche 1.1 erlaubt. Die Füllvorrichtung 2 wird dabei nicht beheizt.

10

15

Figur 1e zeigt einen nächsten Schritt des Verfahrens, in dem die Kokillenteile wieder auseinander bewegt werden, wobei der zuvor eingebrachte Formstoff 3 an ihnen haften bleibt. Die Füllvorrichtung 2 wird nun entfernt und stattdessen eine Kalibriervorrichtung 4 zwischen die Kokillenteile gebracht, wobei die Kalibriervorrichtung 4 im Wesentlichen die gleiche Form aufweist wie die Füllvorrichtung 2. Jedoch weist die Kalibriervorrichtung 4 keine Kanäle auf oder nur solche Kanäle, deren Abmessungen so gewählt sind, dass sie keine die Funktion störenden Abdrücke im Formstoff 3 hinterlassen können. Beispielsweise können in der Kalibriervorrichtung 4 Wasser- oder Wasserdampfkanäle mit Durchmessern von 0,1 mm bis 1 mm vorgesehen sein. Wie erwähnt, können Oberflächenbereiche 4.1, die wie die Oberflächenbereiche 2.1 der Füllvorrichtung konturnah die Form des angestrebten Formteils wiedergeben, insbesondere durchgehend, d. h. einfach zusammenhängend und ohne Öffnungen oder Unterbrechungen ausgestaltet sein.

20

25

30

Figur 1f zeigt die Kokillenteile, die nun auf die Kalibriervorrichtung 4 gefahren sind. Dort, wo in Bezug auf die Kokillenteile zuvor die ersten Hohlräume H lagen, sind nun zweite Hohlräume H' angeordnet, die im Wesentlichen die gleichen Abmessungen haben wie die ersten Hohlräume H. Das bedeutet, dass der zuvor auf Kokillenteile aufgebrachte Formstoff 3 nunmehr innerhalb der zweiten Hohlräume H' liegt. Diese sind also so ausgestaltet, dass sie den Formstoff 3 umfassen können, befinden sich also an einer entsprechenden

35

Position und sind zum Beispiel gleich groß wie die ersten Hohlräume H oder in einem anderen Beispiel etwas kleiner als die ersten Hohlräume H, falls eine zusätzliche Verdichtung des Formstoffs 3 gewünscht ist. In diesem Sinne entsprechen die zweiten Hohlräume H' also jeweils den ersten Hohlräumen H oder stellen Teilbereiche davon dar. Die Oberflächenbereiche 4.1 der Kalibriervorrichtung 4, die den zweiten Hohlraum H' begrenzen werden nun zusammen mit den Oberflächenbereichen 1.1 der Kokillenteile beheizt, um den Formstoff 3 vollständig auszuhärten/zu trocknen. Zu diesem Zweck weist die Kalibriervorrichtung ein entsprechendes Heizsystem 4.2 auf. Die die zweiten Hohlräume H' begrenzenden Oberflächenbereiche 4.1 der Kalibriervorrichtung 4 sowie die den zweiten Hohlraum H' begrenzenden Oberflächenbereiche 1.1 der Kokillenteile (die auch die Kavität K begrenzen) werden dabei jeweils auf eine Temperatur beheizt, die höher ist als eine Aushärttemperatur des Formstoffs 3. Beispielsweise wird der Formstoff auf mindestens 350 ° C erhitzt.

Figur 1g zeigt das System in einem nachfolgenden Schritt des Verfahrens. Dabei wurde die Kalibriervorrichtung 4 entfernt und die beiden Kokillenteile wurden derart aufeinander angeordnet, dass sie zwischen sich die Kavität K einschließen, wobei der Formstoff 3, der an den Oberflächenbereichen 1.1 beider Kokillenteile haftet, jeweils innerhalb der Kavität K liegt. Auf diese Weise wird durch ein in der Kavität K freibleibendes Volumen eine Form für das zu erstellende Formteil vorgegeben. Die Formstoffschichten haben dabei jeweils eine Dicke, die an der dünnsten Stelle zwischen 2 mm und 10 mm beträgt.

Figur 1h zeigt die Anordnung aus Figur 1g, wobei das zwischen den Formstoffschichten freibleibende Volumen mit einem Gussmaterial, etwa Eisen, Stahl oder Gusseisen, befüllt ist, um das Formteil 5 zu bilden. Das Gussmaterial kann die oben erwähnten geringen Abmessungen des freibleibenden Volumens auf vorteilhafte Weise durchströmen, da der in der Kavität befindliche Formstoff 3 während des Einfüllens des Gussmaterials die oben erwähnten hohen Temperaturen hat. Nachdem das Gussmaterial eingefüllt wurde, findet eine Abkühlung des Gussmaterials statt.

Figur 1i zeigt das Formteil 5, das, nachdem es zumindest teilweise abgekühlt ist, aus der Kavität K der Kokille 1 entnommen wurde. An dem Formteil 5 haf-

tet zumindest bereichsweise der Formstoff 3 der nun entfernt werden kann, zum Beispiel mechanisch.

