



(11)

EP 1 477 251 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
27.02.2008 Patentblatt 2008/09

(51) Int Cl.:
B22C 11/08 *(2006.01)* **B22C 25/00** *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **04011229.4**

(22) Anmeldetag: **12.05.2004**

(54) Verfahren und Formmaschine zur Herstellung kastengebundener Sandformen

Method and foundry moulding machine for the manufacture of sand moulds in flasks

Procédé et machine à mouler pour fonderie, pour la production d'un moule en sable dans un chassis

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR**

(30) Priorität: **14.05.2003 DE 10321532**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
17.11.2004 Patentblatt 2004/47

(73) Patentinhaber: **Euromac Technologie Impianti e
Macchine S.R.L.
36035 Marano Vicentino (VI) (IT)**

(72) Erfinder: **Mertes, Josef
57334 Bad Laasphe (DE)**

(74) Vertreter: **Felisati, Francesco et al
Internazionale Brevetti
Ingg. Zini, Maranesi & C. S.r.l
Piazza Castello 1
20121 Milano (IT)**

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 995 521 WO-A-95/31302

EP 1 477 251 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren gemäß Anspruch 1 und eine Formmaschine gemäß Anspruch 6 zur Herstellung kastengebundener Sandformen unter Verwendung eines aus Oberkasten- und Unterkastenmodell bestehenden Modellplattenpaares, wobei die Ober- und Unterkastenformen nacheinander hergestellt werden und die einzelnen Arbeitsschritte zur Herstellung einer Form in geradlinig hintereinander liegenden und zeitparallel arbeitenden Stationen einer Formmaschine durchgeführt werden.

[0002] Formmaschinen dieser Bauart sind aus den Schriften WO95/31302 und EP-0995521 bekannt. Diese beiden Bauarten haben zunächst gemeinsam, dass sie über zwei geradlinig hintereinander liegende Arbeitsstationen verfügen, wobei in der ersten Station (*Sandfüllstation*) Formkasten und Modellplatte zusammengefügt und mit Formsand gefüllt werden und in der zweiten Station (*Verdichtungsstation*) das Verdichten und das Entformen erfolgt. Weiterhin haben diese beiden Bauarten gemeinsam, dass zusammen mit dem Formkastentransport der Formlinie die mit Formsand gefüllte Formeinheit von der Sandfüllstation zur Verdichtungsstation transportiert wird, während gleichzeitig auf einer unteren Ebene die in der Verdichtungsstation ausgesenkte Modellplatte zur Sandfüllstation zurück transportiert wird.

[0003] Bei WO/9531302 sind zwei Füllrahmen im Umlauf, wobei einer der beiden Füllrahmen in der Sandfüllstation auf einer oberen Ebene vom Formkasten aufgenommen wird und auf einer tiefer gelegenen Formkastentransportebene als Bestandteil der mit Formsand gefüllten Formeinheit (*Modellplatte, Formkasten, Füllrahmen*) zusammen mit Formkastentransport der Formlinie von der Sandfüllstation zur Verdichtungsstation transportiert wird. Der andere Füllrahmen wird in der Verdichtungsstation nach dem Verdichten auf der oberen Ebene vom Formkasten getrennt und auf dieser Ebene zeitgleich mit dem Formkastentransport von der Verdichtungsstation zur Sandfüllstation zurück transportiert. Besonders nachteilig ist hierbei die extrem große vertikale Distanz zwischen Formkastentransportbahn und den Arbeitspositionen beim Verdichten und beim Sandeinfüllen in den Formkasten. Das Durchfahren dieser extrem langen Wege erfordert Zeit und verlängert dadurch die Taktzeit der Formmaschine und schränkt außerdem auch noch die Zeit für das Sandeinfüllen in den Formkasten ein. Von besonderem Nachteil ist auch, dass die noch auf der Modellplatte aufliegende, verdichtete Form über einen extrem langen Weg abgesenkt werden muss, bevor der Formkasten zum Entformen auf die Rollenbahn aufsetzt. Die durch Beschleunigungs- und Verzögerungsvorgänge unvermeidlichen dynamischen Kräfte können dabei zum Abreißen sensibler Formballen führen.

