



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
22.01.2020 Patentblatt 2020/04

(51) Int Cl.:
B22D 29/00 (2006.01) **B22C 21/00 (2006.01)**
B22C 9/02 (2006.01) **C21D 9/00 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **19193631.9**

(22) Anmeldetag: **20.07.2015**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(30) Priorität: **30.07.2014 DE 102014110826**

(62) Dokumentnummer(n) der früheren Anmeldung(en) nach Art. 76 EPÜ:
15738697.0 / 3 119 545

(71) Anmelder: **Fritz Winter Eisengießerei GmbH & Co. KG**
35260 Stadtallendorf (DE)

(72) Erfinder:
• **Arnold, Klaus**
66399 Mandelbachtal (DE)

• **Rogowski, Dirk**
35287 Amöneburg (DE)
• **Schmidt, Jürgen**
35091 Cölbe (DE)
• **Süßmann, Rolf**
35315 Homberg (Ohm) (DE)

(74) Vertreter: **Cohausz & Florack**
Patent- & Rechtsanwälte
Partnerschaftsgesellschaft mbB
Bleichstraße 14
40211 Düsseldorf (DE)

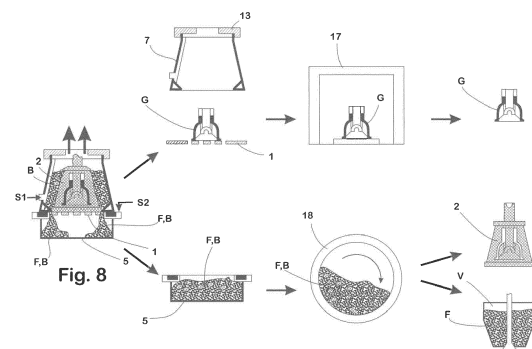
Bemerkungen:

Diese Anmeldung ist am 26-08-2019 als
Teilanmeldung zu der unter INID-Code 62 erwähnten
Anmeldung eingereicht worden.

(54) **VERFAHREN ZUM GIESEN VON GUSSTEILEN**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Gießen von Gussteilen, bei dem eine Gießform bereitgestellt wird, die aus einem oder mehreren Gießformteilen oder -kernen besteht, die aus einem aus Kernsand, Binder und optionalen Zusätzen bestehenden Formstoff hergestellt sind. Die Gießform (2) wird in ein Gehäuse unter Ausbildung eines Füllraums (10) zwischen einem Innenflächenabschnitt des Gehäuses und einem zugeordneten Außenflächenabschnitt der Gießform (2) eingehaust. Der Füllraum (10) wird dann mit einem rieselfähigen Füllgut (F) gefüllt und Metallschmelze in die Gießform (2) abgegossen. Diese beginnt einhergehend mit dem Eingießen der Metallschmelze Wärme abstrahlen. In Folge des Wärmeeintrags durch die Metallschmelze beginnt der Binder des Formstoffs zu verdampfen und zu verbrennen. Er verliert so seine Wirkung und die Gießform (2) zerfällt. Erfindungsgemäß hat das Füllgut (F) eine so geringe Schüttdichte, dass die aus dem Füllgut (F) im Füllraum gebildete Füllgutpackung von einer Gasströmung (S1,S2) durchströmbar ist. Dabei hat das Füllgut (F) beim Befüllen des Füllraums eine Mindesttemperatur, ausgehend von der die Temperatur des Füllguts (F) durch Prozesswärme, die durch die von der Gießform (2) abgestrahlte Wärme und durch die bei der Verbrennung des Binders freiwerdende Wärme gebildet wird, bis über eine Grenztemperatur ansteigt, bei

der der ausdampfende Binder zündet und verbrennt.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Gießen von Gussteilen, bei dem eine Metallschmelze in eine Gießform abgegossen wird, die einen das zu erzeugende Gussteil abbildenden Hohlraum umschließt, wobei die Gießform als verlorene Form aus einem oder mehreren Gießformteilen oder -kernen besteht. Die Gießformteile oder Gießkerne sind dabei aus einem Formstoff geformt, der aus einem Kernsand, einem Binder und optional einem oder mehreren Zusätzen zur Einstellung bestimmter Eigenschaften des Formstoffs besteht.

[0002] Bei konventionellen Verfahren dieser Art wird üblicherweise zunächst die das Gussteil abbildende Gießform bereitgestellt, deren Gießkerne und -formteile in separaten Arbeitsgängen vorgefertigt worden sind. Die Gießform kann dabei als so genanntes "Kernpaket" aus einer Vielzahl von Gießkernen zusammengesetzt sein. Genauso ist es möglich, Gießformen einzusetzen, die beispielsweise aus nur zwei jeweils aus Formstoff bestehenden Formhälften zusammengesetzt sind, in die der das Gussteil abbildende Formhohlraum eingeformt ist, wobei auch hier Formkerne vorhanden sein können, um im Gussteil Ausnehmungen, Höhlungen, Kanäle und desgleichen abzubilden.

[0003] Typische Beispiele für Gussteile, die mit einem erfindungsgemäßen Verfahren erzeugt werden, sind Zylinderkurbelgehäuse und Zylinderköpfe. Für größere und hochbeanspruchte Motoren werden sie aus Eisenguss im Sandgussverfahren hergestellt.

[0004] Als Formstoff für die den äußeren Abschluss der Gießform bildenden Gießformteile werden im Bereich des Eisengusses üblicherweise Quarzsande, gemischt mit Bentoniten, Glanzkohlenstoffbildnern und Wasser eingesetzt. Die die innenliegenden Höhlungen und Kanäle des Gussteils abbildenden Gießkerne werden dagegen üblicherweise aus handelsüblichen Kernsanden geformt, die mit einem organischen oder anorganischen Binder, z. B. mit einem Kunstharz oder Wasserglas, vermischt sind.

[0005] Unabhängig von der Art der Kernsande und Binder besteht das Grundprinzip bei der Herstellung von aus Formstoffen der voranstehend genannten Art geformten Gießformen darin, dass nach der Formgebung der Binder durch eine geeignete thermische oder chemische Behandlung ausgehärtet wird, so dass die Körner des Kernsands miteinander verkleben und über eine ausreichende Dauer die Formfestigkeit des jeweiligen Formteils oder -kerns gewährleistet ist.

[0006] Gerade beim Gießen großvolumiger Gussteile aus Eisenguss kann der auf der Gießform nach dem Abgießen der Metallschmelze lastende Innendruck sehr hoch sein. Um diesen Druck aufzunehmen und ein Bersten der Gießform sicher zu vermeiden, müssen entweder dickwandige, großvolumige Gießformen oder Stützkonstruktionen eingesetzt werden, die die Gießform an ihrer Außenseite abstützen.

[0007] Eine Möglichkeit einer solchen Stützkonstruktion besteht in einer Einhausung, die über die Gießform gestülpt wird. Die Einhausung ist üblicherweise nach Art eines Mantels ausgebildet, der die Gießform an ihren Umfangsseiten umgibt, jedoch an ihrer Oberseite eine ausreichend große Öffnung aufweist, um das Abgießen der Schmelze in die Gießform zu ermöglichen. Die Einhausung ist dabei so bemessen, dass nach dem Aufsetzen zumindest in den für die Abstützung der Gießform entscheidenden Abschnitten zwischen den Innenflächen der Einhausung und den Außenflächen der Gießform ein Füllraum vorhanden bleibt. Dieser Füllraum wird mit einem rieselfähigen Füllgut gefüllt, so dass eine großflächige Abstützung des jeweiligen Flächenabschnitts an der Einhausung gewährleistet ist. Um hier eine möglichst gleichmäßige Füllung des Füllraums, einen ebenso gleichmäßigen Kontakt der Gießform mit dem Füllmaterial und eine dementsprechend gleichmäßige Abstützung des zerbrechlichen Gießformstoffs zu erzielen, werden als Füllgut in der Regel feinkörnige, rieselfähige Füllmaterialien, wie Sand oder Stahlkies, verwendet, die eine hohe Schüttdichte besitzen. Nach dem Befüllen wird das Füllgut zusätzlich verdichtet. Ziel ist es hier, eine möglichst kompakte Füllmasse zu erzeugen, die nach Art eines inkompressiblen Monolithen die direkte Übertragung der Stützkräfte von der Einhausung auf die Gießform sicherstellt.

[0008] Die Metallschmelze wird mit hoher Temperatur in die Gießform gegossen, so dass auch die Gießformteile und -kerne, aus denen die Gießform zusammengesetzt ist, stark erwärmt werden. In Folge dessen beginnt die Gießform Wärme abzustrahlen. Übersteigt die Temperatur der Gießform eine bestimmte Mindesttemperatur, so beginnt der Binder des Formstoffs zu verdampfen und unter Freisetzung weiterer Wärme zu verbrennen. Der Binder verliert dadurch seine Wirkung. Durch diese Zersetzung des Binders geht die Bindung der Körner des Formstoffs, aus dem die Gießformteile und -kerne der Gießform hergestellt sind, verloren und die Gießform bzw. ihre aus Formstoff bestehenden Teile und Kerne zerfallen in einzelne Bruchstücke.

[0009] Es ist aus der Praxis bekannt, dass sich dieser Effekt zum Entformen des Gussteils aus der jeweiligen Gießform nutzen lässt. So sind beispielsweise aus der EP 0 546 210 B2 oder der EP 0 612 276 B2 Wärmebehandlungsverfahren für Gussteile bekannt, bei denen die Gießform mit den Gussteilen in einem kontinuierlichen Verfahrensablauf aus der Gießhitze in einen Wärmebehandlungsofen einlaufen. Beim Durchlauf durch den Ofen werden die Gießform und die Gussteile über eine ausreichend lange Dauer einer Temperatur ausgesetzt werden, bei der sich der durch die Wärmebehandlung angestrebte Zustand des Gussteils einstellt. Gleichzeitig ist die Temperatur der Wärmebehandlung so gewählt, dass sich der Binder des Formstoffs zersetzt. Die dann selbsttätig vom Gussteil abfallenden, aus Formstoff bestehenden Bruchstücke der Gießform werden noch im Wärmebehandlungsofen in einem Sandbett aufgefangen. Dort verweilen sie über eine gewisse Dauer, um den Zerfall der Bruchstücke der Gießformteile und -kerne weiter zu treiben.

Unterstützt werden kann die Zerkleinerung der von der Gießform abfallenden Formstoffbruchstücke dadurch, dass das Sandbett durch Einblasen eines heißen Gasstroms fluidisiert wird. Die ausreichend zerkleinerten Formstoffbruchstücke werden schließlich einer Aufbereitung zugeführt, in der der Kernsand so zurückgewonnen wird, dass er für die Herstellung neuer Gießformteile und -kerne genutzt werden kann.