In Figur 1j ist das Formteil abgebildet nachdem der Formstoff entfernt wurde. Das Formteil 5 ist aus Eisen, Stahl oder Gusseisen und weist die Abmessungen des in der Kavität K freibleibenden Hohlraums (vgl. Fig. 1g) auf.

Die Schritte des Verfahrens werden nachfolgend anhand der Figuren 2a bis 2k nochmals illustriert. Zum besseren Verständnis ist das im Zusammenhang mit den Figuren 2a bis 2k verwendete System in einer anderen Ansicht dargestellt.

Figur 2a zeigt die Kokille 1 in einer Ausgangsstellung. Die Kavität K ist zwischen den beiden gezeigten Kokillenteilen herstellbar, wenn diese aufeinander angeordnet werden. Ein Teil der Kavität K wird von dem Oberflächenbereich 1.1 des unteren Kokillenteils begrenzt. Die Abmessungen der Kavität sollen für ein herzustellendes Formteil angepasst werden, indem an dem Oberflächenbereich 1.1 (und an einem Oberflächenbereich des oberen Kokillenteils – in der Figur nicht sichtbar) eine Formstoffschiicht angeordnet wird.

Figur 2b zeigt wie dann zwischen den Kokillenteilen das Füllwerkzeug 2 mit dem Kanal 2.2 positioniert wird. Der Oberflächenbereich 2.1, der dem oberen Kokillenteil zugewandt ist, hat eine Form, die einer Form des herzustellenden Formteils entspricht. In diesem Oberflächenbereich 2.1 tritt der Kanal 2.2 hervor.

Figur 2c zeigt, wie die Kokillenteile und das Füllwerkzeug aufeinander angeordnet sind. Zwischen dem Oberflächenbereich 2.1 und dem oberen Kokillenteil verbleibt der erste Hohlraum H. Das heißt, der Kanal endet in diesem ersten Hohlraum. In einem weiteren ersten Hohlraum H zwischen Füllvorrichtung und dem unteren Kokillenteil endet ebenfalls der Kanal. Weiterhin ist eine Öffnung des Kanals frei zugänglich. Der Formstoff wird nun von außen in beide ersten Hohlräume H eingeblasen. Die Kokillenteile 3 werden beheizt, um das Aushärten/Trocknen des Formstoffs von den Kokillenteilen her in Gang zu setzen. Dadurch wird eine Konsolidierung erreicht, die ausreicht, eine Ablösung der Formstoffschiichten aus den Kokillenteilen zu verhindern.

In dem nachfolgenden Schritt werden die Kokillenteile auseinandergefahren (Figur 2d) und das Formwerkzeug 2 entnommen (Figur 2e). An dem Oberflächenbereich 1.1 des unteren Kokillenteils ist der Formstoff 3 sichtbar.

5 In Figur 2f ist dargestellt, wie die Kalibriervorrichtung 4 zwischen den Kokillenteilen angeordnet wird. Seine Form entspricht der Form des herzustellenden Formteils. Der Oberflächenbereich 4.1 ist ähnlich geformt, wie der des Füllwerkzeugs, kann aber größer ausgeformt sein, um eine Verdichtung zu erreichen und/oder kann ggf. Kanäle für eine Zuleitung von Wasser oder Wasserdampf enthalten.

10 Im nächsten Schritt (Figur 2g) sind die Kalibriervorrichtung 4 und die Kokillenteile aufeinander gefahren. Dazwischen befindet sich der Formstoff 3, der nun über die Heizsysteme der Kalibriervorrichtung 4 und der Kokillenteile vollständig ausgehärtet wird. Mögliche Abdrücke der Kanäle 2.2 des Füllwerkzeugs 2 in der Formstoffschicht werden durch die glatte Oberfläche der Kalibriervorrichtung 4 beseitigt.

15 In Figur 2h ist gezeigt, wie die Kokillenteile erneut auseinandergefahren werden.

20 Die Kalibriervorrichtung 4 wird, wie in Figur 2i gezeigt, entfernt. Es verbleibt der vollständig ausgehärtete, verdichtete und erhitzte Formstoff 3 an den Kokillenteilen.

25 Die Kokille 1 kann nun geschlossen werden (Figur 2j). Zwischen den Kokillenteilen wird die Kavität K gebildet, die durch den Formstoff 3 verkleinert ist, und die gewünschte Form des Formteils definiert. Metallschmelze wird nun in das freibleibende Volumen der Kavität, zwischen die Formstoffschichten des oberen und des unteren Kokillenteils, geleitet. Nach Erhärten der Metallschmelze kann das Formteil 5 (Figur 2k) entnommen werden.