[0004] Bei EP-0995521 sind fünf Füllrahmen im Umlauf, wobei die Füllrahmen jeweils vor der Sandfüllstation auf den Formkasten aufgelegt werden und nach durch-

laufen der Sandfüllstation und der Verdichtungsstation hinter der Verdichtungsstation wieder vom Formkasten abgenommen werden. Der Rücktransport der Füllrahmen erfolgt auf der Rückseite der Formmaschine, wobei für den Füllrahmentransport von und zur Formmaschinenseite entsprechende Quertransportwagen vorgesehen sind. Von Vorteil ist hierbei eine wesentlich verkürzte Taktzeit und dass sich für den Formkasten mit aufliegendem Füllrahmen nur sehr geringfügige vertikale Hubbewegungen in den Arbeitsstationen ergeben und dadurch unmittelbar nach dem Verdichten der Entformungsvorgang ohne Zwischenhub und damit ohne auf die Form einwirkende dynamische Kräfte eingeleitet werden kann. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass durch entsprechende Aufteilung der Arbeitsschritte ausreichend Zeit für ein zeitgedehntes und feindosierendes Sandeinfüllen in den Formkasten zur Verfügung steht. Nachteilig ist jedoch der hohe apparative Aufwand für den Füllrahmenrücktransport und für die zusätzlichen Stationen zum Auflegen und Abnehmen der Füllrahmen, woraus sich eine Vier-Stationen-Formmaschine mit entsprechend nachteiliger Baulänge ergibt.

[0005] Bevor die beiden zuvor genannten Formmaschinen gemäß WO95/31302 und EP-0995521 bekannt wurden, war auf dem Markt bereits eine Zwei-Stationen-Formmaschine mit einer Sandfüllstation und einer Verdichtungsstation bekannt, die jedoch nur einem Füllrahmen aufweist. Abgesehen von der Anzahl der Füllrahmen und der Füllrahmenrückführung hat diese Formmaschine die gleichen Merkmale wie die Formmaschine gemäß WO95/31302. Der einzig verwendete und auf einer Transportbahn aufliegende Füllrahmen wird in der Sandfüllstation vom Formkasten aufgenommen, wobei der auf der Modellplatte aufliegende Formkasten ca. 100mm von seiner Rollenbahn abgehoben wird. Nach dem Sandeinfüllen wird die aus Modellplatte, Formkasten und Füllrahmen bestehende Formeinheit zusammen mit dem Formkastentransport in die Verdichtungsstation verschoben, wobei gleichzeitig auf einer unteren Ebene das andere Modell von der Verdichtungsstation zur Sandfüllstation zurück gefahren wird. Nach dem Verdichten wird der Füllrahmen nach einem geringen Senkhub von ca. 10mm auf eine Transportbahn abgesetzt, wonach der Formkasten nach weiteren ca. 100mm auf seine Rollenbahn abgesetzt wird und womit das Entformen beginnt. Mit Beginn des Entformens wird der Füllrahmen im Abstand von ca. 100mm über dem Formkasten zur Sandfüllstation zurück transportiert und dort, wie zuvor beschrieben, wieder vom nächsten Formkasten aufgenommen. Der Abstand von ca. 100mm zwischen Füllrahmen und Formkasten ist erforderlich, um ein Abstreifen von auf dem Formkasten überstehenden Formsand zu verhindern. Dieser Stand der Technik hat den Nachteil, dass die Verwendung eines nur einzelnen Füllrahmens durch die Zeitbindung der Füllrahmenrückführung einen entsprechenden Aufwand an Funktionszeit erfordert, was zu einer entsprechend langen Taktzeit der Formmaschine führt und zudem die Sandeinfüllzeit in den Formkasten

erheblich einschränkt. Im weiteren ist von Nachteil, dass vor dem Entformen die Distanz von ca. 100mm mit Beschleunigen und Verzögern mit Zeitverlust durchfahren werden muss.

[0006] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, unter Vermeidung der zuvor beschriebenen Nachteile und unter Beibehaltung der zuvor zu EP-0995521 beschriebenen Vorteile ein Verfahren und eine Formmaschine vorzuschlagen, womit unter weiterer Verwendung einer Sandfüllstation und danach folgender Verdichtungsstation (*Zwei-Stationen Formmaschine*) aber **ohne** umlaufende bzw. zurückzuführende Füllrahmen eine Taktzeitverkürzung und zugleich eine Verlängerung der Sandeinfüllzeit in den Formkasten realisierbar ist, wobei durch die verlängerte Sandeinfüllzeit eine schichtweise und an die Modellkontur angepasste Formsandeinfüllung in den Formkasten ermöglicht wird.

