(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 2 916 976 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
08.03.2017 Patentblatt 2017/10

(21) Anmeldenummer: **14786500.0**

(22) Anmeldetag: **17.10.2014**

(51) Int Cl.:
B22C 1/18 *(2006.01)* ***B22C 15/24*** *(2006.01)*

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2014/072361

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2015/055838 (23.04.2015 Gazette 2015/16)

(54) **VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG VON VERLORENEN KERNEN ODER FORMTEILEN ZUR GUSSTEILPRODUKTION**

METHOD FOR PRODUCING LOST CORES OR MOLDED PARTS FOR THE PRODUCTION OF CAST PARTS

PROCÉDÉ PERMETTANT DE PRODUIRE DES NOYAUX PERDUS OU DES PARTIES DE MOULE POUR LA PRODUCTION DE PIÈCES MOULÉES

(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: **19.10.2013 DE 102013017390**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
16.09.2015 Patentblatt 2015/38

(73) Patentinhaber: **Peak Deutschland GmbH**
01683 Nossen / D. (DE)

(72) Erfinder:
- **POLZIN, Hartmut**
  09661 Striegistal (DE)
- **KOOYERS, Theo**
  NL-6974 BB Leuvenheim (NL)
- **STREHLE, Matthias**
  01683 Nossen (DE)
- **GLEISSNER, Frank**
  08304 Schönheide (DE)

(74) Vertreter: **Kailuweit & Uhlemann Patentanwälte Partnerschaft mbB**
Bamberger Straße 49
01187 Dresden (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A1-2008/046651

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 2 916 976 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft die Herstellung von verlorenen Kernen oder Formteilen für Gießformen zur Herstellung von gegossenen Bauteilen (Gussteilproduktion). Verlorene Kerne werden in der Gießereiindustrie zur Realisierung von Hohlräumen im Inneren von Gussteilen benötigt und können eine extrem komplexe Struktur aufweisen, z. B. Kerne für PKW-Zylinderköpfe.

[0002] Hergestellt werden die verlorenen Kerne aus einem körnigen und trockenen Formgrundstoff, einem Sand, häufig Quarzsand, aber auch Chromit-, Zirkon-, Olivin-, Feldspat-, Mullit- bzw. anderen Sanden und einem chemisch härtenden Bindersystem. Diese Komponenten werden gemischt, gegebenenfalls unter Zusatz weiterer Additive und durch Druckbeaufschlagung (Druckluft) in das Urformwerkzeug (Kern- bzw. Formkasten) eingebracht. Die anschließende Verfestigung des noch losen Formstoffgemisches kann über verschiedene Wege erfolgen, beispielsweise durch das Durchleiten eines Härtegases, z.B. Kohlendioxid oder die thermische Verfestigung durch ein erwärmtes, d. h. metallisches, Urformwerkzeug.

[0003] Bekannt sind wasserglasbasierte Binder, die zumeist als Mehrkomponentensysteme aus der Wasserglaskomponente und einer meist pulverförmigen Additivkomponente bestehen. Mit Formgrundstoffen vermischt und zu Kernen oder Kernformteilen geformt, können derartige Formteile durch physikalische Verfestigung (Dehydratation, Wasserentzug, Trocknung) oder chemische Verfestigung (chemische Härtung) verfestigt werden.

[0004] Bekannt ist das INOTEC-Verfahren, das ein Bindergemisch auf Natriumsilikatbasis als Binder nutzt, wobei bei diesem Binder durch die Zugabe von Additiven den sogenannten Inotec-Promotoren verschiedene Formstoffeigenschaften verbessert werden. Die Aushärtung erfolgt dabei über eine schrittweise ablaufende Dehydratisierung des Kernformstoffes durch Werkzeugtemperaturen zwischen 150 bis 250°C sowie einer anschließenden Heißluftspülung im gleichen Temperaturbereich. Je nach Sandqualität werden Bindergehalte zwischen 1,8 und 2,5 % und Promotorengehalte zwischen 0,1 % und 1,0 % verwendet. Der Promotor verbessert unter anderem die Fließfähigkeit und die Festigkeit des Kernformstoffes und des Kernes, in dem er einzelne Binderpartikel miteinander verbindet und ein dreidimensionales Netz aufbaut.

[0005] Haupteinsatzgebiete des INOTEC-Verfahrens und der INOTEC-Binder sind Leichtmetall- und Buntmetalllegierungen beispielsweise zur Produktion von Zylinderköpfen aber auch von Armaturenguss.

[0006] Bekannt ist auch ein CORDIS-Bindemittelsystem, bei dem der Binder eine Matrix aus einer Kombination von Phosphat-, Borat- uns Silikatgruppen aufweist. Das CORDIS-Bindersystem ist ein anorganisches Zweikomponentensystem, das sich aus dem Binder CORDIS und dem Additiv Anorgit zusammensetzt. Für die Anwendung dieses Bindersystems ist ein beheizter Kernkasten (130 bis 180°C) sowie eine Heißluftbegasung (100 bis 200°C) notwendig. Eingesetzte Bindergehalte können je nach Bindertyp zwischen 1,5 und 3,0 % liegen. Dabei werden Biegefestigkeiten von 350 bis 550 N /cm^2 erreicht.

[0007] Das Bindersystem CORDIS wird ebenfalls zur Herstellung anorganisch gebundener Kerne in temperierten Kernherstellungswerkzeugen verwendet. Das Cordis-Bindersystem setzt sich aus Wasser als Lösungsmittel und einer anorganischen Bindermatrix zusammen. Diese Bindermatrix besteht je nach Anwendungsfall aus einer Kombination modifizierter Phosphat-, Silikat- und Boratgruppen. Desweiteren lassen sich durch Zugaben anorganischer Stoffe direkt in den Bindern oder als Additiv bei der Kernherstellung Eigenschaften gezielt steuern. Dazu zählen beispielsweise die Fließfähigkeit, die Reaktivität der Formstoffmischung, die Benetzung des Kerns durch die Schmelze oder die Lagerbeständigkeit.

[0008] Problematisch ist bei diesem Binder, dass aufgrund dessen Hydrophilie die Lagerfähigkeit gebundener Kerne begrenzt ist. Beispielsweise sinken bei einer Lagerung von 24 Stunden die Festigkeiten um ca. 1/3 der Ausgangsfestigkeit. Bevorzugt werden die Cordisbindersysteme für Aluminium Schwerkraft Kokillenguss.

[0009] Eine weitere Alternative zur emissionsfreien Herstellung von anorganischen Kernen ist das sogenannte AWB-(anorganisches Warm-Box) Verfahren. Auch das AWB-Verfahren arbeitet mit beheizten Kernkästen (160 bis 200°C). Beim Schießen des Kernes wird ein Unterdruck an den Kernkasten angelegt, der dem Abzug des entstehenden Wasserdampfes dient. Das Aushärten ist rein physikalischer Natur, was die Regenerierung des Formstoffes nach dem Abguss positiv beeinflusst. Nach dem der Kern im Kernkasten eine gewisse Bearbeitungsfestigkeit hat, wird er in einer Mikrowelle bei geringer Leistung vollständig ausgehärtet.

[0010] Das AWB-Verfahren beruht auf der thermischen Härtung wasserglasgebundener Formstoffe in einem temperierten Werkzeug mit anschließender Mikrowellentrocknung. Als Binder dient ein modifiziertes Wasserglas, welches durch Verdünnung mit Natronlauge eine niedrige Viskosität erhält. Die Fließfähigkeit der damit hergestellten Formstoffmischungen und damit ihre Schießbarkeit erlaubt eine gute Herstellung des Kernes oder Formteiles. Die Verfestigung des Formstoffes beim AWB-Verfahren erfolgt ausschließlich über Dehydratation, d.h. Trocknung bei Werkzeugtemperaturen zwischen 160 und 200°C, wobei zusätzlich ein Unterdruck angelegt werden kann. Die abschließende Trocknung wird dann durch Mikrowellenöfen mit niedriger Leistung sichergestellt. Die Binderzugaben liegen zwischen 1,5 und 2,5%. Auf Additive wird verzichtet.

[0011] Aus DE 103 21 106 A1 ist ein Formstoff für Formteile von Gießformen zum Vergießen von Leichtmetallschmelzen

bekannt, wobei als Formgrundstoff ein quarzfreier Sand (Olivin) und ein anorganischer Binder auf Basis von Wasserglas verwendet wird.

[0012] Bekannt sind auch Wasserglaspulversysteme, bei denen sprühgetrocknetes Wasserglas als Binder verwendet wird. Nachteilig ist jedoch, dass diese Pulverbinder aus mikrofeinen Partikeln bestehen, die im Gießereibetrieb die Luft am Arbeitsplatz belasten.