30 Die vorliegende Offenbarung schließt unter anderem die folgenden Aspekte ein:

1. Verfahren zur Herstellung eines gegossenen Formteils (5), die folgenden Schritte umfassend:
- Bereitstellen einer Kokille (1) mit mindestens zwei Kokillenteilen, die so anordenbar sind, dass sie zwischen sich eine Kavität (K) einschließen,
 - Anordnen einer Füllvorrichtung (2) an zumindest einem ersten Kokillenteil der mindestens zwei Kokillenteile, so dass zwischen einem Oberflächenbereich (1.1) des ersten Kokillenteils, der die zwischen den Kokillenteilen ausbildbare Kavität (K) begrenzt, und der Füllvorrichtung (2) ein erster Hohlraum (H) verbleibt, der ein Teilbereich der zwischen den Kokillenteilen ausbildbaren Kavität (K) ist,
 - Einbringen eines Formstoffs (3) in den ersten Hohlraum (H) durch einen oder mehrere Kanäle (2.2), die in der oder durch die Füllvorrichtung (2) ausgebildet sind,
 - Entfernen der Füllvorrichtung (2), wobei der Formstoff (3) an dem ersten Kokillenteil verbleibt,
 - Anordnen einer Kalibriervorrichtung (4) an dem ersten Kokillenteil, so dass zwischen dem ersten Kokillenteil und der Kalibriervorrichtung (4) ein zweiter Hohlraum (H') gebildet wird, der den Formstoff (3) enthält, so dass ein den zweiten Hohlraum (H') begrenzender Oberflächenbereich (4.1) der Kalibriervorrichtung (4) den Formstoff (3) kontaktiert,
 - Beheizen des den zweiten Hohlraum (H') begrenzenden Oberflächenbereichs (4.1) der Kalibriervorrichtung (4) und eines den zweiten Hohlraum (H') begrenzenden Oberflächenbereichs des ersten Kokillenteils,
 - Entfernen der Kalibriervorrichtung (4),
 - Anordnen des ersten Kokillenteils, an welchem der Formstoff (3) angeordnet ist, an zumindest einem weiteren Kokillenteil der mindestens zwei Kokillenteile, so dass dazwischen die Kavität (K) gebildet wird, wobei der Formstoff (3) innerhalb der Kavität (K) an dem Oberflächenbereich (1.1) des ersten Kokillenteils, der die Kavität (K) begrenzt, angeordnet ist und ein freibleibendes Volumen der Kavität (K) eine Form für das zu gießende Formteil (5) definiert
 - Einbringen eines Gussmaterials in die Kavität (K).

2. Verfahren gemäß Aspekt 1, wobei der den zweiten Hohlraum (H') begrenzende Oberflächenbereich (4.1) der Kalibriervorrichtung (4) und der Bereich Kokillenteile (1.1) auf eine Temperatur beheizt wird, die höher ist als 350 ° C.
- 5 3. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Aspekte, wobei der Oberflächenbereich (1.1) des ersten Kokillenteils, der die zwischen den Kokillenteilen ausbildbare Kavität (K) begrenzt, beheizt wird, vorzugsweise während das erste Kokillenteil mit der Füllvorrichtung (2) verbunden ist.
- 10 4. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Aspekte, wobei der Formstoff (3) mittels der Kalibriervorrichtung (4) zusätzlich verdichtet wird.
- 15 5. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Aspekte, wobei das durch das freibleibende Volumen der Kavität (K) definierte Formteil (5) eine Mindestwandstärke aufweist, die höchstens 3 mm, vorzugsweise höchstens 2 mm, besonders bevorzugt höchstens 1 mm und/oder mindestens 0,5 mm beträgt.
- 20 6. System zur Herstellung eines gegossenen Formteils, insbesondere gemäß einem Verfahren nach einem der vorhergehenden Aspekte, umfassend
 - eine Kokille (1) mit mindestens zwei Kokillenteilen, die so anordenbar sind, dass sie zwischen sich eine Kavität (K) einschließen,
 - eine Füllvorrichtung (2) mit einem Kanal oder mehreren Kanälen (2.2), durch den/die ein Formstoff (3) leitbar ist, und
 - 25 - eine Kalibriervorrichtung (4),
 wobei

die Füllvorrichtung (2) an zumindest einem ersten der mindestens zwei Kokillenteile derart anordenbar ist, dass zwischen der Füllvorrichtung (2) und einem Oberflächenbereich (1.1) des ersten Kokillenteils, der