[0007] Hinsichtlich der Füllrahmenfunktion wird die Aufgabe erfindungsgemäß dadurch gelöst, indem die Füllrahmenfunktion in zwei Schritten, einerseits einem teleskopartig und vertikal verschiebbaren Füllrahmen am Modellträgerahmen und andererseits einem an der Verdichtungsstation teleskopartig angeordneten und vertikal verschiebbaren Füllrahmen zugeordnet wird. Im Nachfolgenden wird der am Modellträgerahmen angeordnete Füllrahmen "*Modellfüllrahmen*" und der an der Verdichtungsstation angeordnete Füllrahmen "*Verdichtungsfüllrahmen*" genannt. Der Modellfüllrahmen mit der darin abgesenkten Modellplatte und mit dem darauf aufgesetzten Formkasten bilden den Füllraum für den losen Formsand, der in der Sandfüllstation eingefüllt wird. In der Verdichtungsstation wird der Verdichtungsfüllrahmen auf den Formkasten aufgesetzt und die Modellplatte wird innerhalb des Modellfüllrahmens bis zur Formkastenauflagefläche angehoben, wodurch der verdrängte lose Formsand in den Verdichtungsfüllrahmen verschoben wird. Der Verdichtungsfüllrahmen hat jetzt die übliche Füllrahmenfunktion bei der Formverdichtung.

[0008] Hinsichtlich der Sandeinfüllung in den Formkasten wird die Aufgabe durch eine verfahrbare Sandeinfüllvorrichtung mit einem am Sandaustrag angebrachten Sandleittrichter gelöst, womit der Formsand in der verfügbar gemachten Zeit durch eine vor- und zurück verlaufende Fahrbewegung schichtweise auf das Modell aufgetragen bzw. in den Formkasten eingefüllt wird. Der Sandleittrichter, dessen Unterkante in einen geringem Abstand zur Formkastenoberfläche bewegt wird, weist in der Horizontalen einen rechteckigen Innenquerschnitt auf, wobei die quer zur Bewegungsrichtung liegende Langseite den Innenbereich des Formkastens überdeckt und die in Bewegungsrichtung liegende Kurzseite ca. 1/4 des Formkasteninnenmaßes entspricht. Der Sandleittrichter wird innerhalb eines auf den Formkasten aufsetzbaren Sandschutzrahmens bewegt, womit ein Herauspritzen des Formsandes verhindert wird. Die modellabhängige Formsandmenge wird von höhenverstellbaren Schiebern bestimmt, die am Auslauf des Formsandbehälters in sektionsweise durch den Sandleittrichter ver-

laufenden Kanälen angeordnet sind und die auch während des Formsandaustrages zur partiellen Mengenanpassung des Formsandes verstellbar sind. Durch das zeitgedehnte und schichtweise Sandeinfüllen in den Formkasten wird eine allmählich ansteigende und homogene Formsandfüllung in allen Modellpartien, insbesondere der engen und tiefen Modelltaschen ermöglicht, was für eine optimale Formverdichtung von besonderer Bedeutung ist. Eine optimale Formverdichtung wird von der Qualität der Formsandeinfüllung entscheidend mit beeinflusst, so dass also die Sandeinfüllung in den Formkasten und die Formverdichtung gleichrangige Fertigungsabschnitte zur Herstellung einer Form darstellen.

[0009] Der Modellfüllrahmen umschließt teleskopartig die aus dem Modellträgerahmen und Modellplatte bestehende Modelleinheit und er ist gegenüber der Modelleinheit maßgenau geführt und vertikal verschiebbar. Im abgesenkten Zustand des Modellfüllrahmens ist seine Oberfläche mit Modellplattenoberfläche niveaugleich. Im angehobenen Zustand des Modellfüllrahmens ist seine Oberfläche gegenüber der Modellplattenoberfläche um die erforderliche, aus der Höhe der losen Sandschüttung und einer Leerraumhöhe zwischen Sandschüttung und Formkastenoberfläche resultierende Füllrahmenhöhe erhöht. Die vertikale Verschiebbarkeit des Modellfüllrahmens ist auf diese beiden Niveaustände mechanisch begrenzt. Die Oberfläche des Modellfüllrahmens ist die Auflagefläche für den Formkasten und entsprechend ist der Modellfüllrahmen mit den üblichen Zentrierelementen versehen. In der Sandfüllstation wird die Modelleinheit mit dem noch unten befindlichen Modellfüllrahmen von einer Hubvorrichtung bis zur Sandeinfüllstellung angehoben, wobei der Modellfüllrahmen den Formkasten aufnimmt und ihn geringfügig von seiner Rollenbahn abhebt. Danach wird eine den Modellfüllrahmen aufnehmende Rollenbahn eingeschwenkt, wonach die Hubvorrichtung wieder absenkt wird. Dabei wird der Modellfüllrahmen auf die eingeschwenkte Rollenbahn abgesetzt während die noch auf der Hubvorrichtung aufliegende Modelleinheit bis zu einer mechanischen, im Außenbereich des Modellfüllrahmens und der Modelleinheit angebrachten Begrenzung weiter absenkt und die Hubvorrichtung danach leer bis in die untere Endstellung fährt. Der Formkasten liegt nun bei einer geringfügigen Distanz zu seiner Rollenbahn auf dem Modellfüllrahmen auf und die Modellplattenoberfläche liegt um das Maß der erforderliche Füllrahmenhöhe unterhalb der Formkastenauflagefläche. Der Formsand wird nun schichtweise und gleichmäßig eingefüllt. Die Sandeinfüllung wird bis zu einem bestimmten Maß unterhalb der Formkastenoberfläche durchgeführt, so dass zwischen der Oberfläche der losen Sandschüttung und der Formkastenoberfläche ein Leerraum verbleibt und somit beim Transport zur Verdichtungsstation kein zur Verschmutzung führender Formsand abgestriffen wird.