[0010] Die bekannte Vorgehensweise bei der Entformung und Aufbereitung der für das Gießen von Gussteilen benötigten Gießformen hat sich in der Praxis beim Gießen von Teilen für Verbrennungsmotoren aus Aluminium in großer Stückzahl bewährt. Sie setzt allerdings einen Ofen von beträchtlicher Baulänge und ein Handling der Gießformen und Gussteile voraus, das sich bei großvolumigen Teilen oder Gießformen als aufwändig erweist, die einer zusätzlichen Abstützung durch eine Einhausung der oben beschriebenen Art bedürfen. Dies gilt insbesondere für solche Gussteile, die in kleineren und mittleren Stückzahlen aus Eisenguss hergestellt werden sollen.

[0011] Vor diesem Hintergrund bestand die Aufgabe der Erfindung darin, ein Verfahren anzugeben, welches mit optimierter Energieeffizienz und in besonders wirtschaftlicher Weise die gießtechnische Herstellung von Gussteilen ermöglicht.

[0012] Die Erfindung hat diese Aufgabe durch das in Anspruch 1 angegebene Verfahren gelöst.

[0013] Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben und werden nachfolgend wie der allgemeine Erfindungsgedanke im Einzelnen erläutert.

[0014] Die Erfindung stellt demnach ein Verfahren zum Gießen von Gussteilen zur Verfügung, bei dem eine Metallschmelze in eine Gießform abgegossen wird, die einen das zu erzeugende Gussteil abbildenden Hohlraum umschließt. Die Gießform ist als verlorene Form ausgebildet, die aus einem oder mehreren Gießformteilen oder -kernen zusammengesetzt ist. Diese Gießformteile sind jeweils aus einem Formstoff geformt, der aus einem Kernsand, einem Binder und optional einem oder mehreren Zusätzen zur Einstellung bestimmter Eigenschaften des Formstoffs besteht.

[0015] Das erfindungsgemäße Verfahren umfasst dabei folgende Arbeitsschritte:

- Bereitstellen der Gießform;
- Einhausen der Gießform in ein Gehäuse unter Ausbildung eines Füllraums zwischen mindestens einem Innenflächenabschnitt des Gehäuses und einem zugeordneten Außenflächenabschnitt der Gießform;
- Befüllen des Füllraums mit einem rieselfähigen Füllgut;
- Abgießen der Metallschmelze in die Gießform,
- wobei die Gießform einhergehend mit dem Eingießen der Metallschmelze beginnt, Wärme abzustrahlen, die Folge des durch die heiße Metallschmelze bewirkten Wärmeeintrags ist, und
- wobei in Folge des durch die Metallschmelze bewirkten Wärmeeintrags der Binder des Formstoffs zu verdampfen und zu verbrennen beginnt, so dass er seine Wirkung verliert und die Gießform in Bruchstücke zerfällt.

[0016] Erfindungsgemäß besitzt nun das in den Füllraum gefüllte Füllgut eine so geringe Schüttdichte, dass die nach dem Befüllen des Füllraums dort aus dem Füllgut gebildete Füllgutpackung von einer Gasströmung durchströmbar ist.

[0017] Darüber hinaus weist das Füllgut beim erfindungsgemäßen Verfahren beim Befüllen des Füllraums eine Mindesttemperatur auf, ausgehend von der die Temperatur des Füllguts durch Prozesswärme, die durch die von der Gießform abgestrahlte Wärme und durch die bei der Verbrennung des Binders freiwerdende Wärme gebildet wird, bis über eine Grenztemperatur von 700 °C ansteigt.

[0018] Dem erfindungsgemäßen Verfahren liegt somit der Gedanke zu Grunde, das Füllgut im Sinne eines Wärmespeichers zu nutzen und diesen Wärmespeicher so zu temperieren und auszubilden, dass die Zersetzung des Binders des Formstoffs, aus dem die Gießformteile und -kerne der Gießform gefertigt sind, schon während der Verweilzeit in der Einhausung durch Temperatureinwirkung weitestgehend zersetzt wird.

[0019] Auf diese Weise wird erreicht, dass die aus Formstoff bestehenden Teile und Kerne der Gießform so weit in Bruchstücke zerfallen sind, dass diese Bruchstücke vom Gussteil abfallen und das Gussteil nach dem Entfernen der Einhausung zumindest im Bereich seiner äußeren Flächen weitestgehend frei von anhaftenden Formteilen oder -kernen ist.

[0020] Gleichzeitig sind zu diesem Zeitpunkt auch die Kerne zerfallen, die im Inneren des Gussteils Kanäle oder Höhlungen abbilden, so dass der Kernsand und die Formstoffbruchstücke dieser Kerne entweder schon in der Einhausung selbsttätig aus dem Gussteil ausrieseln oder in an sich bekannter Weise, beispielsweise durch mechanische Methoden, wie Rütteln, oder durch Spülen mit einem geeigneten Fluid, aus dem Gussteil entfernt werden können.

[0021] Das erfindungsgemäße in den zwischen Gussteil und Einhausung ausgebildeten Füllraum gefüllte Füllgut ist rieselfähig, so dass es den Füllraum auch dann vollständig füllt, wenn im Bereich der Außenflächen der Gießform

Hinterschneidungen, Höhlungen und desgleichen vorhanden sind.

[0022] Entscheidend ist dabei, dass erfindungsgemäß das Füllgut eine Schüttdichte besitzt, die so gering ist, dass es auch nach dem Füllen des Füllraums und einem gegebenenfalls durchgeführten Verdichten des in den Füllraum eingefüllten Füllguts noch von einer Gasströmung durchströmbar ist. Erfindungsgemäß wird also im Gegensatz zum oben genannten Stand der Technik ausdrücklich keine höchstverdichtete Packung im Füllraum erzeugt, die zwar eine optimale Abstützung der Gießform sicherstellt, jedoch weitestgehend gasundurchlässig ist. Vielmehr ist das erfindungsgemäß eingesetzte Füllgut so auszuwählen, dass es für eine Gasströmung durchlässig ist, die sich beispielsweise in Folge von thermischer Konvektion einstellt. Diese ergibt sich, wenn die Gießform durch die in sie eingegossene Metallschmelze erhitzt wird und die verdampfenden Binderbestandteile des Formstoffs der Gießformteile und -kerne zu verdampfen sowie unter Freisetzung von Wärme zu verbrennen beginnen.

[0023] Wenn hier von einem verdampfenden und verbrennenden Binder die Rede ist, dann sind damit immer diejenigen Binderbestandteile gemeint, die durch Wärmezufuhr dampfförmig werden und brennbar sind. Dies schließt nicht aus, dass andere Binderbestandteile in fester oder sonstiger Form beispielsweise als Crackprodukte in der Gießform verbleiben und dort optimaler Weise ebenfalls durch Wärmeeinfluss zersetzt werden.

[0024] Die erfindungsgemäß vorzusehende Durchströmbarkeit des in den Füllraum eingefüllten Füllguts mit einem Gasstrom schafft dabei nicht nur die Möglichkeit, dass der aus der Gießform ausdampfende Binder im Bereich des Füllguts selbst verbrennt und dadurch das Füllgut weiter aufheizt, sondern erlaubt zusätzlich die Zufuhr von Sauerstoff, der die Verbrennung des Binders unterstützt. Auf diese Weise wird das Füllgut durch die über die Metallschmelze zugeführte und durch die Verbrennung des Binders freigesetzte Prozesswärme auf eine Temperatur erhitzt, die so hoch ist, dass die mit dem Füllgut in Kontakt kommende, aus der Gießform austretenden Binderanteile der Formteile und -kerne verbrennen oder thermisch zumindest so zersetzt werden, dass sie keine die Umwelt schädigende Wirkung mehr haben oder als Abgas aus der Einhausung abgezogen und einer Abgasreinigung zugeführt werden können.

[0025] Das erfindungsgemäß vortemperierte Füllgut wird vorzugsweise in kurzem zeitlichem Abstand vor dem Abguss der Metallschmelze in den Füllraum eingebracht, um Temperaturverluste zu minimieren.

[0026] Nachdem im Füllraum eine ausreichende Konzentration an brennbaren Ausgasungen des Formstoffs erreicht ist, setzt die Verbrennung durch den Kontakt mit dem aufgeheizten Füllgut ein. Die Verbrennung des aus der Gießform austretenden Binders schreitet fort und das Füllgut wird so lange weiter temperiert. Dieser Vorgang dauert an, bis nur noch so geringe Bindermengen aus der Gießform austreten, dass sich keine brennfähige Atmosphäre mehr in der Einhausung bildet. Das heiße Füllgut hält nun jedoch nach Art eines Wärmespeichers eine Temperatur oberhalb der Grenztemperatur, bei der es zur Verbrennung des Binders kommt. Die Gießform verweilt dementsprechend mindestens ebenfalls bei dieser Temperatur, so dass in der Gießform verbliebene Binderreste thermisch zersetzt werden.

[0027] Für das erfindungsgemäße Verfahren eignen sich insbesondere Gießformen, deren Formteile und Kerne aus Formstoff bestehen, der durch einen organischen Binder gebunden ist. Hierfür kommen beispielsweise handelsübliche lösemittelhaltige Binder oder solche Binder in Frage, deren Wirkung durch eine chemische Reaktion ausgelöst wird. Entsprechende Bindersysteme werden heute im so genannten "Cold-Box-Verfahren" eingesetzt.

[0028] Als Grenztemperatur eignet sich in der Praxis insbesondere bei der Verarbeitung von Eisengusschmelze eine Temperatur von 700 °C. Bei oberhalb von 700 °C verbrennen insbesondere organische Binder sicher. Gleichzeitig werden bei diesen Temperaturen andere Schadstoffe, die aus der Gießform austreten, oxidiert oder in anderer Weise unschädlich gemacht. Gleiches gilt für die sich in der Gießform in Folge des temperaturbedingten Zerfalls des Binders einstellenden Crackprodukte, die sich ebenfalls bei derart hohen Temperaturen sicher zersetzen.

[0029] Indem erfindungsgemäß das Füllgut auf eine bestimmte Temperatur vorgeheizt in den Füllraum gefüllt wird, wird erreicht, dass sich das Füllgut in Folge der zugeführten Prozesswärme auf eine über der Grenztemperatur liegende Temperatur aufheizt. Praktische Versuche haben hier gezeigt, dass als Mindesttemperatur des Füllguts beim Einfüllen in den Füllraum eine Temperatur von 500 °C ausreichend ist.

[0030] Einhergehend mit dem Austritt, der Verbrennung und der Zersetzung des Binders zerfallen die aus Formstoff geformten Teile und Kerne der Gießform in lose Bruchstücke, die entweder nach dem Entfernen der Einhausung entsorgt und einer Aufbereitung zugeführt werden können oder, vorteilhafter Weise, bereits während der zwischen dem Abgießen der Metallschmelze und dem Entfernen der Einhausung vergehenden Verweildauer aus der Einhausung abgezogen werden können. Zu diesem Zweck kann die Gießform auf einen Siebboden gestellt und die durch den Siebboden rieselnden Bruchstücke der Gießform aufgefangen werden. Praktischer Weise werden die Öffnungen des Siebbodens dabei so ausgelegt, dass die Bruchstücke der Gießform und das Füllgut gemeinsam durch den Siebboden rieseln, aufgefangen, aufbereitet und nach der Aufbereitung voneinander separiert werden. Dies hat den Vorteil, dass kein loses Füllgut mehr in der Einhausung vorhanden ist, wenn die Einhausung abgenommen wird.