- 30 die zwischen den Kokillenteilen ausbildbare Kavität (K) der Kokille (1) begrenzt, ein erster Hohlraum (H) verbleibt, der ein Teilbereich der zwischen den Kokillenteilen ausbildbaren Kavität (K) ist, wobei der Kanal (2.2) der Füllvorrichtung (2) derart in Fluidverbindung mit dem ers-

ten Hohlraum (H) steht, dass der Formstoff (3) über den Kanal (2.2) in den ersten Hohlraum (H) einbringbar ist, und wobei

die Kalibriervorrichtung (4) derart geformt ist, dass sie nach Entfernen der Füllvorrichtung (2) derart an zumindest dem ersten Kokillenteil anordenbar ist, dass zwischen dem ersten Kokillenteil und der Kalibriervorrichtung (4) ein zweiter Hohlraum (H') verbleibt, der ein Teilbereich der zwischen den Kokillenteilen ausbildbaren Kavität ist (K) und derart ausgebildet ist, dass er dem ersten Hohlraum (H) oder einem Teilbereich des ersten Hohlraums (H) entspricht, wobei ein diesen zweiten Hohlraum (H') begrenzender Oberflächenbereich (4.1) der Kalibriervorrichtung (4) und ein den zweiten Hohlraum (H') begrenzender Oberflächenbereich (1.1) des ersten Kokillenteils beheizbar sind.

7. System gemäß Aspekt 6, wobei der den zweiten Hohlraum (H') begrenzende Oberflächenbereich (4.1) der Kalibriervorrichtung (4) einfach zusammenhängend ist.

8. System gemäß einem der Aspekte 6 bis 7, wobei die Füllvorrichtung (2) und die Kalibriervorrichtung (4) so ausgebildet sind und jeweils so an dem ersten Kokillenteil anordenbar sind, dass der erste Hohlraum (H) und der zweite Hohlraum (H') identisch sind.

9. System gemäß einem der Aspekte 6 bis 8, weiterhin Bleche oder temperaturbeständige, komprimierbare Dichtungsmaterialien (1.2) umfassend, die so angeordnet sind, dass sie eine Trennebene zwischen der Füllvorrichtung (2) und dem ersten Kokillenteil schneiden, wenn die Füllvorrichtung (2) und das erste Kokillenteil aneinander angeordnet werden.

10. System gemäß einem der Aspekte 6 bis 9, wobei die Füllvorrichtung (2) derart geformt und zwischen den mindestens zwei Kokillenteilen anordenbar ist, dass zwischen der Füllvorrichtung (2) und Oberflächenbereichen (1.1) jedes der mindestens zwei Kokillenteile, die die zwischen den Kokillenteilen ausbildbare Kavität (K) der Kokille (1) begrenzen, jeweils ein erster Hohlraum (H) verbleibt, wobei der Kanal

(2.2) der Füllvorrichtung (2) in Fluidverbindung mit jedem der ersten Hohlräume (H) steht, so dass der Formstoff (3) über den Kanal oder die Kanäle (2.2) in jeden der ersten Hohlräume (H) einbringbar ist, und wobei

5 die Kalibriervorrichtung (4) derart geformt ist, dass sie nach Entfernen der Füllvorrichtung (2) von den Kokillenteilen derart zwischen den mindestens zwei Kokillenteilen anordenbar ist, dass zwischen den mindestens zwei Kokillenteilen und der Kalibriervorrichtung (4) jeweils ein zweiter Hohlraum (H') verbleibt, der jeweils derart ausgebildet ist,
10 dass er einem der ersten Hohlräume (H) oder einem Teilbereich eines der ersten Hohlräume (H) entspricht.

11. Formteil, insbesondere aus Eisen, Stahl oder Gusseisen, hergestellt nach einem Verfahren gemäß einem der Aspekte 1 bis 5 und/oder unter Verwendung eines Systems gemäß einem der Aspekte 6 bis 10,
15 wobei das Formteil eine Mindestwandstärke aufweist, die höchstens 3 mm, vorzugsweise höchstens 2 mm, besonders bevorzugt höchstens 1 mm und/oder mindestens 0,5 mm beträgt.

Bezugszeichenliste

	1	Kokille
	1.1	Oberflächenbereich der Kokille, der die Kavität K begrenzt
5	1.2	Bleche
	2	Füllvorrichtung
	2.1	Oberflächenbereich der Füllvorrichtung, der den Hohlraum H begrenzt
10	2.2	Kanal der Füllvorrichtung
	3	Formstoff
	4	Kalibriervorrichtung
15	4.1	Oberflächenbereich der Kalibriervorrichtung, der den Hohlraum H' begrenzt
	4.2	Heizsystem
	5	Formteil
20	K	Kavität
	H	Erster Hohlraum
	H'	Zweiter Hohlraum

Patentansprüche

5

1. Verfahren zur Herstellung einer Gießform, die folgenden Schritte umfassend:

10

- Bereitstellen einer Kokille (1) mit mindestens zwei Kokillenteilen, die so anordenbar sind, dass sie zwischen sich eine Kavität (K) einschließen,

15

- Anordnen einer Füllvorrichtung (2) an zumindest einem ersten Kokillenteil der mindestens zwei Kokillenteile, so dass zwischen einem Oberflächenbereich (1.1) des ersten Kokillenteils, der die zwischen den Kokillenteilen ausbildbare Kavität (K) begrenzt, und der Füllvorrichtung (2) ein erster Hohlraum (H) verbleibt, der ein Teilbereich der zwischen den Kokillenteilen ausbildbaren Kavität (K) ist,

20

- Einbringen eines Formstoffs (3) in den ersten Hohlraum (H) durch einen oder mehrere Kanäle (2.2), die in der oder durch die Füllvorrichtung (2) ausgebildet sind,

- Entfernen der Füllvorrichtung (2), wobei der Formstoff (3) an dem ersten Kokillenteil verbleibt,

25

- Anordnen einer Kalibriervorrichtung (4) an dem ersten Kokillenteil, so dass ein Oberflächenbereich (4.1) der Kalibriervorrichtung (4) den Formstoff (3) kontaktiert,

- Entfernen der Kalibriervorrichtung (4).