[0013] Aus dem Stand der Technik sind Zweikomponenten-Bindersysteme bekannt. Die DE 20 2008 017 975 U1 offenbart ein Zwei-Komponentenn-System aus einer ersten flüssigen, Wasserglas und einer zweiten festen, ein teilchenförmiges Metalloxid enthaltenden Komponente. Zusätzlich wird ein oberflächenaktiver Stoff, bevorzugt zur flüssigen Komponente gegeben. Das Metalloxid weist dabei eine Teilchengröße von kleiner 100 μm und größer 10 μm auf. Nachteilig ist es bei diesem Bindemittel nötig eine oberflächenaktive Substanz zuzusetzen. Außerdem wird der Binder als Zweikomponentensystem bereitgestellt und muss erst aufwändig vor dem Gebrauch zusammen gemischt werden.

[0014] DE 2434431 A1 offenbart ein auf Wasserglas basierendes Bindersystem, wobei die damit hergestellten Formstoffmischungen neben dem Formgrundstoff und dem Binder eine Reihe zusätzlicher Komponenten enthalten. Das Bindemittel hat ein Verhältnis von Kieselsäure und Alkalioxid zwischen 3,5:1 und 10:1 und wird dem Formgrundstoff in Anteilen zwischen 3 und 15 Gewichts-% zugegeben. Die eingesetzten Additive dieses Mehrkomponentensystems sind Ton oder Tonerde, kohlenstoffhaltige Materialien (z.B. Pech oder Russ) sowie filmbildende Harzklebstoffe (z.B. Polyvinylacetatdispersionen oder Vinylacetat-Äthylen-Copolymere).

[0015] DE 10 2012 020 510 A1 offenbart eine Formstoffmischung aus einem feuerfesten Formgrundstoff, einem anorganischen Bindemittel auf Wasserglasbasis sowie partikulärem amorphen SiO_2. Weiterhin enthält dieses mit einem Zweikomponentenbinder arbeitende System zusätzliche organische Additive sowie verschiedene Tenside. Das partikuläre amorphe SiO_2 wird hier als Pulver zugesetzt. Die verwendete Formstoffmischung enthält einen Härter (z.B. eine Ester- oder Phosphatverbindung) und ist für die Anwendung im Aluminiumgussbereich geeignet. Die Härtung der Formstoffmischung erfolgt mit Hilfe heißer Werkzeuge, die bevorzugt auf 120 bis 250°C erwärmt werden.

[0016] DE 10 2007 027 577 A1 offenbart eine Formstoffmischung, die neben dem Binder auf Alkali-Silikatbasis 0,1 bis 10% Natronlauge sowie einen Zuschlag zwischen 0,1 und 3 Gewicht-% einer Suspension mit einem Feststoffanteil zwischen 30 und 70% an amorphem, kugelförmigem SiO_2 enthält. Zur Trocknung der so hergestellten Formstoffmischungen wendet dieses Verfahren Mikrowellenenergie an.

[0017] CN 1721103 A offenbart ein anorganisches Bindemittel zur Formteilherstellung mit einem verbesserten Zerfallsverhalten nach dem Abgießen der Gussteile. Dazu enthält das Bindemittel Dextrosepulver, Kalziumkarbonatpulver, ein Suspensionsmittel und weitere Additive.

[0018] DE 10 2007 023 883 A1 offenbart eine Schussgasversorgungseinrichtung zur Versorgung einer Kernschießmaschine mit einem befeuchteten Gas mit bestimmter Feuchtigkeit, wobei auch die Temperatur dieses Gases variiert werden kann. Zur Temperierung des befeuchteten Gases kann ein Mikrowellenstrahler eingesetzt werden.

[0019] EP 2 163 328 A1 offenbart ein Verfahren, bei dem der Formgrundstoff mit einem Wasserglasbinder im Bereich zwischen 0,25 und 0,9 % bezogen auf das Gesamtformstoffgewichtbeschichtet wird, zusätzlich enthält der Binder mindestens ein Additiv aus den Gruppen Haftvermittler, Fließverbesserer, Verbesserungsmittel für die Oberfläche, Trocknungsmittel oder Trennmittel. Weiterhin ist in der Formstoffmischung wenigstens ein Härtungsmittel enthalten, welches beispielsweise durch den Kontakt mit Wasserdampf aushärtet. Die Aushärtung der hergestellten Formteile erfolgt in einem erwärmten Urformwerkzeug, welches vorzugsweise auf Temperaturen zwischen 60 und 120°C erwärmt wird.

[0020] In EP 1 095 719 A2 wird ein Bindemittelsystem für Formsande zur Herstellung von Kernen beschrieben. Das Bindemittelsystem auf Wasserglasbasis besteht aus einer wässrigen Alkalisilikatlösung und einer hygroskopischen Base, wie beispielsweise Natriumhydroxid, die im Verhältnis 1:4 bis 1:6 zugesetzt wird. Das Wasserglas weist ein Modul SiO_2/M_2O von 2,5 bis 3,5 und einen Feststoffanteil von 20 bis 40 % auf. Um eine rieselfähige Formmischung zu erhalten, welche auch in komplizierte Kernformen eingefüllt werden kann, sowie zur Steuerung der hygroskopischen Eigenschaften enthält das Bindemittelsystem noch einen oberflächenaktiven Stoff, wie Silikonöl, das einen Siedepunkt ≥ 250 °C aufweist. Das Bindemittelsystem wird mit einem geeigneten Feuerfeststoff, wie Quarzsand, vermischt und kann dann mit einer Kernschießmaschine in eine Kernbüchse eingeschossen werden. Die Aushärtung der Formstoffmischung erfolgt durch den Entzug des noch enthaltenen Wassers. Die Trocknung bzw. Aushärtung der Gießform kann auch unter Einwirkung von Mikrowellen erfolgen.

[0021] WO 2006/024540 A2 beschreibt, dass durch die Verwendung eines Bindemittels, welches ein Alkaliwasserglas sowie ein teilchenförmiges Metalloxid enthält, welches aus der Gruppe Siliciumdioxid, Aluminiumoxid, Titanoxid und Zirkonoxid ausgewählt ist, die Festigkeit von Gießformen sowohl unmittelbar nach der Formgebung und Aushärtung als auch bei einer Lagerung unter erhöhter Luftfeuchtigkeit deutlich verbessert werden kann. Die Teilchengröße dieser Metalloxide beträgt vorzugsweise weniger als 300 μm, insbesondere bevorzugt weniger als 100 μm. Bei der Herstellung der Formstoffmischung wird im Allgemeinen so vorgegangen, dass zunächst der feuerfeste Formgrundstoff vorgelegt und dann unter Rühren das Bindemittel zugegeben wird. Dabei kann das Wasserglas sowie das teilchenförmige Metalloxid an sich in beliebiger Reihenfolge zugegeben werden. Es ist jedoch vorteilhaft, wenn die flüssige Komponente als erstes zugegeben wird. Nachteilig ist, dass auch bei diesem Formstoffsystem mit erwärmten Formwerkzeugen

gearbeitet werden muss.

[0022] WO 2008/046651 A1 offenbart eine Kohlenhydrathaltige Formstoffmischung zur Herstellung von Giessformen für die Metallverarbeitung, ein Verfahren zur Herstellung von Giessformen, mit dem Verfahren erhaltene Giessformen sowie deren Verwendung. Für die Herstellung der Giessformen wird ein feuerfester Formgrundstoff sowie ein auf Wasserglas basierendes Bindemittel verwendet. Dem Bindemittel ist ein Anteil eines teilchenförmigen Metalloxids zugesetzt. Die für die Formstoffmischung verwendeten Oligo- oder Polysaccharide sollen die Festigkeit der Gießform und deren Entformbarkeit erhöhen. Die Formstoffmischung kann mittels einer Kernschiessmaschine mit Hilfe von Druckluft in das Formwerkzeug geschossen werden. Die Aushärtung der Giessformen kann durch Einblasen von erhitzter Luft in das Formwerkzeug beschleunigt werden.

[0023] Das Problem heutiger Kernherstellungsverfahren zur Herstellung qualitativ hochwertiger und geometrisch anspruchsvoller verlorener Kerne besteht darin, dass entweder gesundheits- und umweltschädliche Binder, Katalysatoren und Härtegase (Amin-Luft-Gemisch oder Schwefeldoxid) oder teure metallische in der Regel aus Stahl gefertigte Kernkästen eingesetzt werden, die mit hohem Energieaufwand beheizt werden müssen.