[0031] Die Einhausung der Gießform kann dementsprechend durch einen die Gießform mit einem für die Ausbildung des Füllraums ausreichenden Abstand umgebenden, aus einem thermisch isolierenden und ausreichend formsteifen Material bestehenden Mantel, einer als Siebplatte wirkenden perforierten Trägerplatte, auf der die Gießform gestellt wird, und einem ebenfalls thermisch isolierendem Deckel gebildet sein, der nach dem Befüllen der Gießform aufgesetzt wird. Um ein kontrolliertes Abführen der sich im Füllraum bildenden Abgase zu ermöglichen, kann dabei zusätzlich eine

Abgasöffnung vorgesehen sein.

[0032] Auch beim erfindungsgemäßen Verfahren kann das in den Füllraum gefüllte Füllgut verdichtet werden, um zwischen der Gießform und der Einhausung eine Vorspannung zu erzeugen, durch die ein sicherer, positionsgenauer Zusammenhalt der Gießform auch dann gewährleistet ist, wenn die Gießform als aus einer Vielzahl von Formteilen und Kernen zusammengesetztes Kernpaket ausgebildet ist. Wie erwähnt, ist jedoch aufgrund der geringen Schüttdichte auch bei einem derart kompaktierten Füllgut die Durchströmbarkeit mit einem Gasstrom gesichert.

[0033] Die Effektivität der erfindungsgemäß erzielten Zerstörung der Formteile und Kerne der Gießform kann noch dadurch gesteigert werden, dass nicht nur das Füllgut, sondern auch die Gießform selbst gasdurchströmbar ausgelegt wird. Hierzu können gezielt Kanäle in die Gießform eingebracht sein, durch die das sich im Füllraum bildende heiße Abgas oder entsprechend vorgewärmte sauerstoffhaltige Gas strömt. Auf diese Weise setzt auch innerhalb der Gießform ein schnelles Ausdampfen, Verbrennen und sonstiges thermisches Zersetzen des Formstoff-Binders ein. Der Zerfall der Gießform wird so zusätzlich beschleunigt.

[0034] Gezielt in die Gießform eingebrachte Kanäle können zudem dazu genutzt werden, an oder in dem Gussteil bestimmte Zonen beschleunigt abzukühlen oder eine solche beschleunigte Abkühlung zu vermeiden, um in der jeweiligen Zone bestimmte Eigenschaften des Gussteils zu erzielen.

[0035] Bei einem erfindungsgemäßen Füllgut wird nach dem Verdichten die Vorspannung durch die einander berührenden Körner des Füllguts übertragen. Um dabei trotz der erfindungsgemäß geforderten Gasdurchlässigkeit des Füllguts zu vermeiden, dass sich die Körner des Füllguts unkontrolliert verschieben, kann die Einhausung an ihrer der Gießform zugeordneten Innenfläche mit einer strukturierten Oberfläche ausgestattet sein, an der die gegen diese Oberfläche stoßenden Körner zumindest stellenweise formschlüssig abgestützt sind.

[0036] Das Füllgut sollte gleichzeitig eine geringe Eignung zur Speicherung von Wärme aufweisen, damit sich das Füllgut schnell aufheizt und über möglichst lange Zeit bei einer über der Grenztemperatur liegenden Temperatur gehalten werden kann.

[0037] Optimalerweise für die erfindungsgemäßen Zwecke geeignetes Füllgut kombiniert somit eine geringe Schüttdichte mit einer geringen spezifischen Wärmekapazität des Materials, aus dem die Einzelteile, die das Füllgut bilden, hergestellt sind. Praktische Untersuchungen haben hier ergeben, dass Füllgut, bei dem das Produkt P aus Schüttdichte S_d und spezifischer Wärmekapazität c_p des Materials, aus dem das Füllgut hergestellt ist, höchstens $1 \text{ kJ/dm}^3\text{K}$ beträgt ($P = S_d \times c_p \leq 1 \text{ kJ/dm}^3\text{K}$), wobei sich Füllgut, bei dem das Produkt $P = S_d \times c_p$ höchstens $0,5 \text{ kJ/dm}^3\text{K}$ beträgt, sich besonders gut eignet.

[0038] Unabhängig davon, ob eine Verdichtung vorgenommen wird, haben sich als Füllgut Granulate oder sonstiges körniges Schüttgut bewährt. Dabei sind derartige Schüttgüter mit Schüttdichten von max. 4 kg/dm^3 , insbesondere weniger als 1 kg/dm^3 oder sogar weniger als $0,5 \text{ kg/dm}^3$, für die erfindungsgemäßen Zwecke besonders geeignet.

[0039] Wird ein körniges, schütt- und rieselfähiges Füllgut eingesetzt, so hat es sich in praktischen Versuchen als günstig erwiesen, wenn der mittlere Durchmesser der Körner $1,5 - 100 \text{ mm}$ beträgt, wobei optimalerweise Füllgut verwendet wird, dessen Korngrößen im Bereich von $1,5 - 40 \text{ mm}$ liegen.

[0040] Dabei zeigt Füllgut, das aus Materialien mit einer spezifischen Wärmekapazität von max. 1 kJ/kgK , idealerweise kleiner als $0,5 \text{ kJ/kgK}$, besteht, ein für die Erfindung optimales Aufheiz- und Wärmespeicherverhalten.

[0041] Als Füllgut sind grundsätzlich alle thermisch belastbaren Schüttgüter geeignet, die die voranstehend angegebenen Bedingungen erfüllen und ausreichend temperaturbeständig sind. Hierzu eignen sich insbesondere nichtmetallische Schüttgüter, wie Granulate aus keramischen Materialien. Diese können unregelmäßig geformt, kugelförmig oder mit Hohlräumen versehen sein, um eine gute Durchgasung des in den Füllraum gefüllten Füllguts bei gleichzeitig geringer Wärmespeichereigenschaft zu erzielen. Auch kann das Füllgut aus ringförmigen oder vieleckigen Elementen bestehen, die bei Kontakt miteinander sich jeweils nur punktförmig berühren, so dass zwischen ihnen jeweils ausreichend Raum verbleibt, um eine gute Durchströmung zu gewährleisten.

[0042] Um zu vermeiden, dass es durch den optional über einen Gaseinlass in die Einhausung geleiteten sauerstoffhaltigen Gasstrom zu einer Abkühlung des Füllguts kommt, kann der Gasstrom vor seinem Eintritt in den Füllraum auf eine oberhalb der Raumtemperatur liegende Temperatur erwärmt werden. Optimaler Weise liegt dabei die Temperatur des Gasstroms mindestens auf dem Niveau der Mindesttemperatur des Füllguts. Für die Erwärmung des Gasstroms kann beispielsweise das heiße Abgas genutzt werden, das aus der Einhausung abgezogen wird. Dazu kann ein an sich bekannter Wärmetauscher eingesetzt werden. Sofern ein Siebboden vorgesehen ist, über den die Bruchstücke der Gießform ggf. gemeinsam mit dem Füllgut aus der Einhausung hinaus gelangen können, kann der sauerstoffhaltige Gasstrom auch durch diesen Siebboden geführt werden. Das hat nicht nur den Vorteil einer großflächigen Einleitung, sondern bewirkt auch, dass der zugeführte Gasstrom durch den Kontakt mit den heißen, aus der Einhausung ausrieselnden Formstoff-Bruchstücken sowie dem ebenso heißen Füllgut erwärmt wird.

[0043] Alternativ oder ergänzend ist es auch denkbar, einen Teilstrom des Abgasstroms mit dem sauerstoffhaltigen Gasstrom zu vermischen und das so erhaltene heiße Gasgemisch in den Füllraum zurückzuführen. Hierzu kann es sinnvoll sein, dass der in den Füllraum geleitete sauerstoffhaltige Gasstrom zu $10 - 90 \text{ Vol.-%}$ aus Abgas besteht.

[0044] Bei dem dem Füllraum zugeführten sauerstoffhaltigen Gasstrom kann es sich beispielsweise um Umgebungsluft

handeln.

[0045] Der dem Füllraum zugeführte sauerstoffhaltige Gasstrom kann in Folge der durch Wärmekonvektion innerhalb des Füllraums ausgelösten Strömung über einen geeignet ausgebildeten Einlass in den Füllraum eingesaugt werden. Alternativ ist es selbstverständlich ebenso denkbar, den Gasstrom mittels eines Gebläses oder desgleichen mit einem gewissen Druck in den Füllraum einzubringen.

[0046] Eine optionale Regelung des in den Füllraum eingeführten Gasstroms kann in Abhängigkeit vom aus der Einhausung austretenden Abgasvolumenstrom erfolgen, um die Entstehung von Überdruck in der im Füllraum herrschenden Atmosphäre zu vermeiden. Hierzu kann der jeweilige Gaseinlass mit einem Mechanismus ausgerüstet sein, der die Zuluft in Abhängigkeit der Strömungsgeschwindigkeit einregelt. Zu diesem Zweck geeignet ist beispielsweise eine an sich bekannte Pendelklappe, die so aufgehängt und belastet ist, dass der Strömungsdruck der sie passierenden Gasströmung in Abhängigkeit von Gegengewichten die Strömungsgeschwindigkeit und somit die Verbrennungsluftzufuhr selbsttätig einregelt.

[0047] Ebenso ist es denkbar, am Abgasauslass eine Abgasmessung vorzunehmen und den sauerstoffhaltigen Gasstrom in Abhängigkeit vom Ergebnis dieser Messung zu regeln, um eine vollständige Verbrennung des Binders und der sonstigen möglicherweise aus der Gießform austretenden Gase im Füllraum zu gewährleisten.

[0048] Eine Minimierung des Schadstoffausstoßes kann beim erfindungsgemäßen Verfahren auch dadurch erzielt werden, dass die Einhausung mit einer Katalysatoreinrichtung zur Zersetzung von in den Verbrennungsprodukten des Binders enthaltenen Schadstoffen ausgestattet ist.

[0049] Das nach dem erfindungsgemäßen Entformen freigelegte Gussteil kann nach dem Zerfall der Gießform eine Wärmebehandlung durchlaufen, bei der es nach Maßgabe einer bestimmten Abkühlkurve in an sich bekannter Weise kontrolliert abgekühlt wird, um einen bestimmten Zustand des Gussteils herzustellen.

[0050] Selbstverständlich können bei erfindungsgemäßer Vorgehensweise gleichzeitig mehrere Gießformen gemeinsam in einer Einhausung untergebracht sein und diese Gießformen parallel oder in zeitlich eng aufeinander folgender Abfolge mit Metallschmelze befüllt werden.

[0051] Grundsätzlich eignet sich das erfindungsgemäße Verfahren für jede Art von metallischen Gusswerkstoffen, bei deren Verarbeitung eine ausreichend hohe Prozesswärme entsteht. Besonders eignet sich das erfindungsgemäße Verfahren zum Herstellen von Gussteilen aus Eisenguss, weil aufgrund der hohen Temperatur der Eisengusschmelze die für die Verbrennung des Binders erfindungsgemäß vorgesehenen Temperaturen besonders sicher erreicht werden. Insbesondere lassen sich in erfindungsgemäßer Weise GJL-, GJS- und GJV-Eisengusswerkstoffe sowie Stahlguss verarbeiten.