[0010] Mit dem Formkastentransport der Formlinie wird die mit Formsand gefüllte Formeinheit von der Sandfüllstation zur Verdichtungsstation transportiert. Hier wird

der vertikal bewegbare Verdichtungsfüllrahmen abgesenkt und auf den Formkasten aufgesetzt. Der Verdichtungsfüllrahmen umgibt teleskopartig das Verdichtungsaggregat und er ist mittels Führungstangen und Hubzylinder daran angebaut. Gleichzeitig mit dem Absenken des Verdichtungsfüllrahmens wird der Verdichtungshubtisch angehoben, der nach Durchfahren eines Leerhubes durch den Bereich der unteren der Modelltransporteinrichtung den Modellträgerrahmen aufnimmt und diesen mit der auf ihn aufliegenden Modellplatte nach oben schiebt, bis die Modellplattenoberfläche mit Oberfläche des Modellfüllrahmens niveaugleich ist und wobei auch noch der Modellfüllrahmen geringfügig von seiner Rollenbahn abgehoben wird, so dass diese für das Entformen ausschwenken kann. Ein entsprechender Anteil des lose geschütteten Formsandes ist dabei nach oben in den auf den Formkasten aufgesetzten Verdichtungsfüllrahmen geschoben worden, der nun die übliche Füllrahmenfunktion beim Verdichten übernimmt. Es ist so die bekannte Formkammer zusammengefügt worden, die von der Modellplattenoberfläche, von den Innenwänden des Formkastens und des Verdichtungsfüllrahmens sowie von der Unterseite des Verdichtungsaggregates umschlossen ist. An den Kontaktflächen zwischen Verdichtungsfüllrahmen und Verdichtungsaggregat, zwischen Verdichtungsfüllrahmen und Formkasten sowie zwischen Modellfüllrahmen und Formkasten sind Dichtungen angeordnet, um die Formkammer nach außen abzudichten. Zum Verdichten können verschiedene Verdichtungsverfahren wie beispielsweise Luftimpuls, Expansionspressen, Luftstrompressen, Luftimpuls mit Pressen usw. angewendet werden.

[0011] Dieses erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht einen weiteren erfindungsgemäßen Vorteil für das Verdichten des Formsandes. Der Verdichtungshubtisch nimmt nach Durchfahren des Leerhubes mit seiner vollen Hubgeschwindigkeit die Modelleinheit auf, wobei die Modelleinheit und somit der lose geschüttete Formsand schlagartig beschleunigt wird, wodurch sich der Formsand setzt und inhomogene Füllstellen verringert werden. Im weiteren wird die Luft in der Formkammer durch das Hochschieben des Formsandes komprimiert. Die komprimierte Luft kann über Modellplattendüsen abgeführt werden, was zu einer Fluidisierung des Formsandes führt. Sobald der Verdichtungshubtisch ganz angehoben ist, setzt während der noch wirksamen Fluidisierung der Verdichtungsvorgang ein. Die Fluidisierung kann dabei noch zusätzlich verstärkt werden, in dem zeitparallel zum Hochschieben des Formsandes noch Druckluft in die Formkammer eingeblasen wird. Ein besonderer Vorteil ist, dass die Fluidisierung des Formstoffes ohne zusätzlichen Zeitaufwand während des Anhebens der Modelleinheit bzw. während des Hochschiebens des Formsandes erfolgt, so dass also die Taktzeit der Formmaschine durch die Fluidisierung nicht verlängert wird. Beim Stand der Technik ist dies nicht der Fall. Sofern keine oder nur wenige Modellplattendüsen eingesetzt werden, kann die komprimierte Luft kann aber auch als erste Vorstufe der

Verdichtung verwendet werden, wonach dann der Hauptverdichtungs Vorgang folgt. Im weiteren kann die verdrängte Luft auch über ein Ventil zur freien Atmosphäre abgeführt werden. Diese verschiedenen Anwendungsmöglichkeiten können in Abhängigkeit von den Modellerfordernissen ausgewählt werden. Im weiteren kann dieser erfindungsgemäße Vorteil bei allen zuvor genannten Verdichtungsverfahren angewendet werden.