[0024] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, ein Verfahren zur Herstellung von verlorenen Kernen oder Formteilen für Gießformen zu entwickeln, dass mit einem umwelt- und arbeitsplatzfreundlichen Bindersystem unter Verwendung von Urformwerkzeugen aus Holz, Kunststoff, Metall bzw. Kombinationen daraus ohne aktive Beheizung die Herstellung kompliziert geformter verlorener Kerne oder Formteile unter Verwendung anorganischer Bindersysteme gestattet.

[0025] Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch ein Verfahren zur Herstellung von verlorenen Kernen oder Formteilen für Gießformen zur Gussteilproduktion mit den Merkmalen nach Anspruch 1 gelöst. Weitere Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens beinhalten die Unteransprüche 2 bis 14.

[0026] Ein Formgrundstoff wird mit einem Alkalisilikat- oder Wasserglas-Binder vermischt und mit einer Kernschiessmaschine in einem Kernkasten ein verlorener Kern oder ein Formteil für Gießformen geformt. Das Verfahren ist dadurch charakterisiert, dass der Alkalisilikat- oder Wasserglas-Binder eine Alkalisilikat- oder Wasserglaslösung mit einem Modul von 1,5 bis 3,5 und natürliche und/oder synthetische Zusatzstoffe mit einem Anteil von 0,1 bis 25 Ma.-%, gemessen am Gesamtanteil des Binders, mit einer Korngröße von kleiner 5 μm, enthält, wobei die natürlichen und/oder synthetischen Zusatzstoffe mindestens, jeweils zu 1 bis 5 Ma-%, gemessen am Gesamtanteil des Binders, Aluminiumsilikat, Magnesiumsilikat und Natriumaluminiumsilikat sind, dass der verlorene Kern oder das Formteil in einem unbeheizten Kernkasten geformt wird und dass der so geformte verlorene Kern oder das Formteil mit heißer Luft ausgehärtet wird.

[0027] Dazu wird bei üblichen Sanden als Formgrundstoff als Binder eine modifizierte Alkalisilikat- oder Wasserglaslösung eingesetzt, wobei der Binder erfindungsgemäß Zusatzstoffe auf der Basis von natürlichen oder synthetischen Mineralien mit einer Korngröße von kleiner 5 μm enthält und wobei der mit der Kernschießmaschine hergestellte verlorene Kern mit heißer Luft, die mit CO_2 angereichert sein kann, ausgehärtet wird.

[0028] Verlorene Kerne bezeichnen erfindungsgemäß Formteile, die bei der Herstellung von Gussteilen eingesetzt werden, um beispielsweise als Platzhalter für komplexe Konturen, meist Hohlräumen, in Gussstück zu fungieren. Diese müssen zum einen fest und stabil genug sein, um während des Gießvorgangs die Form zu behalten, andererseits sollten sie nach dem Gießvorgang und dem Erkalten des Gussteils leicht aus dem fertigen Gussteil entfernbar sein. Aus diesem Grund bestehen die verlorenen Kerne aus einem Formgrundstoff und einem Binder, der für ausreichend Stabilität sorgt, um den genannten Ansprüchen standhalten zu können.

[0029] Formteile bezeichnen erfindungsgemäß Teile einer Gießform, die beispielsweise in ihrer äußeren Gestalt dem späteren Gussteil entsprechen.

[0030] Wasserglaslösung ist keine einheitliche chemische Verbindung sondern eine Sammelbezeichnung für glasartig erstarrte Schmelzen von Alkalisilikaten wechselnder Zusammensetzung in Lösung. Wässrige Alkalisilikatlösungen sind dem Fachmann als Wasserglaslösungen bekannt. Wasserglaslösungen haben die allgemeine Zusammensetzung $xSiO_2$ * yM_2O * zH_2O, wobei M ein Alkalimetall, bevorzugt ausgewählt aus Natrium, Kalium und Lithium ist. Das Verhältnis von Siliziumdioxid zu Alkalioxid wird dabei als Modul bezeichnet. Das Modul bezeichnet das Molverhältnis der beiden Komponenten.

[0031] Der Binder sorgt erfindungsgemäß dafür, dass das Formgrundstoffgemisch in der gewünschten Form zusammengehalten wird und ein verlorener Kern oder ein Formteil nach der Aushärtung des Binders entsteht. Der verlorene Kern oder das Formteil soll dabei zumindest so lange formstabil sein, bis das herzustellende Gussteil soweit erstarrt und abgekühlt ist, dass es keine Deformationen mehr erleidet. Der Binder kann dabei als Ein- oder Mehrkomponentensystem vorliegen, d.h. er kann kurz vor dem Gebrauch zusammen gemischt werden oder als fertige Formulierung vorliegen.

[0032] Es wird ein Binder auf Basis von Natrium-, Kalium- und Lithiumsilikaten sowie von Natrium-, Kalium- oder Lithiumhydroxid bzw. Kombinationen aus ihnen eingesetzt.

[0033] Die feinkörnigen natürlichen und/oder synthetischen Zusatzstoffe sind im Binder mit Anteilen von 0,1 bis 25 Ma-% enthalten, bevorzugt in Anteilen von 0,5 bis 15 Ma.-%. Der Anteil des Binders an der der Formstoffmischung bei der Kernherstellung liegt unter 5 Ma-% und beträgt vorzugsweise 0,5 bis 3,5 Ma.-%, besonders bevorzugt 1,0 bis 2,0

Ma-%.

[0034] Bevorzugt weisen die natürlichen und/oder synthetischen Zusatzstoffe eine Korngröße von kleiner 5 μm auf, wodurch vorteilhaft ein Absetzen der Zusatzstoffe im Binder verhindert wird. Somit ist der Binder mehrere Monate, zumindest aber 2 Monate lagerstabil.

[0035] Bei einer Kernschießmaschine handelt es sich um ein Gerät zum Herstellen von verlorenen Kernen. Dem Fachmann sind gängige Kernschießmaschinen bekannt. Die Kernschießmaschine dient zum Einschießen des mit Binder vermischten Formgrundstoffes in einen Kernkasten. Als Kernkästen werden die Formen bezeichnet, die dem verlorenen Kern seine spätere Form geben. Dazu wird ein Formgrundstoff, vermischt mit Binder mittels Kernschießmaschine in einen Kernkasten mit Überdruck geschossen und darin ausgehärtet. Vorteilhaft wird der erfindungsgemäße Kernkasten selbst nicht beheizt, weshalb das Material des Kernkastens ausgewählt sein kann aus Kunststoff, Holz und Metall- oder Metalllegierungen, wie beispielsweise Aluminium. Der Kernkasten weist zumindest bei der ersten Verwendung Raumtemperatur auf. Vorteilhaft wird so Energie eingespart, da es nicht nötig ist zunächst einen kompletten Kernkasten zu erwärmen und über die Zeit der Anwendung konstant warm zu halten. In einer besonderen Ausgestaltung der Erfindung besteht der Kernkasten aus einem erhitzbarem Material, bevorzugt aus Stahl. Vorteilhaft erwärmt sich der Kernkasten wenn die verlorene Form mittels heißer Luft ausgehärtet wird mit und trägt so zum schnelleren Härten der folgenden verlorenen Kerne in diesen Kernkasten bei. Luft bezeichnet im Sinne der Erfindung das natürlich vorkommende Gasgemisch der Erdatmosphäre, dessen Zusammensetzung leicht variiert und dem Fachmann bekannt ist, in den Hauptkomponenten zumindest aber Stickstoff, Sauerstoff, Argon und geringere Anteile beispielsweise anderer Edelgase und Kohlenstoffdioxid enthält.

[0036] Bevorzugt ist das Aluminiumsilikat natürliches Aluminiumsilikat, das Magnesiumsilikat ein natürliches Magnesiumsilikat und das Natriumaluminiumsilikat ein synthetisches Natriumaluminiumsilikat. Dem Fachmann sind die verschiedenen Quellen und Arten der natürlichen und synthetischen Zusatzstoffe bekannt.

[0037] Bevorzugt wird der Binder in Anteilen von kleiner 5 Ma.-%, gemessen an der Menge des Formgrundstoffes, mit dem Formgrundstoff vermischt.

[0038] Bevorzugt wird als Formgrundstoff mindestens ein Sand ausgewählt aus Quarz-, Zirkon-, Chromit-, Olivin-Feldspat-, Mullit- Schamotte-, Bauxit- oder Rutilsand eingesetzt. Dem Fachmann sind weitere geeignete Sande als Grundstoff zur Herstellung von verlorenen Kernen oder Formteilen bekannt. Sand bezeichnet erfindungsgemäß alle mineralischen Stoffe mit einem Korndurchmesser in einem Größenbereich von 0,02 bis 2 mm eingesetzt.