[0052] Wenn hier davon die Rede ist, dass die erfindungsgemäß genutzte Gießform aus Formteilen oder -kernen besteht, die aus Formstoff geformt sind, so schließt dies selbstverständlich die Möglichkeit ein, innerhalb einer solchen Gießform Einzelteile, wie Kühlkokillen, Stützen und desgleichen, aus anderen Materialien herzustellen. Entscheidend ist lediglich, dass die Gießform so viel Formstoffvolumen enthält, dass es im Zuge des Abgießens der jeweiligen Metallschmelze zum Ausdampfen von Binder kommt, der dann im Füllraum verbrennt und das Füllgut soweit aufheizt, dass es über eine für eine weitestgehend vollständige Zersetzung des Binders des Formstoffs ausreichende Dauer eine über der Grenztemperatur liegende Temperatur beibehält.

[0053] Die Reinigung des aus der erfindungsgemäß vorgesehenen Einhausung austretenden Abgasstroms kann dadurch erfolgen, dass die im Abgas noch vorhandenen brennbaren Stoffe in einer Abluftverbrennung nachverbrannt werden. Die dabei frei werdende Wärme kann wiederum genutzt werden, um den in die Einhausung geleiteten sauerstoffhaltigen Gasstrom vorzuwärmen.

[0054] Sofern mit mehreren erfindungsgemäßen Gießformen parallel zueinander Gusstücke in erfindungsgemäßer Weise erzeugt werden, so kann es zweckmäßig sein, wenn die Gießformen mit den ihnen zugeordneten Einhausungen gemeinsam in einem Tunnel oder desgleichen stehen und die sich bildenden Abgase über eine gemeinsame Abgasleitung abgeführt werden.

[0055] Das erfindungsgemäße Verfahren eignet sich insbesondere zur gießtechnischen Herstellung von Zylinderkurbelgehäusen und Zylinderköpfen für Verbrennungsmotoren. Insbesondere dann, wenn die betreffenden Bauteile für Nutzfahrzeuge bestimmt sind, weisen sie und die für ihre Herstellung jeweils benötigte Gießform ein vergleichbar großes Volumen auf, bei dem sich die Vorteile der erfindungsgemäßen Vorgehensweise besonders deutlich auswirken.

[0056] Die erfindungsgemäß erhaltenen Kernsandbruchstücke sind, wenn sie aus der Einhausung austreten, in der Regel noch so heiß, dass sie in einem konventionellen Mahlwerk ohne zusätzliche Wärmezufuhr zerkleinert werden können. Liegen die Kernsandbruchstücke als Mischung mit dem Füllgut vor, so erfolgt nach dem Mahlen die Separierung. Diese ist dann sehr einfach, weil die Korngröße des nach dem Mahlen erhaltenen Kernsands sehr viel kleiner ist als die Korngröße des Füllguts. Das Mahlwerk kann dabei so ausgelegt sein, dass es eine mechanische Vorkonditionierung des Kernsands bewirkt. Eine solche Vorkonditionierung kann beispielsweise darin bestehen, dass durch den Kontakt des Kernsandes mit dem Füllgut-Granulat die Oberflächenrauigkeit der Sandkörner vergrößert und somit bei der nachfolgenden Verarbeitung zu einem Formteil oder Kern die Adhäsion des Binders am Kernsand verbessert ist.

[0057] Der nach der Aufbereitung erhaltene Regenerat-Sand kann in an sich bekannter Weise mit Neusand gemischt

werden.

[0058] Nachfolgend wird die Erfindung anhand einer ein Ausführungsbeispiel darstellenden Zeichnung näher erläutert. Deren Figuren zeigen jeweils schematisch:

- 5 Fig. 1 ein Ablaufdiagramm, dass den erfindungsgemäßen Prozess darstellt;
- Fig. 2 - 8 einen Thermoreaktor in verschiedenen Phasen der Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens jeweils in einem Schnitt entlang seiner Längsachse;
- 10 Fig. 9 den zum Entnehmen des Gussteils geöffneten Thermoreaktor in einer den Figuren 2 - 8 entsprechenden Ansicht;
- Fig. 10 eine Einrichtung zum Abkühlen eines Gussteils;
- 15 Fig. 11 das fertige Gussteil;
- Fig. 12 einen Sammelbehälter des Thermoreaktors in einer den Figuren 2 - 8 entsprechenden Ansicht;
- Fig. 13 ein Mahlwerk zum Regenerieren von Kernsand in einem Schnitt quer zu seiner Längsachse;
- 20 Fig. 14 eine Gießform zum Gießen eines Gussteils in einer den Figuren 2 - 8 entsprechenden Ansicht;
- Fig. 15 einen mit Füllgut gefüllten Vorratsbehälter in einer den Figuren 2 - 8 entsprechenden Ansicht.

25 **[0059]** In Fig. 1 ist als Diagramm der Kreislauf dargestellt, der sich bei der Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ergibt. Gestartet wird dabei mit Gießformteilen und -kernen aus Formstoff, der aus neuem, bisher ungebrauchtem Kernsand, z. B. Quarzsand, und einem konventionellen Binder, beispielsweise einem handelsüblichen Cold-Box-Binder, gemischt ist. Genauso wird neues Füllmaterial, beispielsweise keramisches Granulat mit einer mittleren Korngröße von 1,5 - 25 mm, eingesetzt, das für den ersten Einsatz auf die geforderte Mindesttemperatur, z. B. 500 °C, erwärmt werden muss, bevor es einsetzbar ist. Im weiteren können diese Ausgangsmaterialien im Kreislauf wiederverwendet werden, wie nachfolgend erläutert.

30 **[0060]** Der in den Fig. 2 - 8 in verschiedenen Phasen des erfindungsgemäßen Verfahrens dargestellte Thermoreaktor T weist eine Siebplatte 1 auf, auf der eine zum Abgießen einer Eisengusschmelze vorbereitete Gießform 2 platziert ist. Die Gießform 2 ist für die gießtechnische Herstellung eines Gussteils G bestimmt, bei dem es sich im vorliegenden Beispiel um ein Zylinderkurbelgehäuse für einen Nutzfahrzeugverbrennungsmotor handelt.

35 **[0061]** Die Gießform 2 ist in konventioneller Weise als Kernpaket aus einer Vielzahl von außen angeordneten äußeren Kernen oder Formteilen und innen liegend angeordneten Gießkernen zusammengesetzt. Zusätzlich kann die Gießform 2 aus Stahl oder anderen unzerstörbaren Materialien bestehende Bauteile umfassen. Dazu gehören beispielsweise Kühlkokillen und desgleichen, die in der Gießform 2 angeordnet werden, um durch eine beschleunigte Erstarrung der
40 jeweils mit der Kühlkokille in Berührung kommenden Schmelze eine gerichtete Erstarrung des Gussteils G zu erzielen.

[0062] Die Gießform 2 grenzt einen Formhohlraum 3 gegenüber der Umgebung U ab, in den die Eisengusschmelze abgegossen wird, um das Gussteil G zu bilden. Die Eisenschmelze strömt dabei über ein Anschnittsystem in den Formhohlraum 3, das hier der Übersichtlichkeit halber nicht dargestellt ist.

[0063] Die Kerne und Formteile der Gießform 2 sind in konventioneller Weise im Cold-Box-Verfahren aus einem konventionellen Formstoff hergestellt, bei dem es sich um eine Mischung aus einem handelsüblichen Kernsand, einem ebenso handelsüblichen organischen Binder und optional zugegebenen Zusatzstoffen handelt, die beispielsweise der besseren Benetzung der Körner des Kernsands durch den Binder dienen. Aus dem Formstoff werden die Gießkerne und Formteile der Gießform 2 geformt. Anschließend werden die erhaltenen Gießkerne und Formteile mit einem Reaktionsgas begast, um den Binder durch eine chemische Reaktion auszuhärten und dadurch den Kernen und Formteilen
50 die notwendige Formsteifigkeit zu verleihen.

[0064] Die Siebplatte 1 ist mit ihrem Rand auf einem umlaufenden Randabsatz 4 eines Sammelbehälters 5 abgestützt. In die umlaufende Aufstandfläche des Randabsatzes 4 ist ein Dichtelement 6 eingearbeitet.

[0065] Nachdem die Gießform 2 auf der Siebplatte 1 positioniert ist, wird eine ebenfalls zu dem Thermoreaktor T gehörende Einhausung 7 auf den umlaufenden Randabsatz 4 des Sammelbehälters 5 gesetzt. Die Einhausung 7 ist nach Art einer Haube ausgebildet und ummantelt die Gießform 2 an ihren äußeren Umfangsflächen 8. Dabei weist der Umfang des von der Einhausung 7 umgrenzten Raums ein Übermaß gegenüber dem Umfang der Gießform 2 auf, so dass nach dem Aufsetzen der Einhausung 7 auf den Siebboden 1 zwischen der äußeren Umfangsfläche der Gießform 2 und der Innenfläche 9 der Einhausung 7 ein Füllraum 10 gebildet ist. Mit ihrem dem Sammelbehälter 5 zugeordneten
55

Rand sitzt die Einhausung auf dem Dichtelement 6, so dass hier ein dichter Abschluss des Füllraums 10 gegenüber der Umgebung U gewährleistet ist. Die Einhausung besteht aus einem thermisch isolierenden Material, das aus mehreren Schichten bestehen kann, von denen die eine Schicht die notwendige Formstabilität der Einhausung 7 und eine andere Schicht die thermische Isolierung gewährleistet. An ihrer Oberseite umgrenzt die Einhausung 7 eine große Öffnung 11,

über die die Gießform 2 mit Eisengusssschmelze und der Füllraum 10 mit Füllgut F gefüllt werden kann (Fig. 3).
[0066] Zum Befüllen des Füllraums 10 mit einem als körniges Granulat ausgebildeten und auf eine Temperatur T_{min} von mindestens 500 °C temperiertes Füllgut F wird ein Vorratsbehälter V über der Öffnung 11 positioniert, aus dem man anschließend das heiße Füllgut F über ein Verteilsystem 12 in den Füllraum 10 rieseln lässt (Fig. 4).

[0067] Wenn der Füllvorgang abgeschlossen ist, kann die in den Füllraum 10 gefüllte Füllgut-Packung erforderlichenfalls verdichtet werden. Anschließend wird ein Deckel 13 auf die Öffnung 11 gesetzt, der ebenfalls eine Öffnung 14 besitzt, über die die Eisengusssschmelze in die Gießform 2 gefüllt werden kann (Fig. 5).

[0068] Anschließend erfolgt der Abguss der Eisengusssschmelze in die Gießform 2 (Fig. 6).