2. Verfahren gemäß Anspruch 1, wobei die Kalibriervorrichtung (4) an dem ersten Kokillenteil so angeordnet wird, dass zwischen dem ersten Kokillenteil und der Kalibriervorrichtung (4) ein zweiter Hohlraum (H') gebildet wird.

30

3. Verfahren gemäß Anspruch 2, wobei die Kalibriervorrichtung (4) an dem ersten Kokillenteil so angeordnet wird, dass der zweite Hohlraum (H') den Formstoff (3) enthält.

4. Verfahren gemäß Anspruch 3, wobei die Kalibriervorrichtung (4) an dem ersten Kokillenteil so angeordnet wird, dass ein den zweiten Hohlraum (H') begrenzender Oberflächenbereich (4.1) der Kalibriervorrichtung (4) den Formstoff (3) kontaktiert.
5. Verfahren gemäß einem der vorherigen Ansprüche, umfassend: Anordnen des ersten Kokillenteils, an welchem der Formstoff (3) angeordnet ist, an zumindest einem weiteren Kokillenteil der mindestens zwei Kokillenteile, so dass dazwischen die Kavität (K) gebildet wird, wobei der Formstoff (3) innerhalb der Kavität (K) an dem Oberflächenbereich (1.1) des ersten Kokillenteils, der die Kavität (K) begrenzt, angeordnet ist und ein freibleibendes Volumen der Kavität (K) eine Form für ein zu gießendes Formteil (5) definiert.
6. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 2 bis 5, umfassend: Beheizen des den zweiten Hohlraum (H') begrenzenden Oberflächenbereichs (4.1) der Kalibriervorrichtung (4) und/oder eines den zweiten Hohlraum (H') begrenzenden Oberflächenbereichs des ersten Kokillenteils.
7. Verfahren gemäß Anspruch 6, wobei der den zweiten Hohlraum (H') begrenzende Oberflächenbereich (4.1) der Kalibriervorrichtung (4) und/oder der Oberflächenbereich (1.1) des ersten Kokillenteils auf eine Temperatur beheizt wird, die höher ist als 350° C.
8. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 6 bis 7, wobei der Oberflächenbereich (1.1) des ersten Kokillenteils, der die zwischen den Kokillenteilen ausbildbare Kavität (K) begrenzt, beheizt wird, vorzugsweise während das erste Kokillenteil mit der Füllvorrichtung (2) verbunden ist.
9. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Formstoff (3) mittels der Kalibriervorrichtung (4) zusätzlich verdichtet wird.
10. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das freibleibende Volumen der Kavität (K) zumindest in eine Richtung eine Abmessung aufweist, die höchstens 3 mm, vorzugsweise höchstens 2

mm, besonders bevorzugt höchstens 1 mm und/oder mindestens 0,5 mm beträgt.

11. System zur Herstellung einer Gießform, umfassend

- eine Kokille (1) mit mindestens zwei Kokillenteilen, die so anordenbar sind, dass sie zwischen sich eine Kavität (K) einschließen,
- eine Füllvorrichtung (2) mit einem Kanal oder mehreren Kanälen (2.2), durch den/die ein Formstoff (3) leitbar ist, und
- eine Kalibriervorrichtung (4),

wobei

die Füllvorrichtung (2) an zumindest einem ersten der mindestens zwei Kokillenteile derart anordenbar ist, dass zwischen der Füllvorrichtung (2) und einem Oberflächenbereich (1.1) des ersten Kokillenteils, der die zwischen den Kokillenteilen ausbildbare Kavität (K) der Kokille (1) begrenzt, ein erster Hohlraum (H) verbleibt, der ein Teilbereich der zwischen den Kokillenteilen ausbildbaren Kavität (K) ist, wobei der Kanal (2.2) der Füllvorrichtung (2) derart in Fluidverbindung mit dem ersten Hohlraum (H) steht, dass der Formstoff (3) über den Kanal (2.2) in den ersten Hohlraum (H) einbringbar ist,

und wobei

die Kalibriervorrichtung (4) derart geformt ist, dass sie nach Entfernen der Füllvorrichtung (2) derart an zumindest dem ersten Kokillenteil anordenbar ist, dass zwischen dem ersten Kokillenteil und der Kalibriervorrichtung (4) ein zweiter Hohlraum (H') verbleibt, der ein Teilbereich der zwischen den Kokillenteilen ausbildbaren Kavität ist (K) und derart ausgebildet ist, dass er dem ersten Hohlraum (H) oder einem Teilbereich des ersten Hohlraums (H) entspricht.