[0012] Der Formkasten liegt beim Verdichten ca. 6mm über seiner Rollenbahn, so dass unmittelbar nach dem Verdichten das langsame Absenken des Verdichtungs-hubtisches beginnen kann, wobei gleichzeitig der Verdichtungsdruck abgebaut wird und wonach nach 6mm Absenkhub das Entformen beginnt. Der Verdichtungs-füllrahmen wird soweit angehoben, dass der Formkasten mit dem überstehenden Formsand frei unter dem Verdichtungsfüllrahmen ausfahren kann. Der Modellfüllrahmen verbleibt beim Entformen in der unteren Stellung, d.h. die Oberfläche des Modellfüllrahmens und die Oberfläche der Modellplatte bleiben niveaugleich. Die Modelleinheit wird, wie zuvor beschrieben, erst wieder in der Sandfüllstation gegenüber dem Modellfüllrahmen abgesenkt.

[0013] Nachstehend wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der Zeichnungen beschrieben. Hinsichtlich der Bezugszeicheneinteilung wird auf die Bezugszeichenliste verwiesen. Die Figuren zeigen:

Fig. 1 einen Längsschnitt durch die Formmaschine mit der Sandeinfüllstation "A" und mit der Verdichtungsstation "B", wobei als Verdichtungsverfahren die Druckluftimpulsverdichtung dargestellt ist.

Fig. 2 einen Querschnitt durch die Sandeinfüllstation "A" gemäß Schnittlinie A-A, Fig.1

Fig. 3 einen Querschnitt durch die Verdichtungsstation "B", wobei als Verdichtungsverfahren die Druckluftimpulsverdichtung dargestellt ist. gemäß Schnittlinie B-B, Fig.1

Fig. 4 eine Draufsicht auf den Verdichtungsfüllrahmen

Fig. 5 eine Draufsicht auf den Modellplattenumlauf

Fig. 6 einen Längsschnitt durch die Modellträgereinheit gemäß Schnittlinie C-C, Fig.8

Fig. 7 einen Längsschnitt durch die Modellträgereinheit gemäß Schnittlinie D-D, Fig.8

Fig. 8 eine Draufsicht auf die Modellträgereinheit

Fig. 9 einen Längsschnitt durch die Verdichtungsstation "B", wobei als Verdichtungsverfahren das Expansionspressen und das Luftstrompressen

dargestellt ist.