[0039] Bevorzugt enthält der Binder mindestens einen weiteren natürlichen und/oder synthetischen Zusatzstoff ausgewählt aus Zirkonsilikat, Aluminiumoxid, Aluminiumhydroxid, Magnesiumoxid, Magnesiumhydroxid, Titanoxid, Titanhydroxid, Natriumaluminat, Kaliumaluminat, Lithiumaluminat, Natriumgermanat, Kaliumgermanat, Lithiumgermanat, Aluminiumsilikat, Magnesiumsilikat, Aluminiummagnesiumsilikat, Magnesiumeisensilikat, Eisenoxid, Eisenhydroxid und Siliziumdioxid mit einem Anteil von jeweils 0 bis 3 Ma.-%, gemessen am Gesamtanteil des Binders.

[0040] Die dem Bindersystem zugesetzten natürlichen oder synthetischen Materialien können Aluminiumoxid, Aluminiumhydroxid, Magnesiumoxid, Magnesiumhydroxid, Titanoxid, Titanhydroxid, Natriumaluminat, Kaliumaluminat oder Lithiumaluminat, Natriumgermanat, Kaliumgermanat, Lithiumgermanat, Aluminiumsilikat, Magnesiumsilikat, Aluminiummagnesiumsilikat, Magnesiumeisensilikat, Eisenoxid, Eisenhydroxid oder Siliziumdioxid enthalten. Besonders geeignet sind folgende Materialien: Magnesiumhydroxid, Lithiumaluminat, Aluminiumsilikat, Magnesiumsilikat, Aluminiummagnesiumsilikat und/oder Siliziumdioxid enthalten.

[0041] Bevorzugt wird als Alkalisilikat- oder Wasserglas-Binder ein Einkomponenten-Binder verwendet.

[0042] Einkomponenten-Binder bezeichnet im Sinne der Erfindung ein Einkomponentensystem. Einkomponentensysteme zeichnen sich dadurch aus, dass alle Komponenten, die zum späteren Abbinden bzw. Aushärten des Binders (Einkomponentensystems) benötigt werden, bereits in dem Einkomponenten-Binder enthalten sind. Ein Anmischen vor dessen Verwendung ist somit vorteilhaft nicht mehr nötig.

[0043] Bevorzugt wird zur Aushärtung mit heißer Luft ein Heißlufterzeuger verwendet, der mechanisch oder druckdicht in oder an die Kernschießmaschine integriert ist.

[0044] Heißlufterzeuger sind Geräte, die Luft und andere Gase bzw. Gasgemische auf eine gewünschte Temperatur erwärmen können, indem sie diese ansaugen und durch das erwärmte Gerät führen. Dem Fachmann sind verschiedene Heißlufterzeuger bekannt.

[0045] Vorteilhaft werden durch die Integration des Heißlufterzeugers in oder an die Kernschießmaschine oder in deren direkter Nähe Wärmeverluste minimiert.

[0046] Vorteilhaft kann die Formstoffmischung, vermischt mit dem Binder, durch Kontaktieren mit heißer Luft zu einem verlorenen Kern oder Formteil ausgehärtet werden.

[0047] Bevorzugt ist der Heißlufterzeuger durch eine permanente mechanische Verbindung mit der Kernschießmaschine verbunden.

[0048] Die Verbindung von Heißlufterzeuger und Kernschießmaschine kann beispielsweise über eine feste Leitung oder einen flexiblen Schlauch erfolgen. Dem Fachmann sind Methoden zum Verbinden der beiden Geräte bekannt.

[0049] Bevorzugt wird die Steuerung des Heißlufterzeugers in die Steuerung der Kernschießmaschine eingebunden.

[0050] Bevorzugt wird die heiße Luft mit einer Temperatur bis 500°C, besonders bevorzugt von 150 bis 300°C, ganz besonders bevorzugt von 150 bis 200 °C, eingesetzt.

[0051] In einer besonderen Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird die heiße Luft mit einem Gehalt an Kohlenstoffdioxid im Bereich von 5 bis 99 Vol-%, besonders bevorzugt im Bereich von 30 bis 96 Vol-%, ganz besonders bevorzugt von 65 bis 96 Vol-%, bezogen auf den Gesamtanteil der Luft, verwendet.

[0052] Durch den Kohlenstoffdioxidanteil kann der Aushärtegrad erhöht werden.

[0053] In einer besonderen Ausgestaltung der Erfindung wird reiner Kohlenstoffdioxid zur Aushärtung des Binders verwendet.

[0054] Bevorzugt wird heiße Luft mit einem Volumenstrom von bis zu 40.000 l/min, besonders bevorzugt mit einem Volumenstrom von 20.000 l/min bis zu 35.000 l/min zur Aushärtung des Binders eingesetzt.

[0055] Bevorzugt wird die heiße Luft mit einem Druck von bis zu 10 bar, bevorzugt mit einem Druck von 2 bis 5 bar, ganz besonders bevorzugt mit einem Druck von 2 bis 4 bar eingesetzt.

[0056] Bevorzugt wird mit der heißen Luft für 15 bis 200 s, besonders bevorzugt für 30 bis 90 s, ganz besonders bevorzugt für 30 bis 60 s ausgehärtet.

[0057] Vorteilhaft kann der verlorene Kern in kurzer Zeit bei vergleichsweise geringem Energieaufwand ausgehärtet werden. Die nach dem Stand der Technik bekannte Beheizung der gesamten Kernkästen bedarf eines wesentlich höheren Energieaufwandes.

[0058] Bevorzugt erfolgt ein gerichtetes Ansaugen der heißen Luft durch einen Unterdruck von bis zu 1 bar.

[0059] Nach dem Aushärten wird der feste verlorene Kern oder das Formteil aus dem Kernkasten entnommen und zur Gussteilproduktion eingesetzt.

[0060] Zur Aushärtung wird ein Heißlufterzeuger mechanisch oder druckdicht in oder an eine Kernschießmaschine oder in direkter Nähe, um Wärmeverluste zu minimieren, integriert. Die Integration des Heißlufterzeugers erfolgt bevorzugt durch eine permanente mechanische Verbindung mit der Kernschießmaschine. Die Steuerung des Heißlufterzeugers wird in die Steuerung der Kernschießmaschine eingebunden.

[0061] Bei der Aushärtung wird heiße Luft mit einer Temperatur bis 500 °C und einem Überdruck von bis zu 10 bar eingesetzt. Die heiße Luft kann auch durch einen Unterdruck von bis zu 1 bar angesaugt werden. Die Steuerung und Regelung des Volumenstromes erfolgt im Bereich bis 40.000 l/min.

[0062] Das erfindungsgemäße Verfahren erlaubt die Herstellung von verlorenen Kernen oder Formteilen für Gießformen mit einem umwelt- und arbeitsplatzfreundlichen Bindersystem. In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung handelt es sich bei dem Bindersystem um ein Einkomponentensystem, was eine vereinfachte Anwendung erlaubt. Zusätzlich kann der Binder in geringen Mengen eingesetzt werden, bevorzugt genügen 2 Ma-% Binder, gemessen an der Masse des Formgrundstoffes. Durch den Einsatz von unbeheizten Kernkästen wird zum einen ein energie- und kostengünstiges Verfahren zu Verfügung gestellt, zum anderen können Kernkästen auch aus hitzeempfindlichen Materialien verwendet werden. Vorteilhaft weisen die verlorenen Kerne oder Formteile, hergestellt nach dem erfindungsgemäßen Verfahren neben einer hohen Primärfestigkeit auch eine niedrige Sekundärfestigkeit nach de, Abguss auf. Primärfestigkeit bezeichnet erfindungsgemäß die Festigkeit der verlorenen Kerne oder Formteile nach der Herstellung. Bevorzugt ist die Primärfestigkeit hoch, so dass die verlorenen Kerne oder Formteile lange haltbar und lagerstabil sind und sie während ihres Einsatzes nicht zerfallen. Sekundärfestigkeit bezeichnet im Sinne der Erfindung die Festigkeit nach der Herstellung eines Gussteiles mit Hilfe eines verlorenen Kernes oder Formteiles. Bevorzugt ist die Sekundärfestigkeit niedrig, so dass der verlorene Kern oder das Formteil schnell und einfach aus der Gussform gelöst werden können.