12. System gemäß Anspruch 11, wobei ein den zweiten Hohlraum (H') begrenzender Oberflächenbereich (4.1) der Kalibriervorrichtung (4) und/oder ein den zweiten Hohlraum (H') begrenzender Oberflächenbereich (1.1) des ersten Kokillenteils beheizbar sind.

13. System gemäß einem der Ansprüche 11 oder 12, wobei die Kalibriervorrichtung (4) ein Heizsystem zum Beheizen des den zweiten Hohlraum (H') begrenzenden Oberflächenbereichs der

Kalibriervorrichtung (4) aufweist, und/oder wobei das erste Kokillenteil ein Heizsystem zum Beheizen des den zweiten Hohlraum (H') begrenzenden Oberflächenbereichs des ersten Kokillenteils aufweist.

- 5
14. System gemäß Anspruch 13, wobei das Heizsystem ausgebildet ist, eine lokale Temperatureinstellung zu ermöglichen.
15. System gemäß einem der Ansprüche 11 bis 14, wobei der den zweiten Hohlraum (H') begrenzende Oberflächenbereich (4.1) der Kalibriervorrichtung (4) einfach zusammenhängend ist.
- 10
16. System gemäß einem der Ansprüche 11 bis 15, wobei die Füllvorrichtung (2) und die Kalibriervorrichtung (4) so ausgebildet sind und jeweils so an dem ersten Kokillenteil anordenbar sind, dass der erste Hohlraum (H) und der zweite Hohlraum (H') identisch sind.
- 15
17. System gemäß einem der Ansprüche 11 bis 16, weiterhin Bleche oder temperaturbeständige, komprimierbare Dichtungsmaterialien (1.2) umfassend, die so angeordnet sind, dass sie eine Trennebene zwischen der Füllvorrichtung (2) und dem ersten Kokillenteil schneiden, wenn die Füllvorrichtung (2) und das erste Kokillenteil aneinander angeordnet werden.
- 20
18. System gemäß einem der Ansprüche 11 bis 17, wobei die Füllvorrichtung (2) derart geformt und zwischen den mindestens zwei Kokillenteilen anordenbar ist, dass zwischen der Füllvorrichtung (2) und Oberflächenbereichen (1.1) jedes der mindestens zwei Kokillenteile, die die zwischen den Kokillenteilen ausbildbare Kavität (K) der Kokille (1) begrenzen, jeweils ein erster Hohlraum (H) verbleibt, wobei der Kanal (2.2) der Füllvorrichtung (2) in Fluidverbindung mit jedem der ersten Hohlräume (H) steht, so dass der Formstoff (3) über den Kanal oder die Kanäle (2.2) in jeden der ersten Hohlräume (H) einbringbar ist.
- 25
19. System gemäß Anspruch 18, wobei die Kalibriervorrichtung (4) derart geformt ist, dass sie nach Entfernen der Füllvorrichtung (2) von den Kokillenteilen derart zwischen den mindestens zwei Kokillenteilen anordenbar ist, dass zwischen den mindestens zwei Kokillenteilen und
- 30

der Kalibriervorrichtung (4) jeweils ein zweiter Hohlraum (H') verbleibt, der jeweils derart ausgebildet ist, dass er einem der ersten Hohlräume (H) oder einem Teilbereich eines der ersten Hohlräume (H) entspricht.

- 5 20. Verfahren zur Herstellung eines gegossenen Formteils (5) unter Verwendung der Gießform gemäß einem der Ansprüche 1 bis 19, umfassend:
- Bereitstellung der Gießform,
 - Einbringen eines Gussmaterials in die Kavität (K).