[0014] Fig.1 zeigt die Formmaschine in einem Längsschnitt mit der Sandfüllstation **A** und der Verdichtungsstation **B**, wobei sich als zusammengehörendes Paar in **A** ein Oberkastenmodell und in **B** ein Unterkastenmodell befindet. Das Oberkastenmodell ist dabei mit einer erhabenen Modellkontur und das Unterkastenmodell mit einer vertieften Modellkontur dargestellt. Ergänzend dazu zeigt die Fig.2 einen Querschnitt durch die Sandfüllstation **A** und die Fig. 3 einen Querschnitt durch die Verdichtungsstation **B**. Die in diesen Figuren gezeigte Modelleinheit **4.02** weist einen teleskopartig und vertikal verschiebbaren Modellfüllrahmen **4.03** auf, der den Formkasten **4.01** aufnimmt und der mit den dazu erforderlichen Zentrierelementen **4.21** und **4.22** versehen ist. Modelleinheit **4.02** und Modellfüllrahmen **4.03** werden an anderer Stelle ausführlich beschrieben. Die Sandfüllstation **A** weist eine verfahrbare Formsandfülleinrichtung **2.14** mit einem Sandleittrichter **2.15** auf, womit der Formsand schichtweise in die Formeinheit **4.05** einfüllbar ist. Im weiteren weist die Sandfüllstation **A** einen auf den Formkasten **4.01** absetzbaren Sandschutzrahmen **2.11** auf, in den der Sandleittrichter **2.15/2.16** hineinragt, womit beim schichtweisen Einfüllen des Formsandes ein Herausspritzen des Formsandes verhindert wird. Die Sandfüllstation **A** weist weiter einen Hubtisch **2.01** zum Anheben der Modell/Füllrahmen-Einheit **4.04** (Modelleinheit 4.02 / Modellfüllrahmen 4.03), eine horizontal ausschiebbare Rollenbahn **2.03** zum Transport der Formeinheit **4.05** (Modelleinheit 4.02, Modellfüllrahmen 4.03, Formkasten 4.01) von Station **A** nach Station **B** und eine Hubvorrichtung **5.01** für den Modellwechsel auf. Die Verdichtungsstation **B** weist das Verdichtungsaggregat **3.14** mit dem daran teleskopartig angeordneten Verdichtungsfüllrahmen **3.22** auf, der über die vier Führungsstangen **3.23** (Fig. 3, 4) vertikal geführt wird und der über die zwei Zylinder **3.24** (Fig.3, 4) vertikal bewegbar ist. Im weiteren weist die Verdichtungsstation **B** einen Hubtisch **3.01** auf, womit die Formeinheit **4.05** für den Verdichtungsvorgang aufgenommen wird und womit nach dem Verdichtungsvorgang das Entformen bzw. das Absenken der Modell/Füllrahmen-Einheit **4.04** durchgeführt wird. Die Verdichtungsstation **B** weist weiter eine horizontal ausschiebbare Rollenbahn **3.03** zum Transport der Formeinheit **4.05** von Station **A** nach Station **B** und eine Hubvorrichtung **5.02** für den Modellwechsel auf. Schließlich weist die Verdichtungsstation **B** noch eine Abdruckvorrichtung **3.12** auf, womit der Modellfüllrahmen **4.03** beim Entformen nach unten gedrückt wird, so dass das Lösen des Modellfüllrahmens vom auf ihm zentrierten Formkasten **4.01** nicht nur vom Eigengewicht des Modellfüllrahmens abhängig ist. Das Aussenmaß **3.11** wird von der danebenstehenden Maßkette, die den Höhenaufbau kennzeichnet, bestimmt.

[0015] Die einzelnen Geräte der Stationen **A** und **B** sind in einem Maschinengerüst integriert, welches aus dem Kopfrahmen **1.02**, dem Grundrahmen **1.01** und den

Säulengestellen **1.03** besteht. Durch das Maschinengerüst verläuft die an den Säulengestellen **1.03** befestigte Rollenbahn **1.04** zum Transport der Formkästen **4.01**, die jeweils nach den durchgeführten Arbeitszyklen in den Stationen **A** und **B** taktweise um eine Formkastenteilung in Pfeilrichtung **1.08** durch die Formmaschine transportiert werden. Die Formkästen liegen dabei über ihre verschleißfesten Stoßbolzen **4.38** aneinander wobei der Modellfüllrahmen **4.03** mit der daran hängenden Modelleinheit **4.02** auf den oberen Modellrollenbahnen **2.03** und **3.03** vom auf den Modellfüllrahmen **4.03** aufliegenden Formkasten mitgeführt wird. Nach dem Formkastentransport werden die Formkästen in den Stationen **A1** und **B1** durch die Zentriervorrichtungen **1.10** fixiert, so dass die in den Stationen **A** und **B** befindlichen Formkästen ein geringfügiges Spiel zueinander haben und somit vertikal bewegbar sind. Durch das Maschinengerüst verläuft im weiteren die ebenfalls an den Säulengestellen **1.03** befestigte Rollenbahn **1.05** zum Rücktransport **1.09** der Modell/Füllrahmen-Einheit **4.04** von der Station **B** zur Station **A**. In dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ist für das Verdichten das Druckluftimpulsverfahren dargestellt. Es können aber auch andere Verdichtungsverfahren angewendet werden, worauf an anderer Stelle noch ausführlich eingegangen wird.