[0063] Zur Erfindung gehört auch ein Alkali- oder Wasserglas-Binder zum Binden eines Formgrundstoffes für verlorene Kerne oder Formteile für Gießformen zur Gussteilproduktion enthaltend eine Alkalisilikat- oder Wasserglaslösung mit einem Modul von 1,5 bis 3,5 und natürliche und/oder synthetische Zusatzstoffe mit einem Anteil von 0,1 bis 25 Ma.-%, gemessen am Gesamtanteil des Binders, mit einer Korngröße von kleiner 5 μm, wobei die natürlichen und/oder synthetischen Zusatzstoffe mindestens, jeweils zu 1 bis 5 Ma-%, gemessen am Gesamtanteil des Binders, Aluminiumsilikat, Magnesiumsilikat und Natriumaluminiumsilikat sind.

[0064] Vorteilhaft weisen die erfindungsgemäßen Binder eine höhere Fließfähigkeit und eine geringere Wasseraufnahme gegenüber bekannten Bindern auf. Vorteilhaft können damit verlorene Kerne oder Formteile mit einer höheren Festigkeit als mit herkömmlichen Bindern hergestellt werden.

[0065] Bevorzugt enthält der Binder mindestens einen weiteren natürlichen und/oder synthetischen Zusatzstoff ausgewählt aus Zirkonsilikat, Aluminiumoxid, Aluminiumhydroxid, Magnesiumoxid, Magnesiumhydroxid, Titanoxid, Titanhydroxid, Natriumaluminat, Kaliumaluminat, Lithiumaluminat, Natriumgermanat, Kaliumgermanat, Lithiumgermanat, Aluminiumsilikat, Magnesiumsilikat, Aluminiummagnesiumsilikat, Magnesiumeisensilikat, Eisenoxid, Eisenhydroxid und Siliziumdioxid mit einem Anteil von jeweils 0 bis 3 Ma.-%, gemessen am Gesamtanteil des Binders.

[0066] Bevorzugt ist der Alkalisilikat- oder Wasserglas-Binder ein Einkomponenten-Binder.

[0067] Vorteilhaft liegen in einem Einkomponenten-Binder alle Bestandteile des Binders in einer Formulierung vor und müssen vor der Anwendung des Binders nicht zusammen gemischt werden, was die Anwendung des Binders

erleichtert.

[0068] Zur Erfindung gehört auch die Verwendung des Alkalisilikat- oder Wasserglas-Binders zur Herstellung verlorener Kerne oder Formteile für Gießformen zur Gussteilproduktion.

[0069] Anhand der aufgeführten Ausführungsbeispiele soll die Erfindung näher erläutert werden ohne sie auf diese zu beschränken.

Beispiel 1 - Herstellung verlorener Kerne mit bekannten Bindern

[0070] Es werden Quarzsand als Formgrundstoff zum einen mit einem bekannten Binder "Binder alt 1" und zum anderen mit einem bekannten Binder "Binder alt 2" vermischt. Dabei werden Formstoffmischungen mit einem Formgrundstoffanteil von 98 Ma-% und mit 98,5 Ma-% hergestellt. Der Binderanteil an der Formstoffmischung betrug entsprechend 2 Ma-% und 1,5 Ma-%. Die Angabe Masseprozent bezieht sich dabei auf den Gesamtanteil der Mischung aus Formgrundstoff und Binder. Zum Mischen wurde ein Chargenmischer verwendet. Binder alt 1" ist ein bekannter Alkalisilikatbinder mit einem Modul von 2,3, der lediglich organische Additive in geringen Anteilen (1,5% Oxoanion, 0,5% Polyol und 2% Natriumhydroxyd) enthält. Binder alt 2" ist ein bekannter Alkalisilikatbinder mit einem Modul von 2,3, der organische Additive in geringen Anteilen (1,5% Oxoanion, 0,5% Polyol und 2% Natriumhydroxyd) und 0,5% Fließverbesserer enthält.

[0071] Die fertige Formstoffmischung wird dann in den Vorratsbehälter einer Kernschießmaschine (DISA Core EP 20) überführt. Anschließend erfolgt die Füllung des unbeheizten Kernkastens mit der Formstoffmischung durch kurzzeitige (2 s) Druckluftbeaufschlagung (2,5 bar).

[0072] Nun wird der Kernkasten vom Schießkopf der Maschine getrennt und ein Heißlufterzeuger (Bauart DISA, Leistung 8 KW) angekoppelt. Dann wird der geformte verlorene Kern mit heißer Luft entsprechend der in den Tabellen angegeben Werten für Temperatur, Druck und Zeit durchströmt.

[0073] Nach Abschluss der Warmluftbegasung wird der Kernkasten von der Wärmequelle getrennt und aus der Kernschießmaschine herausgefahren. Nach dem Öffnen des Kernkastens kann der Kern entnommen und weiter verarbeitet werden.

Beispiel 2 - Herstellung verlorener Kerne mit erfindungsgemäßen Alkalisilikat- oder Wasserglas-Einkomponenten-Bindern

[0074] Zur Herstellung der verlorenen Kerne wird Quarzsand als Formgrundstoff verwendet. Der Quarzsand wird mit einem Anteil von 98 Ma-% mit 2,0 Ma-% Binder und in einem zweiten Versuch mit 98,5 % Quarzsand und 1,5 % Binder mit einem Chargenmischer vermischt. Als Einkomponenten-Binder werden Wasserglaslösungen (Modul 2,0 bis 3,5) mit folgenden Additiven eingesetzt:

Binder neu 1

[0075]

Wasserglaslösung Modul 2,3

Gesamtanteil Additive 3,6 Ma%

Anteil Additive 3 Ma% Aluminiumsilikat, 1 Ma% Natriumaluminiumsilikat, < 1Ma% Zirkonsilikat gemessen am Gesamtanteil Additive

Binder neu 2

[0076]

Wasserglaslösung Modul 2,3

Gesamtanteil Additive 3,9 Ma%

Anteil Additive 3 Ma% Aluminiumsilikat, 1 Ma% Natriumaluminiumsilikat, 2Ma % Magnesiumsilikat, < 1Ma% Zirkonsilikat gemessen am Gesamtanteil Additive

Binder neu 3

[0077]

Wasserglaslösung Modul 2,5

Gesamtanteil Additive 5,2 Ma%

Anteil Additive 3 Ma% Aluminiumsilikat, 1 Ma% Natriumaluminiumsilikat, 2Ma % Magnesiumsilikat, < 1Ma% Zirkonsilikat gemessen am Gesamtanteil Additive

[0078] Die Herstellung der verlorenen Kerne und deren Begasung erfolgt nach der in Beispiel 1 beschriebenen Methode.

[0079] Die erhaltenen verlorenen Kerne nach Beispiel 1 und 2 wurden hinsichtlich ihrer Biegefestigkeit, Druckfestigkeit und Restdruckfestigkeit untersucht. Es wurden folgende Eigenschaftswerte bestimmt:

Die Druckfestigkeit wurde anhand von zylinderförmigen Prüfkörpern (vorzugsweise 50 mm Durchmesser und 50 mm Höhe) bestimmt. Dazu wird der Prüfkörper mit seiner Stirnfläche zwischen zwei feststehende und eine bewegliche Druckscheibe eingelegt und belastet. Die beim Bruch des Prüfkörpers angezeigte und auf dessen Querschnitt bezogene Kraft wird als Druckfestigkeit in N/cm^2 angegeben. Die Druckfestigkeit wird entsprechend dem VDG (Verein Deutscher Giessereifachleute)-Merkblatt "Prüfung von Tongebundenen Formstoffen - Bestimmung der Festigkeiten", Ausgabe 2, P38, April 1988 bestimmt.

[0080] Die Restdruckfestigkeit bestimmt sich analog der Druckfestigkeit.

[0081] Die Biegefestigkeit wird entsprechend der DIN 52404 und der Vorschrift zur Bestimmung der Biegefestigkeit ist den VDG (Verein Deutscher Giessereifachleute)-Merkblatt "Bindemittelprüfung - Prüfung von kalthärtenden, kunstharzgebundenen feuchten Formstoffen mit Aerosol- und/oder Gashärtung", P73, August 1972 bestimmt.

[0082] Tabelle 1 und 2 dokumentieren die Werte für Biegefestigkeit und Druckfestigkeit für Beispiel 1 und 2. Biegefestigkeit und Druckfestigkeit wurden mit dem Universalfestigkeitsprüfgerät Multiserv LRu-2e bestimmt.

[0083] Tabelle 3 dokumentiert die Werte für die Restdruckfestigkeit für Beispiel 1 und 2 nach einem simulierten Guß bei 400°C und bei 800 °C.

[0084] Tabellen 4 bis 9 dokumentieren die erreichten Versuchswerte unter Verwendung von Binder neu1 mit einem Bindergehalt von 1,5 Ma% und 2,0 Ma% bei unterschiedlichen Begasungstemperaturen und -zeiten.