Fig. 1

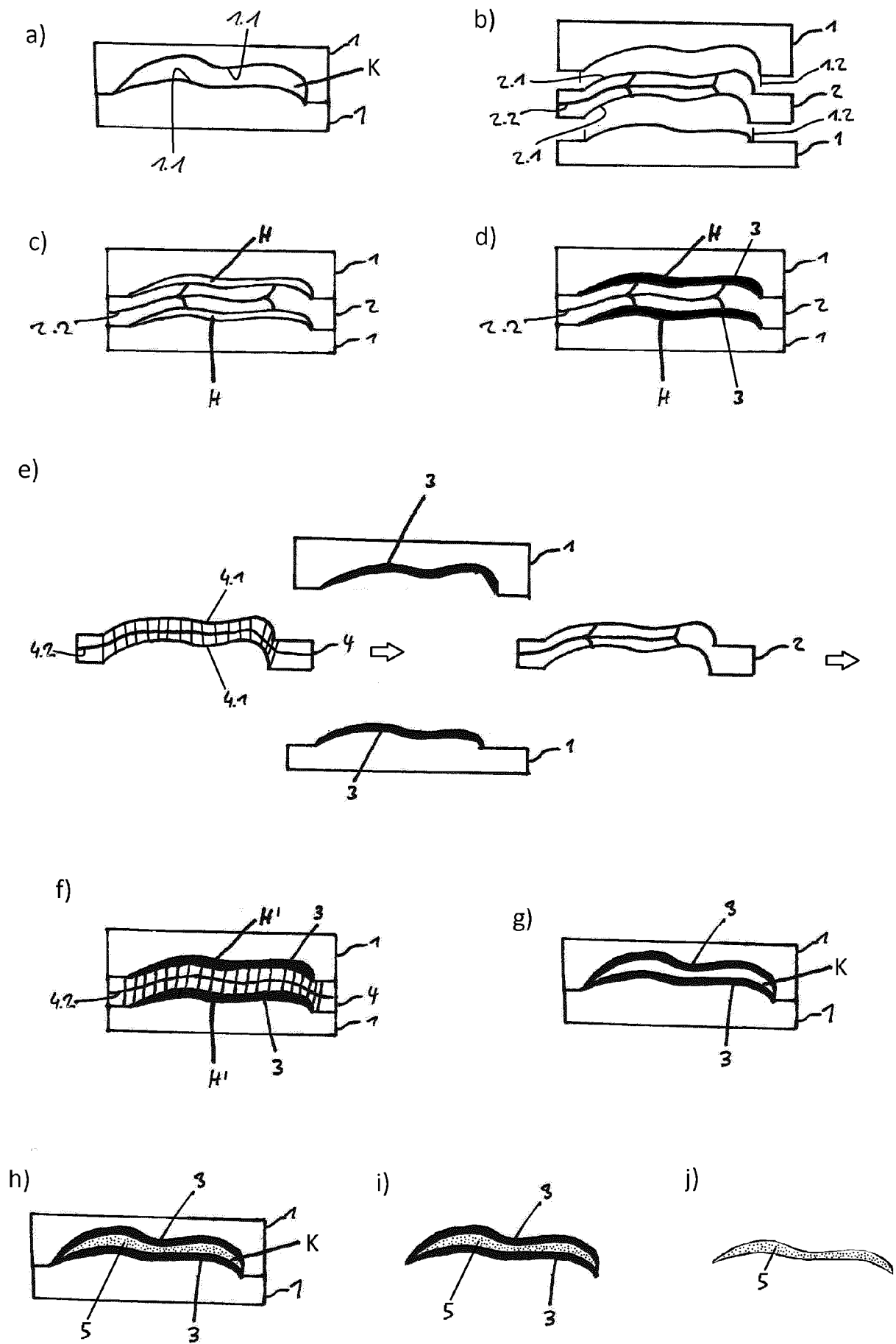
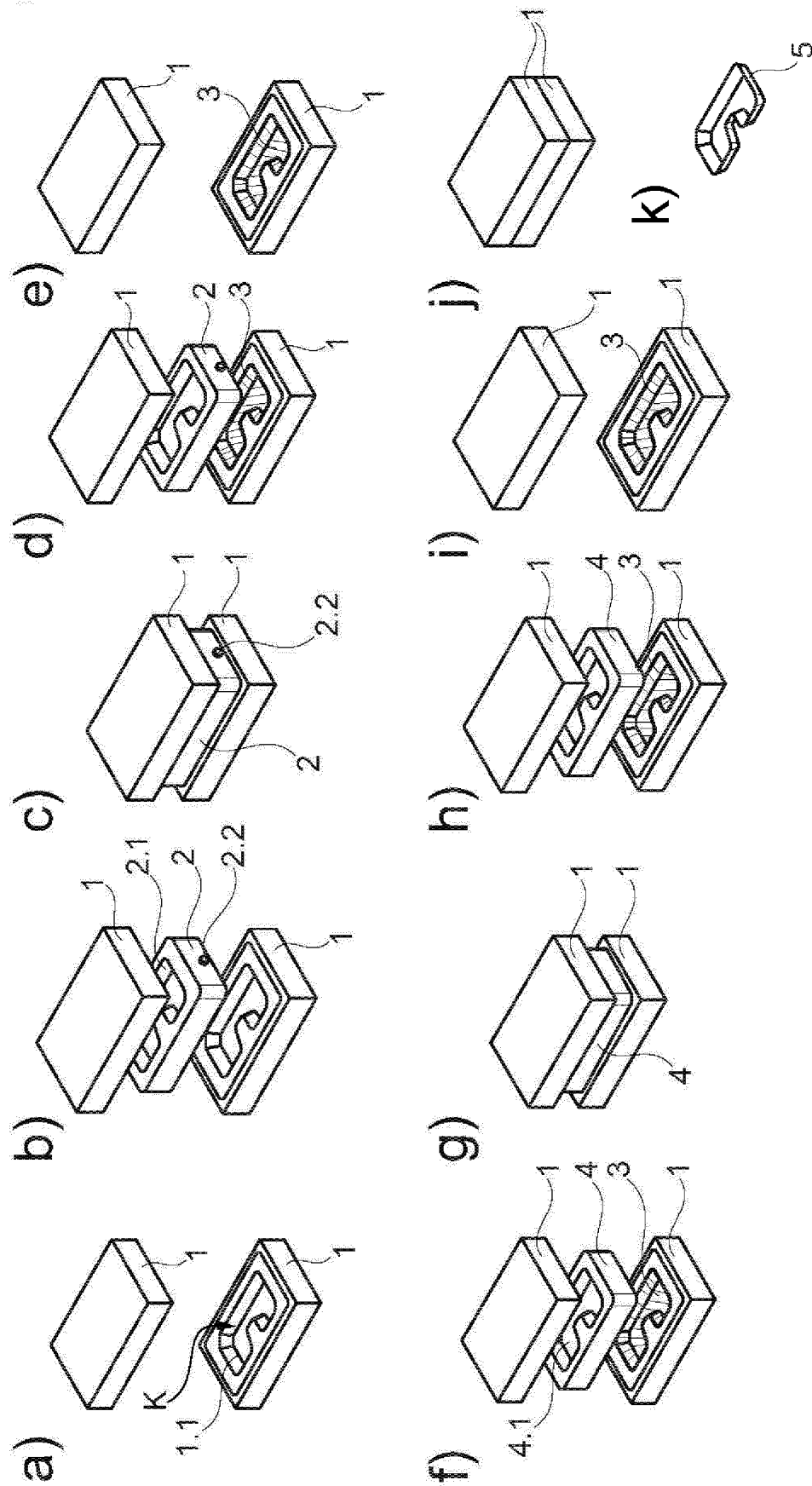