[0069] Über einen im unteren Randbereich der Einhausung 7 eingeförmten Gaseinlass 15 kann währenddessen sauerstoffhaltige Umgebungsluft in den Füllraum 10 eintreten. Ebenso wird Umgebungsluft, die über einen Zugang 16 in den Sammelbehälter 5 gelangt, durch den Siebboden 1 in den Füllraum 10 gesogen (Fig. 7).

[0070] Die mit dem Abguss der Eisengusssschmelze einsetzende gewollte Zerstörung der Gießform 2 und die damit einhergehende Entformung des Gussteils G läuft in zwei Phasen ab.

[0071] In der ersten Phase verdampft im Binder enthaltenes Lösemittel. Das aus der Gießform 2 austretende dampfförmige Lösemittel erreicht im Füllraum 10 eine Konzentration, bei der es selbsttätig zündet und abbrennt. Durch die dabei frei werdende Wärme wird das körnige, auf eine Temperatur T_{min} von ca. 500 °C gebrachte Füllgut F über die Grenztemperatur T_{Grenz} von 700 °C hinaus aufgeheizt, bis seine Temperatur die maximale Temperatur T_{max} von annähernd 900 °C erreicht.

[0072] Wenn die Konzentration der aus der Gießform 2 ausdampfenden Binderbestandteile für eine eigenständige Verbrennung nicht mehr ausreicht, übernimmt das derart aufgeheizte Füllgut die Funktion eines Wärmespeichers, durch den die Temperatur der Gießform 2 und im Füllraum 10 auf einem oberhalb einer Temperatur T_{Grenz} von 700 °C liegenden Niveau gehalten wird. Auf diese Weise hält die Verbrennung der aus der Gießform 2 austretenden Binderbestandteile und sonstigen potenziellen Schadstoffe an, bis kein Binder mehr aus der Gießform 2 ausdampft. Die dann möglicherweise immer noch aus der Gießform 2 austretenden dampfförmigen Stoffe werden durch die im Füllraum 10 herrschende hohe Temperatur oxidiert oder in anderer Weise unschädlich gemacht.

[0073] Ebenso tragen zur Vollständigkeit der Verbrennung der aus der Gießform 2 tretenden Gase die sauerstoffhaltigen, aus Umgebungsluft gebildeten Gasströme S_1, S_2 bei, die über den Gaseinlass 15 und den Siebboden 1 in den Füllraum 10 der Einhausung 7 gelangen.

[0074] Da die Schüttdichte des Füllguts F so niedrig ist, dass auch nach einer Verdichtung eine gute Gasdurchlässigkeit des im Füllraum 10 vorhandenen Füllgut-Pakets gewährleistet ist, ist eine gute Durchmischung der aus der Gießform 2 austretenden Gase mit dem Sauerstoff für seine Verbrennung bereitstellenden Gasströmen S_1, S_2 gewährleistet. Gleichzeitig stützt die Füllgut-Packung im Füllraum 10 die Gießform 2 an ihren Umfangsflächen und verhindert so ein Durchbrechen der Eisengusssschmelze.

[0075] Das Durchströmen der aus der Gießform 2 austretenden Gase durch das Füllgut F bewirkt eine gute Durchmischung mit der zugeführten Gasströmung S_1, S_2 , eine längere Verweilzeit und eine gute Reaktionsfähigkeit. Die Gießform 2 wird so sowohl durch die Verbrennung des Bindersystems und die durch das in die Gießform 2 gegossene Metall eingetragene Wärme, als auch durch das vorgeheizte Füllgut F aufgeheizt. In Folge dessen wird das die Formteile und Kerne der Gießform 2 zusammenhaltende Bindersystem nahezu vollständig zerstört. Die Formteile und Kerne zerfallen daraufhin in Bruchstücke B oder einzelne Sandkörner.

[0076] Die Bruchstücke B und der lose Sand fällt durch den Siebboden 1 in den Sammelbehälter 5 und wird dort gesammelt. Abhängig vom Fortschritt der Zerstörung der Gießform 2 kann der Siebboden 1 dabei so geöffnet werden, dass auch Füllgut F in den Sammelbehälter 5 gelangt (Fig. 8).

[0077] Zur optimalen Verbrennung der aus der Gießform 2 ausgasenden Gase und für die Regenerierung des Kernsandes bereits in der Einhausung liegen die Temperaturen von Füllgut F und der im Füllraum 10 strömenden Gase optimalerweise jeweils deutlich über 700°C. Die Bedingungen im Thermoreaktor T sind dazu so gestaltet, dass der Regenerierprozess und die Abgasbehandlung unabhängig von Anlagenverfügbarkeiten eigenständig ablaufen. Bestimmende und eingestellte Größen sind die Starttemperatur des Füllstoffs F, die über den Gaseinlass 15 und den Zugang 16 zuströmenden sauerstoffhaltigen Gasströme S_1, S_2 und die Gießform 2 selbst.

[0078] Der Fortschritt der Zerstörung der Gießform 2 und der Erstarrungsverlauf der in die Gießform 2 gegossenen Eisengusssschmelze sind so aneinander angepasst, dass das Gussteil G ausreichend erstarrt ist, wenn der Zerfall der Gießform 2 einsetzt.

[0079] Nachdem die Gießform 2 im Wesentlichen vollständig zerfallen ist, wird der Sammelbehälter 5 mit dem in ihm enthaltenen Formstoff-Füllgut-Gemisch von dem Siebboden 1 getrennt und die Einhausung 7 ebenfalls vom Siebboden 1 abgenommen. Das weitestgehend entsandete Gussteil G ist nun frei zugänglich und kann in einem hierzu vorgesehenen

tunnelartigen Raum 17 kontrolliert abgekühlt werden (Fig. 10). Das Gussteil G hat aufgrund des Prozesses eine hohe Temperatur beim Entnehmen, bei dem die Austenit-Umwandlung noch nicht abgeschlossen ist und eine schnelle Abkühlung zu Eigenspannungen und damit zu Rissen führen würde. Aus diesem Grund wird das Gussteil G in einem Abkühltunnel 17 langsam entsprechend der Glühkurven beim Spannungsarmglühen abgekühlt. Die zugeführte Kühlluft wird so bemessen, dass das Abkühlprofil produktspezifisch erreicht wird.

[0080] Das im Sammelbehälter 5 enthaltene, nach wie vor heiße Gemisch aus Füllgut F, Kernsand und Bruchstücken B wird in einem Mahlwerk 18, bei dem es sich beispielsweise um ein Drehrohr handeln kann, intensiv vermischt und mit ausreichender Oxidationsluft versetzt, so dass möglicherweise noch vorhandene Binderreste nachverbrennen. In dieser Prozessstufe kann auch das Füllgut F von Kernsand getrennt werden und beides einer separaten Kühlung zugeführt werden. Eine solche Nachregenerierung gewährleistet die sichere Einhaltung einer vollständigen Verbrennung des Bindersystems und bereitet zusätzlich durch mechanische Reibung die Kernsandoberfläche für eine gute Adhäsion des Binders zur Wiederverwendung als Kernsand vor.

[0081] Der erhaltene Kernsand wird nahezu auf Raumtemperatur herunter gekühlt und nach Fraktionstrennung einer erneuten Verarbeitung zu Gießformteilen oder Gießkernen für eine neue Gießform 2 zugeführt.

[0082] Das Füllgut F wird dagegen auf die vorgesehene Starttemperatur T_{min} gekühlt und im Kreislauf zur erneuten Verfüllung des Füllraums 10 in den Vorratsbehälter V gefüllt.

[0083] Die Menge der in den Füllraum 10 als Gasströme S1, S2 geleiteten Verbrennungsluft wird über mechanisch einstellbare Klappen oder Schieber geregelt, mit denen sich die Öffnungsquerschnitte des Gaseintritts 15 und des Zugangs 16 verstellen lassen. Die jeweilige Einstellung kann zunächst über die stöchiometrisch benötigte Luftmenge zur Verbrennung des Bindersystems ermittelt und dann über Messungen von CO, NO_x und O₂ am hier durch die Öffnung 14 des Deckels 13 gebildeten Abgasauslass 19 feinjustiert werden, der in den Deckel 13 eingeformt ist und über den die im Füllraum 10 entstehenden Abgase aus der Einhausung 7 abgeführt werden.

[0084] Wie aus Fig. 16 hervorgeht, wird im Füllraum 10 unmittelbar nach dem Abguss durch das Verdampfen des Lösemittels aus dem Bindersystem der Gießform 2 und der sonstigen Ausdünstungen der Gießform 2 eine durch die Kurve K Schadstoff dargestellte hohe Schadstoffkonzentration erreicht, die selbst bei Raumtemperaturen eigenständig brennen würde. Die Grenze K_{Grenz}, ab der bei Raumtemperatur eine Schadstoffkonzentration erreicht ist, die brennbar ist, ist in Fig. 16 durch die strichpunktierte Linie angegeben. Wegen der hohen Mindesttemperatur T_{min} von 500 °C, die im Füllraum 10 durch das dort eingebrachte heiße Füllgut F herrscht, setzt die Verbrennung der in den Füllraum 10 aus der Gießform 2 gelangenden Gase jedoch schon bei einer deutlich niedrigeren Konzentration ein (s. Fig. 16).

[0085] Durch die Verbrennung innerhalb des Granulates in der Phase 1 heizt sich das Granulat auf und seine Temperatur $T_{Füllgut}$ überschreitet nach kurzer Zeit die Grenztemperatur T_{Grenz} von 700 °C, bei der organische Stoffe bekanntermaßen bei ausreichend Sauerstoffgehalt selbständig oxidieren und somit verbrennen. Der Verlauf der Temperatur $T_{Füllgut}$ ist in Fig. 16 als gestrichelte Linie dargestellt.

[0086] Diese Phase ("Phase 1") intensiver Verbrennung des aus der Gießform 2 ausdampfenden Binders hält an, bis die Konzentration K Schadstoff der in den Füllraum 10 aus der Gießform 2 gelangenden, im Wesentlichen durch den verdampfenden Binder gebildeten brennbaren Gase so stark abnimmt, dass bei Raumtemperatur keine Verbrennung mehr stattfinden würde.

[0087] Durch die hohe Füllguttemperatur von mehr als 700 °C wird, wie zuvor beschrieben, diese Oxidation bzw. Verbrennung in der sich anschließenden Phase 2 dennoch fortgesetzt, wobei die dabei frei werdende Wärme ausreicht, die Temperatur des Füllguts 10 weiter zu steigern, bis die Maximaltemperatur T_{max} erreicht ist. Bei dieser Temperatur verhardt das Füllgut 10, bis der Zersetzungsprozess der Gießform 2 soweit fortgeschritten ist, dass keine nennenswerten Ausgasungen mehr stattfinden, die Gießform 2 kleinteilig zerfällt und die Formstoffreste in den Behälter 5 fallen. Solange jedoch im Füllraum 10 Verbrennungsprozesse stattfinden, entsteht dabei immer noch so viel Wärme, dass das Füllgut F über eine ausreichend lange Zeitdauer in einem Bereich verbleibt, dessen Obergrenze die Temperatur T_{max} und dessen Untergrenze die Temperatur T_{Grenz} ist.