[0016] In der Fig.1 ist die Ausgangsstellung der Formmaschine zu Beginn eines Arbeitszykluses dargestellt. Dabei befindet sich in der Station **A** eine mit losen Formsand gefüllte Oberkasten-Formeinheit **4.05** (Modelleinheit **4.02**, Modellfüllrahmen **4.03**, Formkasten **4.01**) und in der Station **B** ein Unterkasten mit einer fertigen Form. In der Station **A** steht der Modellfüllrahmen **4.03** mit seiner Laufleiste **4.30** (Fig.2) auf der eingerückten oberen Modellrollenbahn **2.03**, wobei sich der auf dem Modellfüllrahmen **4.03** aufliegende Formkasten **4.01** um das Maß **2.06** (ca.3mm) über seiner Rollenbahn **1.04** befindet. Die Modelleinheit **4.02** ist innerhalb des Modellfüllrahmens **4.03** abgesenkt und liegt mit den Tragbolzen **4.23** (Fig. 7) auf den aus schlagfesten Kunststoff bestehenden Ablagescheiben **4.24** des Modellfüllrahmens **4.03** auf, woraus sich zwischen der Modellplattenoberfläche und Oberkante Modellfüllrahmen ein Füllraum mit der Höhe **2.07** (3.07, 4.07) ergibt. Die Formeinheit ist mit losem Formsand gefüllt und die lose Formsandoberfläche liegt um das Maß **2.08** unterhalb der Formkastenoberfläche, wodurch ein Abstreifen des Formsandes während des Formkastentransportes verhindert wird. Im weiteren ist in der Ausgangsstellung der Hubtisch **2.01** abgesenkt, der Sandschutzrahmen **2.11** angehoben und die Formsandfülleinrichtung **2.14** steht in der rechtsseitigen Ausgangsposition **2.35**. In der Station **B** ist der abgeformte Formkasten **4.01** auf seine Rollenbahn **1.04** abgesetzt, die obere Modellrollenbahn **3.03** ist eingerückt und der Verdichtungsfüllrahmen **3.22** ist soweit von dem abgeformten Formkasten abgehoben, dass während des Formkastentransportes ein Abstreifen des an der Formkastenoberseite überstehenden Formsandes verhindert wird (Maß **3.09**). Der überstehende Formsand

wird nach dem Wenden des Formkastens innerhalb der Formlinie von unten abgeschnitten. Im weiteren sind die Formkastenzentrierungen **1.10** geöffnet, der Hubtisch **3.01** ist abgesenkt und die Modelleinheit **4.02** mit dem darauf abgesenkten Modellfüllrahmen **4.03** ist auf der unteren Modellrollenbahn **1.05** abgesetzt. Während einer längeren Stillstandszeit z.B. bei Betriebsruhe, ist die Formsandfülleinrichtung **2.14** sandfrei, so dass diese vor einem Neustart erst wieder gefüllt wird.

[0017] Aus der zuvor beschriebenen Ausgangsstellung gemäß **Fig.1** beginnt mit dem Formkastentransport der Formlinie ein neuer Arbeitszyklus, wobei die Formkästen **4.01** um eine Teilung in Pfeilrichtung **1.08** verschoben werden. Der Modellfüllrahmen **4.03** mit der Modelleinheit **4.02** wird dabei auf der oberen Modellrollenbahn **2.03 / 3.03** mitgeführt. Danach befindet sich die mit losen Formsand gefüllte Formeinheit **4.05** in der Station **B** und ein leerer Formkasten in der Station **A**. Gleichzeitig mit dem Formkastentransport wird die unten in der Station **B** befindliche Modelleinheit **4.02** mit darauf abgesenkten Modellfüllrahmen **4.03** auf der unteren Modellrollenbahn **1.05** von der Station **B** zur Station **A** zurückgefahren. Nach durchgeführten Formkasten- und Modellplattentransport werden die Formkästen in **A1** und **B1** durch Schließen der Zentriervorrichtungen **1.10** fixiert und gleichzeitig damit wird in der Station **A** die obere Modellrollenbahn **2.03** geöffnet. Im weiteren werden die beiden Hubtische **2.01** und **3.01** angehoben und der Verdichtungsfüllrahmen **3.22** und der Sandschutzrahmen **2.11** auf die jeweilig darunter stehenden Formkästen abgesetzt. Beim Anheben des Hubtisches **3.01** wird steuerungsseitig sichergestellt, dass der Verdichtungsfüllrahmen **3.22** auf dem Formkasten **4.01** zur Auflage kommt, bevor der Hubtisch **3.01** die Modelleinheit **4.02** erfasst und den verdrängten losen Formsand in den Verdichtungsfüllrahmen **3.22** hochschiebt.