Fig. 2



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2020/060321

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**B22C 5/12**(2006.01)i; **B22C 9/02**(2006.01)i; **B22C 9/06**(2006.01)i; **B22C 9/12**(2006.01)i; **B22C 23/02**(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B22C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	GB 522168 A (JOHANNES CRONING) 11 June 1940 (1940-06-11) page 1, line 16 - line 96 claims 1-4 figure 1	1-20
A	CN 101837429 A (QIQIHAR RAILWAY ROLLING STOCK) 22 September 2010 (2010-09-22) Machine translation; section [Summary of the invention]; figures 2a-2d	1-20
A	US 3122801 A (MERREFIELD GLENN W) 03 March 1964 (1964-03-03) column 3, line 4 - line 52 figures 1-4	1-20
A	JP 6142953 B1 (ACTYE INC) 07 June 2017 (2017-06-07) Machine translation; paragraph [0026] - paragraph [0031]; figure 3	6-8, 13



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

25 May 2020

Date of mailing of the international search report

05 June 2020

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Desvignes, Rémi

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2020/060321

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
GB	522168	A	11 June 1940	CH	207107	A	30 September 1939
				DK	59306	C	15 December 1941
				FR	846951	A	28 September 1939
				GB	522168	A	11 June 1940
CN	101837429	A	22 September 2010	NONE			
US	3122801	A	03 March 1964	NONE			
JP	6142953	B1	07 June 2017	JP	6142953	B1	07 June 2017
				JP	2018069259	A	10 May 2018

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES		
INV.	B22C5/12	B22C9/02
	B22C9/06	B22C9/12
		B22C23/02
ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)		
B22C		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)		
EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	GB 522 168 A (JOHANNES CRONING) 11. Juni 1940 (1940-06-11) Seite 1, Zeile 16 - Zeile 96 Ansprüche 1-4 Abbildung 1	1-20
A	----- CN 101 837 429 A (QIJIHAR RAILWAY ROLLING STOCK) 22. September 2010 (2010-09-22) Machine translation; Absatz [Summaryoftheinvention]; Abbildungen 2a-2d	1-20
A	----- US 3 122 801 A (MERREFIELD GLENN W) 3. März 1964 (1964-03-03) Spalte 3, Zeile 4 - Zeile 52 Abbildungen 1-4	1-20
	----- -/-	
☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
25. Mai 2020		05/06/2020
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Desvignes, Rémi

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	JP 6 142953 B1 (ACTYE INC) 7. Juni 2017 (2017-06-07) Machine translation; Absatz [0026] - Absatz [0031]; Abbildung 3 -----	6-8,13

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2020/060321

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
GB 522168	A	11-06-1940	CH 207107 A 30-09-1939
			DK 59306 C 15-12-1941
			FR 846951 A 28-09-1939
			GB 522168 A 11-06-1940

CN 101837429	A	22-09-2010	KEINE

US 3122801	A	03-03-1964	KEINE

JP 6142953	B1	07-06-2017	JP 6142953 B1 07-06-2017
			JP 2018069259 A 10-05-2018