[0088] Erfindungsgemäß wird somit durch die Wahl der Temperatur, mit der das Füllgut in den Füllraum 10 gefüllt wird, der Zeitpunkt, an dem die Grenztemperatur T_{Grenz} von 700 °C überschritten wird, so festgelegt, dass dieser erreicht ist, bevor durch niedrige Schadstoffkonzentrationen K Schadstoff der Prozess der Verbrennung im Füllraum 10 nicht mehr zuverlässig mit der notwendigen Intensität stattfindet. Anschließend stellt das dann hoch erhitze Füllgut F sicher, dass die Zersetzung und Restverbrennung der noch aus der Gießform 2 ausdampfenden Gase stattfindet, auch wenn die dazu im Füllraum vorhandene Konzentration an brennbaren Gasen für sich gesehen bei unterhalb der Temperatur T_{Grenz} liegenden Temperaturen zu gering wäre.

[0089] Es konnte nachgewiesen werden, dass mit den in der Gießform 2 enthaltenen ausdampfenden und brennbaren Stoffen so viel chemische Energie für eine Verbrennung zur Verfügung steht, dass Füllguttemperaturen von weit über 1.000 °C erreicht werden könnten. In diesem Fall würde die Abkühlung des Abgusses aber weit hinausgezögert, so dass lange Verweilzeiten notwendig würden. Auch dies kann durch die Starttemperatur bestimmt werden, mit der das Füllgut F in den Füllraum 10 gefüllt wird. Ebenso kann ein zu starker Temperaturanstieg durch eine Erhöhung der dann als Kühlluft wirkenden Gasströme S1, S2 verhindert werden.

[0090] Bei der Wahl des Füllguts F, bei dem es sich beispielsweise um Keramikfüllkörper handelt, wird darauf geachtet, dass die einzelnen Körner des Füllguts F eine hohe Druckfestigkeit besitzen, um die Druckkräfte beim Gießen aufzunehmen und im Umlauf den Abriebverlust so gering wie möglich zu halten. Ein weiteres Auswahlkriterium ist eine geringe Wärmekapazität in Kombination mit der Schüttdichte des Füllguts F, um aus Phase 1 so schnell wie möglich einen Temperaturanstieg über die 700 °C zu bekommen. Durch die Oxidation im Schüttgut, unter angepasster Verbrennungsluftzufuhr und relativ niedriger Temperatur, wird eine Stickoxidbildung weitgehend vermieden.

[0091] Da die ausscheidenden Abgase erfindungsgemäß im Wesentlichen selbst in der ersten Phase die Füllgutschüttung aufheizen, ergibt sich ein Temperaturprofil innerhalb der Schüttung, welches die saubere Verbrennung sicherstellt. Die Verbrennungsluft folgt aufgrund der im Füllraum 10 entstehenden Wärmekonvektionsströmung einer vertikalen Richtung nach oben und die Ausgasung der Schadstoffe aus der Gießform 2 aufgrund der starken Dampfbildung in der ersten Phase einer horizontalen Richtung in das Füllgut-Paket hinein. Durch die Kreuzung der Gasströme innerhalb des Füllguts F wird eine gute Durchmischung gewährleistet.

[0092] Im Bereich oberhalb der Gießform 2 sind die Gasströme dann gleichgerichtet und können im heißesten Bereich der Abgasführung im Verbrennungsraum zwischen Deckel 13 und Füllgut F vor dem Austritt aus dem Abgasauslass 19 oberhalb des Gießtrichters ausreichend nachverbrennen.

[0093] In einer Beispielrechnung sind auf Grundlage der in Tabelle 1 angegebenen Parameter und Stoffwerte für einen erfindungsgemäßen Prozess die durch die Abkühlung der Schmelze und die Verbrennung des Binders freigesetzte Wärmeenergie Qa sowie die für die Erwärmung des Füllguts sowie die Erwärmung des Kernsands der Gießform benötigte Wärmeenergie Qb bestimmt worden.

[0094] Dabei ist davon ausgegangen worden, dass als Schmelze eine Grauguss-Schmelze in eine Gießform abgegossen wird, deren Formteile und -kerne im konventionellen Cold-Box-Verfahren aus Formstoff hergestellt sind, der aus konventionellem Kernsand, d. h. aus Quarzsand, und einem für diese Zwecke ebenso marktüblichen Binder besteht.

[0095] Vereinfachend ist zudem unterstellt worden, dass das Gussmetall nach dem Gießen seine Wärme an die Gießform und das Füllgut abgibt und dass auch die dem verwendeten Binder innenwohnende chemische Energie in Form von Verbrennungswärme vollständig zum Aufheizen des Füllguts zur Verfügung steht.

[0096] Die zum Erstarren der Schmelze abzuführende Schmelzenwärme Hfus errechnet sich dann gemäß der Formel

$$H_{fus} = m_{Schmelze} \times h_{fus} \times 1/1000 \text{ MJ/kJ}$$

somit im vorliegenden Beispiel zu

$$H_{fus} = 170\text{kg} \times 96\text{kJ/kg} \times 1/1000 \text{ MJ/kJ} = 16,3\text{MJ}.$$

[0097] Die im Zuge ihrer Abkühlung aus der Schmelze frei werdende Wärmeenergie Qa1 errechnet sich dann gemäß der Formel

$$Q_{a1} = c_p \times \Delta T \times m \times 1/1000 \text{ MJ/kJ} - H_{fus}$$

im vorliegenden Beispiel mit

$$\Delta T = (T_1 - T_2) = (850\text{K} - 1500\text{K}) = -650\text{K zu}$$

$$Q_{a1} = 950 \text{ J/kgK} \times -650\text{K} \times 170\text{kg} \times 1/1000 \text{ MJ/kJ} - 16,3\text{MJ}$$

$$Q_{a1} = -121\text{MJ}.$$

[0098] In entsprechender Rechnung ergibt sich die durch die Verbrennung des im Formstoff enthaltenen Binders freiwerdende Wärmeenergie Qa2 nach der Formel

$$Q_{a2} = h_i \times m_{\text{Binder}} \times (-1)$$

zu

$$Q_{a2} = 30 \text{ MJ/kg} \times 4 \text{ kg} \times (-1) = -120 \text{ MJ}.$$

[0099] Die Summe der freiwerdenden Wärmeenergie $Q_a = Q_{a1} + Q_{a2}$ beträgt dann -241 MJ.

[0100] Die für die Erwärmung des Kernsands der Gießform von der Temperatur T_1 auf die Temperatur T_2 benötigte Wärmeenergie Q_{b1} errechnet sich nach der Formel

$$Q_{b1} = c_{p\text{Kernsand}} \times (T_2 - T_1) \times m_{\text{Kernsand}}$$

zu

$$Q_{b1} = 835 \text{ J/kgK} \times (800 \text{ K} - 20 \text{ K}) \times 255 \text{ kg} = 166 \text{ [MJ]}.$$

[0101] Genauso berechnet sich die für die Erwärmung des Kernsands der Gießform von der Temperatur T_1 auf die Temperatur T_2 benötigte Wärmeenergie Q_{b2} nach der Formel

$$Q_{b2} = c_{p\text{Füllgut}} \times (T_2 - T_1) \times m_{\text{Füllgut}}$$

zu

$$Q_{b2} = 754 \text{ J/kgK} \times (800 \text{ K} - 500 \text{ K}) \times 125 \text{ kg} = 28 \text{ [MJ]}.$$

[0102] Der zum Aufheizen des zu Anfang noch auf Raumtemperatur von 20 °C befindlichen Kernsands der Gießform und des mit der Temperatur T_1 von 500 °C eingefüllten Füllguts auf die Endtemperatur T_2 von 800 °C benötigte Wärmebedarf $Q_b = Q_{b1} + Q_{b2}$ beträgt dann insgesamt $Q_b = 166 \text{ MJ} + 28 \text{ MJ} = 194 \text{ MJ}$.

[0103] Bei den in Tabelle 1 angegebenen Parametern ergibt sich demnach in Folge des Wärmeeintrags durch die Schmelze und die Verbrennung des aus der Gießform austretenden Binders ein zum Aufheizen des Füllguts F und zur Kompensation von Toleranzen und Verlusten zur Verfügung stehender Energieüberschuss von 47 MJ.

[0104] Die in Tabelle 1 wiedergegebene Bestimmung einer beim Vergießen einer Grauguss-Eisengussschmelze erzielbare Energiebilanz zeigt, dass bei Verwendung von auf Basis eines konventionellen Bindersystems und unter Verwendung von Quarzsand hergestellten, ebenso konventionellen Formstoffen eine deutliche Überkapazität an Wärmeenergie vorhanden ist. Die zugeführten sauerstoffhaltigen Gasströme S_1, S_2 werden in dieser Betrachtung vernachlässigt, da ihr Einfluss energetisch sehr gering ist.

[0105] In Tabelle 2 sind für verschiedene Schüttgüter, die hinsichtlich ihrer Temperaturbeständigkeit grundsätzlich für die Verwendung als Füllgut in Frage kämen, die Schüttdichten S_d , die spezifischen Wärmekapazitäten c_p und das Produkt $P = S_d \times c_p$ angegeben. Es zeigt sich, dass beispielsweise Stahlkies zwar eine deutlich geringere spezifische Wärmekapazität c_p besitzt als ein Keramikgranulat der hier genannten Art, jedoch eine deutlich zu hohe Schüttdichte aufweist, um die erfindungsgemäß vorgeschriebene Gasdurchlässigkeit der im Füllraum um die Gießform vorgesehenen Füllgutpackung zu gewährleisten.