[0085] Versuchsbedingungen Tabellen 4-9: Schießdruck 2,5 bar, Schusszeit 2,0 s, Prüfung Biegefestigkeit am Biegeriegel, Zeiten in Tabelle geben den Prüfzeitpunkt nach Probekörperentnahme aus dem Kernkasten an; für Restdruckfestigkeit 20 Minuten Glühen der Proben bei Versuchstemperatur, Prüfung 1 Stunde nach Ende Glühbehandlung, alle Messwerte Mittelwerte aus 3 Einzelmessungen.

[0086] Für alle dargestellten Beispiele wurde Quarzsand Haltern H 32 verwendet.

Tabelle 1: Messwerte Biegefestigkeit

Schießdruck 2,5 bar, Schusszeit 2 s, Temperatur Luft 150 °C, Druck 2 bar, 3 Minuten Härtezeit, Mittelwerte aus 5 Einzelmessungen			
Binderart - Bindergehalt in der Formgrundmischung [Ma-%]	sofort in N/cm^2	nach 1h in N/cm^2	nach 24h in N/cm^2
Binder alt 1 - 1,5 Ma-%	95	140	147,5
Binder alt 2 - 1,5 Ma-%	113	134	155
Binder neu 1 - 1,5 Ma-%	173	240	246,6
Binder neu 2 - 1,5 Ma-%	156	206,2	212
Binder neu 3 - 1,5 Ma-%	151	184,2	190
Binder alt 1 - 2 Ma-%	179	230	137,5
Binder alt 2 - 2 Ma-%	218	245	257,5
Binder neu 1 - 2 Ma-%	269	334,2	345,8
Binder neu 2 - 2 Ma-%	240	275	285

(fortgesetzt)

Schießdruck 2,5 bar, Schusszeit 2 s, Temperatur Luft 150 °C, Druck 2 bar, 3 Minuten Härtezeit, Mittelwerte aus 5 Einzelmessungen			
Binderart - Bindergehalt in der Formgrundmischung [Ma-%]	sofort in N/cm^2	nach 1h in N/cm^2	nach 24h in N/cm^2
Binder neu 3 - 2 Ma-%	214	247,5	274,2

Tabelle 2: Messwerte Druckfestigkeit

Schießdruck 2 bar, Schusszeit 1,5 s, Temperatur Luft 150 °C, Druck 1,5 bar, 2 Minuten Härtezeit, Mittelwerte aus 3 Einzelmessungen		
Binderart - Bindergehalt in der Formgrundmischung [Ma-%]	nach 1h in N/cm^2	nach 24h in N/cm^2
Binder alt 1 -1,5 Ma-%	76,1	144,0
Binder alt 2 - 1,5 Ma-%	237,7	284,9
Binder neu 1 - 1,5 Ma-%	273,0	328,2
Binder neu 2 - 1,5 Ma-%	253,0	353,8
Binder neu 3 - 1,5 Ma-%	164,2	188,1
Binder alt 1 - 2 Ma-%	223,2	276,6
Binder alt 2 - 2 Ma-%	263,1	337,2
Binder neu 1 - 2 Ma-%	270,6	402,0
Binder neu 2 - 2 Ma-%	279,4	355,7
Binder neu 3 - 2 Ma-%	261,4	369,8

Tabelle 3: Messwerte Restdruckfestigkeit

Schießdruck 2 bar, Schusszeit 1,5 s, Temperatur Luft 150 °C, Druck 1,5 bar, 2 Minuten Härtezeit, Mittelwerte aus 3 Einzelmessungen, Belastung bei Prüftemperatur 20 min, Prüfung nach Abkühlung		
Binderart - Bindergehalt in der Formgrundmischung [Ma-%]	nach 400°C in N/cm^2	nach 800°C in N/cm^2
Binder alt 1 - 1,5 Ma-%	8,3	10,2
Binder alt 2 - 1,5 Ma-%	17,6	59,8
Binder neu 1 - 1,5 Ma-%	15,5	48,1
Binder neu 2 - 1,5 Ma-%	11,9	65,8
Binder neu 3 - 1,5 Ma-%	8,4	18,7
Binder alt 1 - 2 Ma-%	15,9	29,0
Binder alt 2 - 2 Ma-%	25,7	135,8
Binder neu 1 - 2 Ma-%	15,1	56,7
Binder neu 2 - 2 Ma-%	10,1	17,0
Binder neu 3 - 2 Ma-%	10,4	54,2

Tabelle 4: Binder neu1 - Bindergehalt 1,5 Ma-%- Begasungstemperatur: 170°C

	Biegefestigkeit [N/cm²]				Restdruckfestigkeit [N/cm²] nach 20 min	
Begasungszeit [min]	sofort	nach 1h	nach 24h	nach 48h	400°C	800°C
3	233	233	182	182	28	0
2	212	217	232	193	28	8
1	162	210	200	208	0	0

Tabelle 5: Binder neu 1- Bindergehalt 1,5 Ma-%- Begasungstemperatur: 160°C

	Biegefestigkeit [N/ cm²]				Restdruckfestigkeit [N/cm²] nach 20 min	
Begasungszeit [min]	sofort	nach 1h	nach 24h	nach 48h	400°C	800°C
3	200	200	200	190	30	0
2	120	107	163	137	0	0
1	150	123	140	157	7	0

Tabelle 6: Binder neu 1 - Bindergehalt 1,5 Ma-%- Begasungstemperatur: 150°C

	Biegefestigkeit [N/cm²]				Restdruckfestigkeit [N/cm²] nach 20 min	
Begasungszeit [min]	sofort	nach 1h	nach 24h	nach 48h	400°C	800°C
3	215	202	193	157	23	13
2	212	197	190	187	23	12
1	193	198	170	155	27	7

Tabelle 7: Binder neu 1 -Bindergehalt 2,0 Ma-%-Begasungstemperatur: 170°C

	Biegefestigkeit [N/cm²]				Restdruckfestigkeit [N/cm²] nach 20 min	
Begasungszeit [min]	sofort	nach 1h	nach 24h	nach 48h	400°C	800°C
3	280	270	255	255	7	0
2	267	300	243	235	28	7
1	157	253	273	240	30	13

Tabelle 8: Binder neu 1 - Bindergehalt 2,0 Ma-%- Begasungstemperatur: 160°C

	Biegefestigkeit [N/cm²]				Restdruckfestigkeit [N/cm²] nach 20 min	
Begasungszeit [min]	sofort	nach 1h	nach 24h	nach 48h	400°C	800°C
3	253	313	252	267	0	0
2	207	207	263	232	23	20
1	170	260	254	197	28	7

Tabelle 9: Binder neu1 - Bindergehalt 2,0 Ma-%- Begasungstemperatur: 150°C

	Biegefestigkeit [N/cm²]				Restdruckfestigkeit [N/cm²] nach 20 min	
Begasungszeit [min]	sofort	nach 1h	nach 24h	nach 48h	400°C	800°C
3	277	317	237	253	22	0
2	260	237	252	240	23	17
1	137	270	205	240	20	7

[0087] Die Versuche zeigen, dass der erfindungsgemäße Einkomponenten-Binder zu geringeren Anteilen an der Formstoffmischung verwendet werden kann, als es bei den bisherigen Bindersystemen nach dem Stand der Technik, üblich ist.

[0088] Trotz der geringeren Anteile Einkomponenten-Binder von 1,5 bis 2 Ma-%, gemessen an der eingesetzten Menge Formgrundstoff, werden verlorene Kerne mit mindestens gleich guten

[0089] Festigkeitseigenschaften erhalten. Zur Verdeutlichung wurden verlorene Kerne oder Formkörper mit bekannten Bindern ("Binder alt 1" und "Binder alt 2") mit ebenso geringen Anteilen an Bindern hergestellt.

[0090] Tabelle 1 zeigt die Biegefestigkeiten der verlorenen Kerne. Es wird deutlich, dass die verlorenene Kerne, hergestellt mit der erfindungsgemäßen Einkomponenten-Binder sowohl sofort als auch nach 1 h und nach 24 h wesentlich höhere Biegefestigkeiten aufweisen als verlorene Kerne, hergestellt mit den herkömmlichen Bindern. Dieser Trend ist auch bei den Druckfestigkeiten erkennbar.