BEZUGSZEICHEN

[0106]

- 1 Siebplatte
- 2 Gießform
- 3 Formhohlraum
- 4 umlaufender Randabsatz
- 5 Sammelbehälter
- 6 Dichtelement
- 7 Einhausung (Gehäuse)

- 8 Umfangsflächen der Gießform 2
 9 Innenfläche der Einhausung 7
 10 Füllraum
 11 Öffnung der Einhausung
 5 12 Verteilsystem
 13 Deckel
 14 Öffnung des Deckels 13
 15 Gaseinlass
 16 Zugang
 10 17 Abkühltunnel
 18 Mahlwerk
 19 Abgasauslass
 B Bruchstücke
 F Füllgut
 15 G Gussteils
 S1, S2 sauerstoffhaltige Gasströme
 T Thermoreaktor
 U Umgebung
 V Vorratsbehälter

20

Tabelle 1

25

Stoffwert / Parameter		Füllgut KeramikGranulat	Kernsand Quarzsand	Gussmetall Grauguss	Binder Cold-Box- Binder	Einheit
Schmelzenthalpie	hfus			96		kJ/kg
Wärmekapazität bei 800 °C	cp	754	835	950		J/kg/K
Heizwert	hi				30	MJ/kg
Masse	m	125	255	170	4	kg
Eingangstemperatur	T1	500	20	1500		°C
Ausgangstemperatur	T2	800	800	850		°C

30

35

Tabelle 2

40

Füllgut	Schüttdichte Sd [kg/dm³]	Spezifische Wärmekapazität cp [J/kgK]	P = Sd x cp
Keramik	0,61	754	460
Stahl kies	4,20	470	1.974
Quarzsand	1,40	835	1.169

45

Patentansprüche

50

1. Verfahren zum Gießen von Gussteilen (G), bei dem eine Metallschmelze in eine Gießform abgegossen wird, die einen das zu erzeugende Gussteil abbildenden Hohlraum (3) umschließt, wobei die Gießform (2) als verlorene Form aus einem oder mehreren Gießformteilen oder -kernen besteht, die aus einem Formstoff geformt sind, der aus einem Kernsand, einem Binder und optional einem oder mehreren Zusätzen zur Einstellung bestimmter Eigenschaften des Formstoffs besteht, umfassend folgende Arbeitsschritte:

55

- Bereitstellen der Gießform (2);
- Einhausen der Gießform (2) in ein Gehäuse (7) unter Ausbildung eines Füllraums (10) zwischen mindestens einem Innenflächenabschnitt (9) des Gehäuses (7) und einem zugeordneten Außenflächenabschnitt (8) der

Gießform (2);

- Befüllen des Füllraums (10) mit einem rieselfähigen Füllgut (F);
- Abgießen der Metallschmelze in die Gießform (2),

- wobei die Gießform (2) einhergehend mit dem Eingießen der Metallschmelze beginnt, Wärme abzustrahlen, die Folge des durch die heiße Metallschmelze bewirkten Wärmeeintrags ist, und
- wobei in Folge des durch die Metallschmelze bewirkten Wärmeeintrags der Binder des Formstoffs zu verdampfen und zu verbrennen beginnt, so dass er seine Wirkung verliert und die Gießform (2) in Bruchstücke (B) zerfällt,

dadurch gekennzeichnet, dass das in den Füllraum (10) gefüllte Füllgut (F) eine so geringe Schüttdichte besitzt, dass die nach dem Befüllen des Füllraums (10) dort aus dem Füllgut (F) gebildete Füllgutpackung von einer Gasströmung (S1,S2) durchströmbar ist, und **dass** das Füllgut (F) beim Befüllen des Füllraums (10) eine Mindesttemperatur (Tmin) aufweist, ausgehend von der die Temperatur des Füllguts (F) durch Prozesswärme, die durch die von der Gießform (2) abgestrahlte Wärme und durch die bei der Verbrennung des Binders freiwerdende Wärme gebildet wird, bis über eine Grenztemperatur (TGrenz) ansteigt, bei der der aus der Gießform (2) ausdampfende, mit dem Füllgut (F) in Kontakt kommende Binder zündet und seine Verbrennung einsetzt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Produkt P aus Schüttdichte Sd und spezifischer Wärmekapazität cp höchstens 1 kJ/dm³K beträgt.

3. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schüttdichte Sd max. 4 kg/dm³ beträgt.

4. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Füllgut (F) eine spezifische Wärmekapazität cp von max. 1 kJ/kgK besitzt.

5. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Füllgut (F) aus Granulatkörnern mit einem mittleren Durchmesser von 1,5 - 100 mm gebildet ist.

6. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Temperatur des Füllguts (F) beim Befüllen des Füllraums (10) mindestens 500 °C beträgt.

7. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Grenztemperatur (TGrenz) 700 °C beträgt.

8. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einhausung einen Gaseinlass (15) und einen Abgasauslass (19) hat und **dass** das in dem Füllraum (10) enthaltene Füllgut (F) zumindest zeitweise und abschnittsweise von einem sauerstoffhaltigen Gasstrom (S1,S2) durchströmt wird.

9. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Gasstrom (S1,S2) auf eine oberhalb der Raumtemperatur liegende Temperatur erwärmt ist.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Gasstrom (S1,S2) in Abhängigkeit vom aus dem Abgasauslass (19) austretenden Abgasvolumenstrom geregelt wird.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** an dem Abgasauslass (19) eine Abgasmessung vorgenommen wird und **dass** der Gasstrom (S1,S2) in Abhängigkeit vom Ergebnis dieser Messung geregelt wird.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Teilstrom der aus dem Abgasauslass (19) austretenden Verbrennungsgase mit dem sauerstoffhaltigen Gasstrom (S1,S2) vermischt und das erhaltene Gemisch in das Gehäuse (7) geleitet wird.

13. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gehäuse (7) mit einer Katalysatoreinrichtung zur Zersetzung von in den Verbrennungsprodukten des Binders enthaltenen Schadstoffen ausgestattet ist.

14. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gießform (2) auf einen Siebboden (1) gestellt wird, und **dass** die Bruchstücke (B) der Gießform (2) und das Füllgut (F) gemeinsam durch den Siebboden (1) rieseln, aufgefangen, aufbereitet und nach der Aufbereitung voneinander separiert werden.

5 15. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gussteil (G) nach dem Zerfall der Gießform (2) eine Wärmebehandlung durchläuft, bei der es nach Maßgabe einer bestimmten Abkühlkurve kontrolliert abgekühlt wird.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

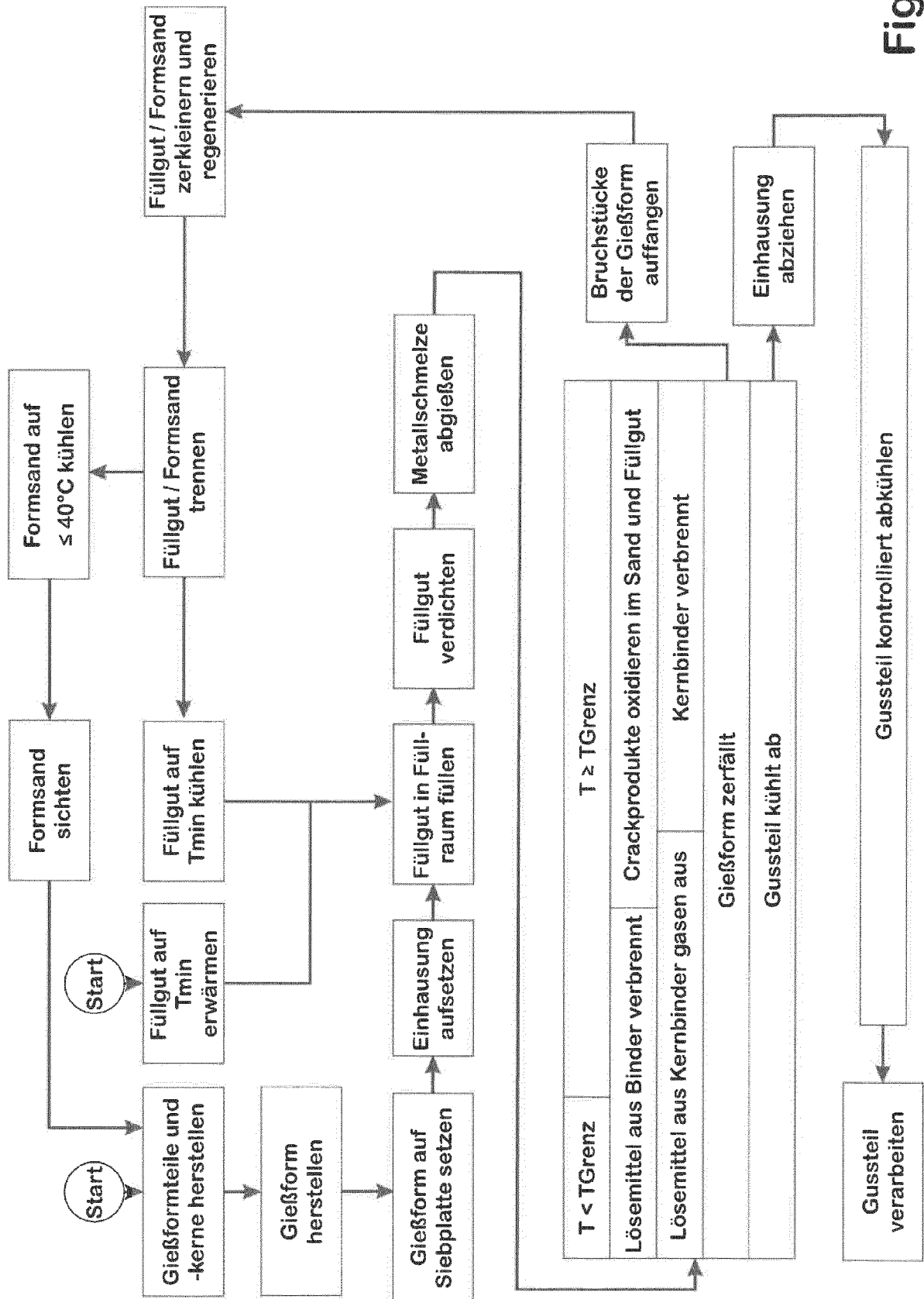


Fig. 1

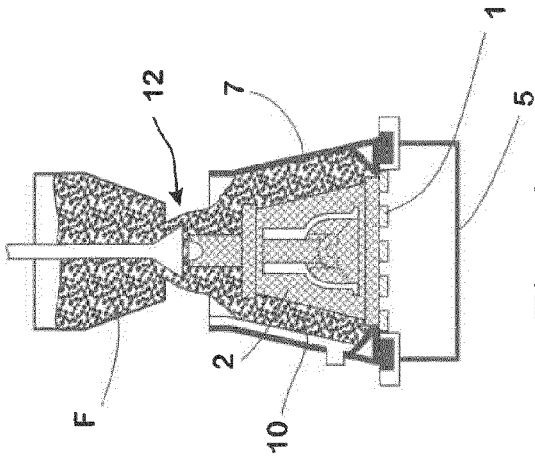


Fig. 4

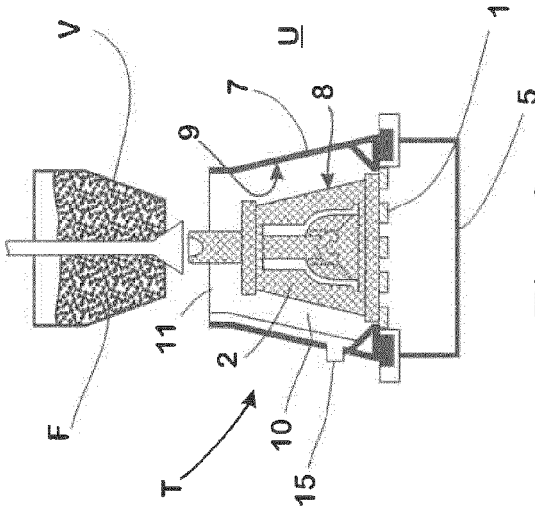


Fig. 3

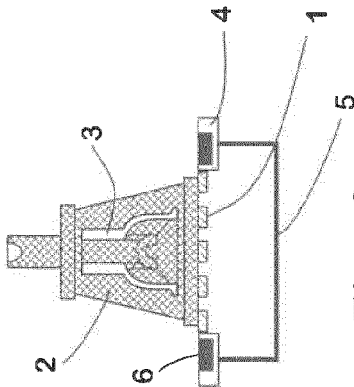


Fig. 2

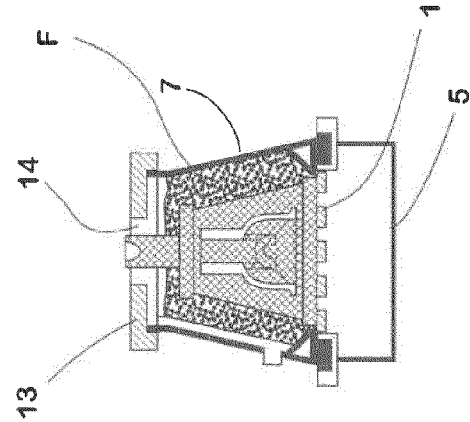


Fig. 5

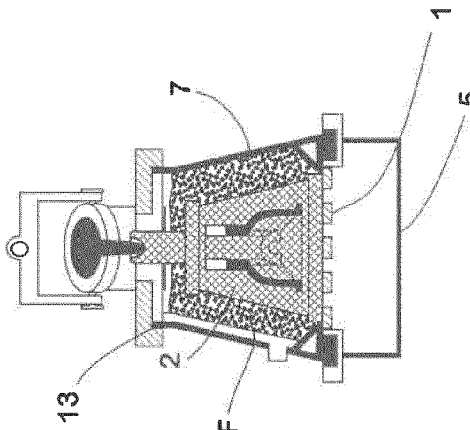


Fig. 6

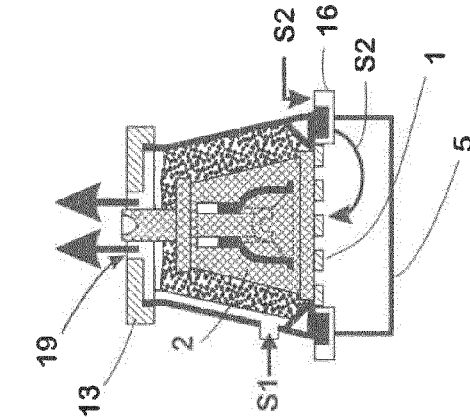
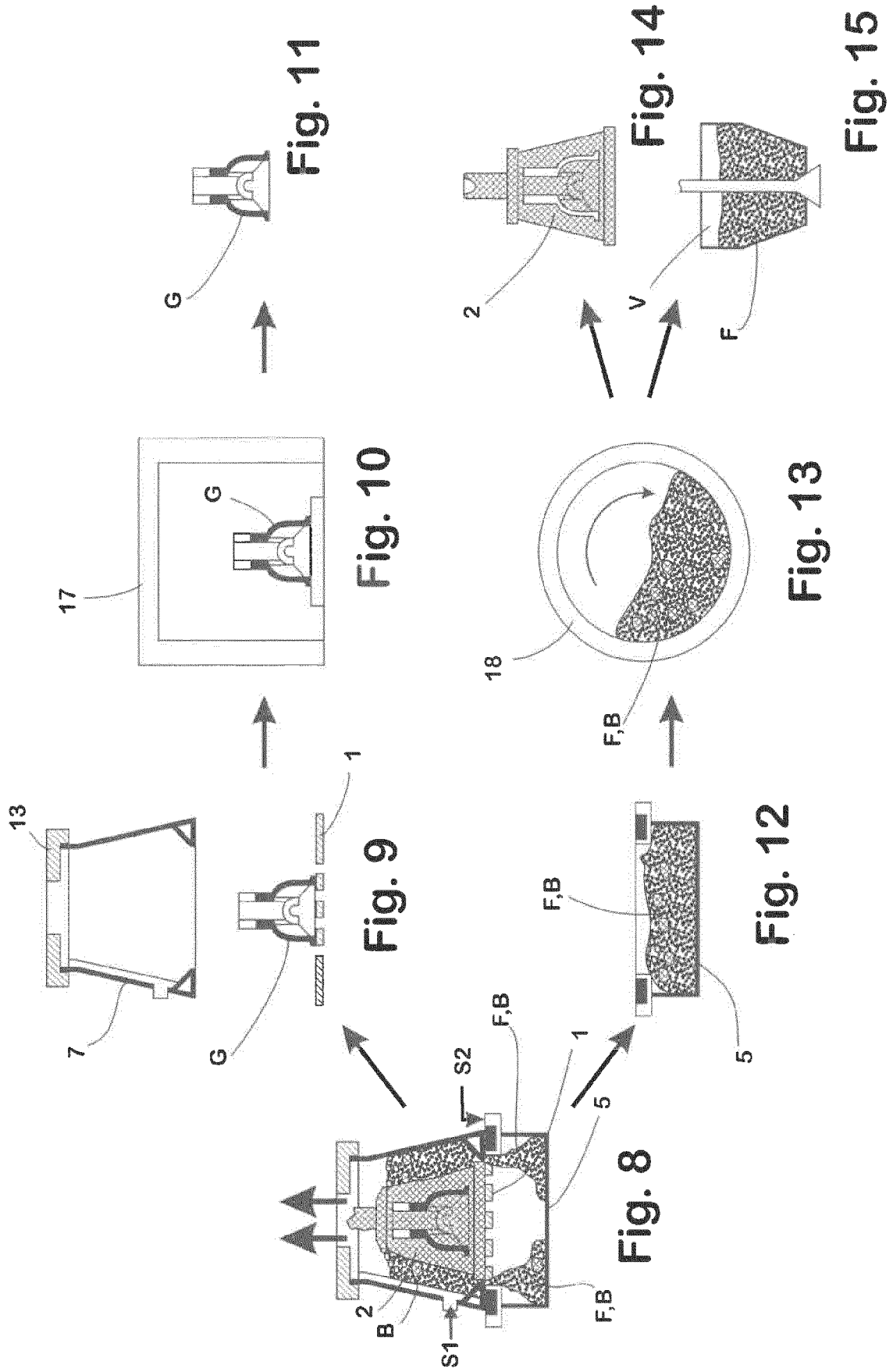


Fig. 7



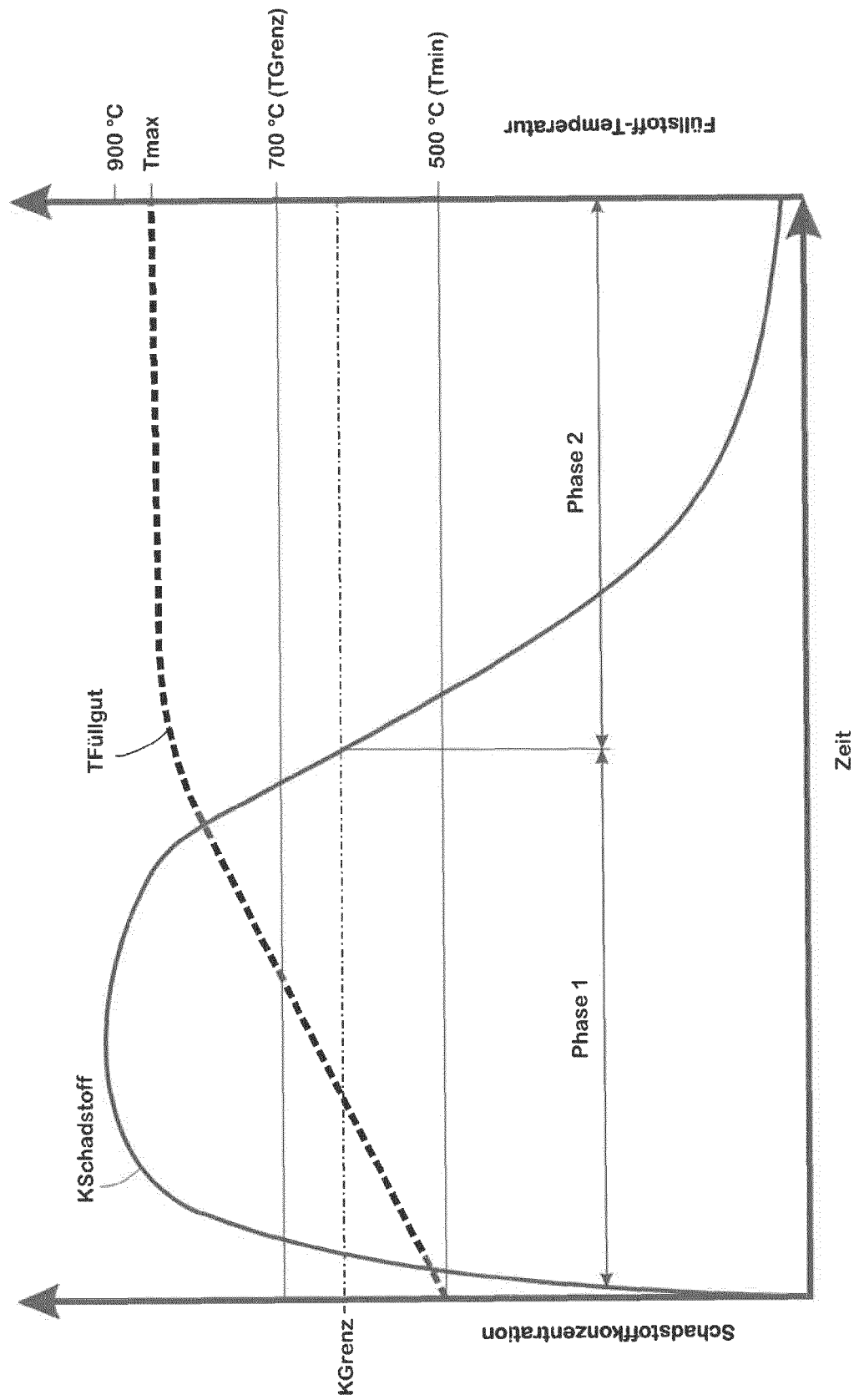


Fig. 16



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 19 19 3631

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	JP H03 465 A (TOYOTA MOTOR CORP) 7. Januar 1991 (1991-01-07) * Zusammenfassung; Abbildungen 1-6 * -----	1-15	INV. B22D29/00 B22C21/00 B22C9/02 C21D9/00
A	WO 01/08836 A1 (CONS ENG CO INC [US]) 8. Februar 2001 (2001-02-08) * Seite 22, Zeile 21 - Seite 24, Zeile 3; Abbildungen 8a, 8b * -----	1-15	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B22D B22C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 5. Dezember 2019	Prüfer Rischard, Marc
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

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

EP 19 19 3631

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

05-12-2019

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP H03465	A	07-01-1991	KEINE
WO 0108836	A1	08-02-2001	AT 397986 T 15-07-2008
		AU 781487 B2 26-05-2005	
		CA 2391349 A1 08-02-2001	
		CN 1364104 A 14-08-2002	
		CN 1672835 A 28-09-2005	
		EP 1225993 A1 31-07-2002	
		HK 1048085 A1 03-06-2005	
		HK 1080784 A1 23-11-2007	
		JP 3817476 B2 06-09-2006	
		JP 2003505254 A 12-02-2003	
		JP 2006061988 A 09-03-2006	
		MX PA02000936 A 06-08-2002	
		WO 0108836 A1 08-02-2001	

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 0546210 B2 [0009]
- EP 0612276 B2 [0009]