[0091] Die Versuchswerte der Tabellen 4 bis 9 dokumentieren, dass mit Binderanteilen von 1,5 und 2,0 Ma-% bei Begasungstemperaturen von 150-170°C und Begasungszeiten von 1 bis 3 Minuten sowohl sehr hohe Werte für die Biegefestigkeit aber auch sehr niedrige Werte für die Restdruckfestigkeit erreicht werden. Dieses an Probekörpern nachgewiesene Verhalten kommt der praktischen Forderung noch möglichst hohen Primär- und sehr niedrigen Sekundärfestigkeiten (im Idealfall 0) sehr nahe.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von verlorenen Kernen oder Formteilen zur Gussteilproduktion, bei dem ein Formgrundstoff mit einem Alkalisilikat- oder Wasserglas-Binder vermischt und mit einer Kernschiessmaschine in einem Kernkasten ein verlorener Kern oder ein Formteil für zur Gussteilherstellung geformt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Alkalisilikat- oder Wasserglas-Binder eine Alkalisilikat- oder Wasserglaslösung mit einem Modul von 1,5 bis 3,5 und natürliche und/oder synthetische Zusatzstoffe mit einem Anteil von 0,1 bis 25 Ma.-%, gemessen am Gesamtanteil des Binders, mit einer Korngröße von kleiner 5 μm enthält, wobei die natürlichen und/oder synthetischen Zusatzstoffe mindestens, jeweils zu 1 bis 5 Ma-%, gemessen am Gesamtanteil des Binders, Aluminiumsilikat, Magnesiumsilikat und Natriumaluminiumsilikat sind, dass der verlorene Kern oder das andere Formteil in einem unbeheizten Kernkasten geformt wird und dass der so geformte verlorene Kern oder das Formteil mit heißer Luft, die mit Kohlenstoffdioxid angereichert ist, ausgehärtet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Binder in Anteilen von kleiner 5 Ma.-%, gemessen an der Menge des Formgrundstoffes, mit dem Formgrundstoff vermischt wird.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **gekennzeichnet dadurch, dass** als Formgrundstoff mindestens ein Sand ausgewählt aus Quarz-, Zirkon-, Chromit-, Olivin-Feldspat-, Mullit- Schamotte-, Bauxit- oder Rutilsand eingesetzt wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Binder mindestens einen weiteren natürlichen und/oder synthetischen Zusatzstoff ausgewählt aus Zirkonsilikat, Aluminiumoxid, Aluminiumhydroxid, Magnesiumoxid, Magnesiumhydroxid, Titanoxid, Titanhydroxid, Natriumaluminat, Kaliumaluminat, Lithiumaluminat, Natriumgermanat, Kaliumgermanat, Lithiumgermanat, Aluminiumsilikat, Magnesiumsilikat, Aluminiummagnesiumsilikat, Magnesiumeisensilikat, Eisenoxid, Eisenhydroxid und Siliziumdioxid mit einem Anteil von jeweils 0 bis 3 Ma.-%, gemessen am Gesamtanteil des Binders, enthält.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **gekennzeichnet dadurch, dass** der Alkalisilikat- oder Wasserglas-Binder als ein Einkomponenten-Binder verwendet wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **gekennzeichnet dadurch, dass** zur Aushärtung mit heißer Luft ein Heißlufterzeuger verwendet wird, der mechanisch oder druckdicht in oder an die Kernschießmaschine integriert ist.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **gekennzeichnet dadurch, dass** der Heißlufterzeuger durch eine permanente mechanische Verbindung mit der Kernschießmaschine verbunden ist.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **gekennzeichnet dadurch, dass** die Steuerung des Heißlufterzeugers in die Steuerung der Kernschießmaschine eingebunden wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **gekennzeichnet dadurch, dass** die heiße Luft mit einer Temperatur bis 500°C eingesetzt wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **gekennzeichnet dadurch, dass** die heiße Luft mit einem Gehalt an Kohlenstoffdioxid von 5 bis 99 Vol-%, bezogen auf dem Gesamtanteil der Luft, verwendet wird.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **gekennzeichnet dadurch, dass** die heiße Luft mit einem Volumenstrom von bis zu 40.000 l/min eingesetzt wird.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **gekennzeichnet dadurch, dass** die heiße Luft mit einem Druck bis 10 bar eingesetzt wird.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** mit der heißen Luft für 15 bis 200 s ausgehärtet wird.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **gekennzeichnet dadurch, dass** ein gerichtetes Ansaugen der heißen Luft durch einen Unterdruck von bis zu 1 bar erfolgt.

15. Alkali- oder Wasserglas-Binder zum Binden eines Formgrundstoffes für verlorene Kerne oder Formteile zur Gussteilproduktion enthaltend eine Alkalisilikat- oder Wasserglaslösung mit einem Modul von 1,5 bis 3,5 und natürliche und/oder synthetische Zusatzstoffe mit einem Anteil von 0,1 bis 25 Ma.-%, gemessen am Gesamtanteil des Binders, mit einer Korngröße von kleiner 5 μm,wobei die natürlichen und/oder synthetischen Zusatzstoffe mindestens, jeweils zu 1 bis 5 Ma-%, gemessen am Gesamtanteil des Binders, Aluminiumsilikat, Magnesiumsilikat und Natriumaluminiumsilikat sind.

16. Binder nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Binder mindestens einen weiteren natürlichen und/oder synthetischen Zusatzstoff ausgewählt aus Zirkonsilikat, Aluminiumoxid, Aluminiumhydroxid, Magnesiumoxid, Magnesiumhydroxid, Titanoxid, Titanhydroxid, Natriumaluminat, Kaliumaluminat, Lithiumaluminat, Natriumgermanat, Kaliumgermanat, Lithiumgermanat, Aluminiumsilikat, Magnesiumsilikat, Aluminiummagnesiumsilikat, Magnesiumeisensilikat, Eisenoxid, Eisenhydroxid und Siliziumdioxid mit einem Anteil von jeweils 0 bis 3 Ma.-%, gemessen am Gesamtanteil des Binders, enthält.

17. Binder nach Anspruch 15 oder 16, **gekennzeichnet dadurch, dass** der Alkalisilikat- oder Wasserglas-Binder ein Einkomponenten-Binder ist.

18. Verwendung des Binders nach Anspruch 15 bis 17 zur Herstellung verlorener Kerne oder Formteile für Gießformen zur Gussteilproduktion.

Claims

1. A method for producing lost cores or moulded parts for the production of cast parts, in which a basic moulding material is mixed with an alkali silicate or water glass binder and a lost core or a moulded part for the production of cast parts is formed using a core shooter in a core box, **characterized in that** the alkali silicate or water glass binder contains an alkali silicate or water glass solution with a modulus of 1.5 to 3.5 and natural and/or synthetic additives in a proportion of 0.1 % to 25% by weight with respect to the total quantity of binder, with a particle size of less than 5 μm and wherein the natural and/or synthetic additives are at least aluminium silicate, magnesium silicate and sodium aluminium silicate, each in a proportion of 1% to 5% by weight with respect to the total quantity of binder, **in that** the lost core or the other moulded part is moulded in an unheated core box, and **in that** the lost core or the

moulded part which is moulded in this manner is hardened using hot air which is enriched with carbon dioxide.

2. The method as claimed in claim 1, **characterized in that** the binder is mixed with the basic moulding material in proportions of less than 5% by weight with respect to the quantity of basic moulding material.

3. The method as claimed in claim 1 or claim 2, **characterized in that** the basic moulding material is at least one sand selected from quartz, zirconium, chromite, olivine, feldspar, mullite, fireclay, bauxite or rutile sand.

4. The method as claimed in one of claims 1 to 3, **characterized in that** the binder contains at least one further natural and/or synthetic additive selected from zirconium silicate, aluminium oxide, aluminium hydroxide, magnesium oxide, magnesium hydroxide, titanium oxide, titanium hydroxide, sodium aluminate, potassium aluminate, lithium aluminate, sodium germanate, potassium germanate, lithium germanate, aluminium silicate, magnesium silicate, aluminium magnesium silicate, magnesium iron silicate, iron oxide, iron hydroxide and silicon dioxide in a proportion of 0 to 3% by weight respectively with respect to the total quantity of the binder.

5. The method as claimed in one of claims 1 to 4, **characterized in that** the alkali silicate or water glass binder is used as a single-component binder.

6. The method as claimed in one of claims 1 to 5, **characterized in that** a hot air generator is used for hardening with hot air, which is mechanically integrated into or pressure-sealed with the core shooter.

7. The method as claimed in one of claims 1 to 6, **characterized in that** the hot air generator is connected with the core shooter by means of a permanent mechanical connection.

8. The method as claimed in one of claims 1 to 7, **characterized in that** control of the hot air generator is integrated with that of the core shooter.

9. The method as claimed in one of claims 1 to 8, **characterized in that** the hot air is used at a temperature of up to 500°C.

10. The method as claimed in one of claims 1 to 9, **characterized in that** the hot air is used with a carbon dioxide content of 5% to 99% by volume with respect to the total quantity of air.

11. The method as claimed in one of claims 1 to 10, **characterized in that** the hot air is used with a volume flow of up to 40.000 L/min.

12. The method as claimed in one of claims 1 to 11, **characterized in that** the hot air is used at a pressure of up to 10 bar.

13. The method as claimed in one of claims 1 to 12, **characterized in that** hardening with the hot air is carried out for 15 to 200 s.

14. The method as claimed in one of claims 1 to 13, **characterized in that** a directed suction of the hot air is carried out by means of a negative pressure of up to 1 bar.

15. An alkali or water glass binder for binding a basic moulding material for lost cores or moulded parts for casting moulds for the purposes of cast part production, containing an alkali silicate or water glass solution with a modulus of 1.5 to 3.5 and natural and/or synthetic additives in a proportion of 0.1% to 25% by weight with respect to the total quantity of the binder, with a grain size of less than 5 μm, wherein the natural and/or synthetic additives are at least aluminium silicate, magnesium silicate and sodium aluminium silicate, respectively in an amount of up to 1% to 5% by weight with respect to the total quantity of the binder.

16. The binder as claimed in claim 15, **characterized in that** the binder contains at least one further natural and/or synthetic additive selected from zirconium silicate, aluminium oxide, aluminium hydroxide, magnesium oxide, magnesium hydroxide, titanium oxide, titanium hydroxide, sodium aluminate, potassium aluminate, lithium aluminate, sodium germanate, potassium germanate, lithium germanate, aluminium silicate, magnesium silicate, aluminium magnesium silicate, magnesium iron silicate, iron oxide, iron hydroxide and silicon dioxide in a proportion of 0 to 3% by weight respectively with respect to the total quantity of the binder.

17. The binder as claimed in claim 15 or claim 16, **characterized in that** the alkali silicate or water glass binder is a

single-component binder.

18. Use of a binder as claimed in claims 15 to 17 for the production of lost cores or moulded parts for casting moulds for cast part production.

Revendications

1. Procédé destiné à la fabrication de noyaux perdus ou de parties de moules pour la production de pièces moulées, lors duquel on mélange une matière de départ d'un moule avec un liant au silicate alcalin ou au silicate de soude et avec une machine à tirer les noyaux, dans une boîte à noyau, on façonne un noyau perdu ou une partie de moule pour la fabrication de pièces moulées, **caractérisé en ce que** le liant au silicate alcalin ou au silicate de soude contient une solution de silicate alcalin ou de silicate de soude avec un module de 1,5 à 3,5 et des additifs naturels ou synthétiques dans une part de 0,1 à 25 % en masse, mesurée sur la part totale de liant, d'une taille de grains de moins de 5 μm, les additifs naturels ou synthétiques étant au moins chacun à raison de 1 à 5 % en masse, mesurés sur la partie totale du liant du silicate d'aluminium, du silicate de magnésium et du silicate de sodium et d'aluminium, **en ce qu'**on façonne le noyau perdu ou l'autre partie de moule dans une boîte à noyau non chauffée et on ce qu'on solidifie le noyau perdu ou la partie de moule ainsi façonné(e) avec de l'air chaud qui est enrichi en dioxyde de carbone.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'**on mélange le liant avec des parts inférieures à 5 % en masse, mesurées sur la quantité de la matière de départ d'un moule avec la matière de départ d'un moule.

3. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce qu'**en tant que matière de départ d'un moule, on met en oeuvre un sable, choisi parmi le sable quartzeux, le sable de zircon, le sable de chromite, le sable d'olivine, le sable feldspathique, le sable de mullite, le sable de chamotte, le sable de bauxite ou le sable de rutile.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** le liant contient au moins un additif naturel et/ou synthétique supplémentaire, choisi parmi le silicate de zirconium, l'oxyde d'aluminium, l'hydroxyde d'aluminium, l'oxyde de magnésium, l'hydroxyde de magnésium, l'oxyde de titane, l'hydroxyde de titane, l'aluminate de sodium, l'aluminate de potassium, l'aluminate de lithium, le germanate de sodium, le germanate de potassium, le germanate de lithium, le silicate d'aluminium, le silicate de magnésium, le silicate d'aluminium et de magnésium, le silicate de magnésium et de fer, l'oxyde de fer, l'hydroxyde de fer et le dioxyde de silicium, dans une part de chaque fois 0 à 3 % en masse, mesurée sur la part totale du liant.

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce qu'**on utilise le liant au silicate alcalin ou au silicate de soude en tant qu'un liant mono-composant.

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** pour la solidification à l'air chaud, on utilise un générateur d'air chaud qui est intégré mécaniquement ou de manière conservant la pression dans ou sur la machine à tirer les noyaux.

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** le générateur d'air chaud est assemblé avec la machine à tirer les noyaux par un assemblage mécanique permanent.

8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce qu'**on intègre le système de commande du générateur d'air chaud dans le système de commande de la machine à tirer les noyaux.

9. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce qu'**on met en oeuvre l'air chaud à une température de jusqu'à 500 °C.

10. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce qu'**on utilise l'air chaud avec une teneur en dioxyde de carbone de 5 à 99 % en volume, en rapport à la part totale de l'air.

11. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, **caractérisé en ce qu'**on met en l'oeuvre l'air chaud avec un débit volumétrique de jusqu'à 40.000 l/mn.

12. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, **caractérisé en ce qu'**ont met en oeuvre l'air chaud à une pression de jusqu'à 10 bar.

13. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, **caractérisé en ce que** la solidification à l'air chaud dure de 15 à 200 secondes.

14. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 13, **caractérisé en ce qu'**il s'effectue une aspiration dirigée de l'air chaud par une dépression de jusqu'à 1 bar.

15. Liant alcalin ou au silicate de soude destiné à lier une matière de base d'un moule pour des noyaux perdus ou des parties de moules pour la production de pièces moulées, contenant une solution de silicate alcalin ou de silicate de soude avec un module de 1,5 à 3,5 et des additifs naturels et/ou synthétiques dans une part de 0,1 à 25 % en masse, mesurée sur la part totale du liant, avec une taille de grains de moins de 5 μm, les additifs naturels et/ou synthétiques étant au moins chacun à raison de 1 à 5 % en masse, mesurés sur la partie totale du liant du silicate d'aluminium, du silicate de magnésium et du silicate de sodium et d'aluminium.

16. Liant selon la revendication 15, **caractérisé en ce que** le liant contient au moins un additif naturel et/ou synthétique supplémentaire, choisi parmi le silicate de zirconium, l'oxyde d'aluminium, l'hydroxyde d'aluminium, l'oxyde de magnésium, l'hydroxyde de magnésium, l'oxyde de titane, l'hydroxyde de titane, l'aluminate de sodium, l'aluminate de potassium, l'aluminate de lithium, le germanate de sodium, le germanate de potassium, le germanate de lithium, le silicate d'aluminium, le silicate de magnésium, le silicate d'aluminium et de magnésium, le silicate de magnésium et de fer, l'oxyde de fer, l'hydroxyde de fer et le dioxyde de silicium, dans une part de chaque fois 0 à 3 % en masse, mesurée sur la part totale du liant.

17. Liant selon la revendication 15 ou la revendication 16, **caractérisé en ce que** le liant au silicate alcalin ou au silicate de soude est un liant mono-composant.

18. Utilisation du liant selon les revendications 15 à 17 pour la fabrication de noyaux perdus ou de parties de moules pour des moules destinés à la production de pièces moulées.

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

- DE 10321106 A1 **[0011]**
- DE 202008017975 U1 **[0013]**
- DE 2434431 A1 **[0014]**
- DE 102012020510 A1 **[0015]**
- DE 102007027577 A1 **[0016]**
- CN 1721103 A **[0017]**
- DE 102007023883 A1 **[0018]**
- EP 2163328 A1 **[0019]**
- EP 1095719 A2 **[0020]**
- WO 2006024540 A2 **[0021]**
- WO 2008046651 A1 **[0022]**

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- Prüfung von Tongebundenen Formstoffen - Bestimmung der Festigkeiten. VDG (Verein Deutscher Giessereifachleute)-Merkblatt. April 1988, 38 **[0079]**
- Bindemittelprüfung - Prüfung von kalthärtenden, kunstharzgebundenen feuchten Formstoffen mit Aerosol- und/oder Gashärtung. VDG (Verein Deutscher Giessereifachleute)-Merkblatt. August 1972, 73 **[0081]**