[0018] Der in der Station **A** hochfahrende Hubtisch **2.01** hebt die Modelleinheit **4.02** mit dem darauf noch abgesenkten Modellfüllrahmen **4.03** unter den in die Station **A** eingefahrenen leeren Formkasten **4.01** und hebt diesen ca. 6mm (Maß **2.05**, *Fig.2*) von seiner Rollenbahn **1.04** ab. In dieser Position wird die Modellrollenbahn **2.03** mit ca. 3mm Spiel (Maß **2.04**, *Fig.2*) unter die Laufleiste **4.30** des Modellfüllrahmens **4.03** eingeschoben, wonach der Hubtisch **2.01** wieder absenkt und den Modellfüllrahmen **4.03** auf die eingeschobene Modellrollenbahn **2.03** absetzt (*Fig.2*). Der auf dem Modellfüllrahmen **4.03** aufliegende Formkasten hat dann eine Distanz von ca. 3mm (Maß **2.06**, *Fig.2*) zu seiner Rollenbahn **1.04**. Die noch auf dem Hubtisch **2.01** aufliegende Modelleinheit **4.02** wird mit dem absenkenden Hubtisch **2.01** innerhalb des Modellfüllrahmens **4.03** nach unten bewegt, bis sie von den Tragbolzen **4.23** (*Fig. 7*) am Modellfüllrahmen festgehalten wird, wodurch sich die Distanz **2.07** (*Fig.2*) einstellt, während der Hubtisch **2.01** weiter nach unten absenkt. Im Hubtisch **2.01** sind Elektromagnete **2.02** angeordnet, die während der Abwärtsbewegung im Bereich der Distanz **2.07** eine Haftkraft auf die Modelleinheit **4.02**

ausüben, so dass durch das Eigengewicht der Modelleinheit und durch die zusätzliche Haftkraft ein sicheres Absenken der Modelleinheit innerhalb des Modellfüllrahmens gewährleistet ist. Ein Elektromagnet mit beispielsweise 150mm Durchmesser und 50mm Höhe bringt bei einem Luftspalt von 1mm eine Haftkraft von 5000N auf [0019] Sobald der Hubtisch **2.01** die Modelleinheit **4.02** mit dem noch darauf abgesenkten Modellfüllrahmen **4.03** unter den Formkasten **4.01** gehoben hat und der Sandschutzrahmen **2.11** auf den Formkasten abgelegt wurde, beginnt das Sandeinfüllen in die Formeinheit **4.05**, wofür eine Zeit von ca. 60% der gesamten Taktzeit zur Verfügung steht. Gemäß der Darstellung in **Fig.1** wird der Formsand dabei von einer auf den Laufschiene **2.24** zwischen den beiden Positionen **2.35** und **2.36** hin und her verfahrbaren Formsandeinfüllvorrichtung **2.14** über einen Sandleittrichter **2.15** in mehreren Schichten, vorzugsweise in zwei Schichten in die Formeinheit **4.05** eingefüllt. Während einer ersten Zeitphase der Formsandeinfüllung, z.B. während der Einfüllung der ersten Schicht **2.38** (*Fig.2*), wird die Modelleinheit **4.02** innerhalb des Modellfüllrahmens **4.03** mit dem Hubtisch **2.01** um das Maß **2.07** abgesenkt, wodurch der Füllraum **2.39** gebildet wird. In dieser Position wird die Modelleinheit **4.02** von den Tragbolzen **4.23** (*Fig.07*) am Modellfüllrahmen **4.03** festgehalten, der Hubtisch **2.01** jedoch weiter bis zur unteren Endstellung absenkt. Zur Auflockerung des Formsandes sind im Sandleittrichter **2.15** zwei Aeratoren (*Stachelwalzen*) **2.19** angeordnet, die mit entgegengesetzter Drehrichtung laufen. Wegen der Einbaumöglichkeit der Aeratoren ist der Sandleittrichter **2.15** im unteren Bereich in die Segmente **2.16** und **2.17** aufgeteilt. Da durch Fertigungstoleranzen Überstände an den Segmentübergängen entstehen können, die zum Anbacken von Formsand führen, sind die Sandleittrichtersegmente **2.16** und **2.17** nach unten hin erweitert, um ein Anbacken des Formsandes zu vermeiden (*Fig.1 und 2*).

[0020] In einer alternativen, zeichnerisch nicht dargestellten Variante kann der Hubtisch **2.01** bei tiefer liegender Anordnung je Seite mit zwei Aufnahmeleisten versehen werden, wobei die Aufnahmeleisten beim Anheben des Hubtisches **2.01** unter die Laufleisten **4.30** des Modellfüllrahmens **4.03** fahren und diesen von der Auflagefläche **4.39** soweit anheben, bis zwischen dem Bund des Tragbolzens **4.23** und der Kunststoffscheibe **4.24** (*Fig. 7*) eine Distanz von ca. 3mm erreicht ist. In dieser Position erreicht die Oberfläche des weiter anhebenden Hubtisches **2.01** die Unterfläche der Modelleinheit **4.02**, so dass nun der Modellfüllrahmen **4.03** und die Modelleinheit **4.02** vom Hubtisch **2.01** bis zur oberen Endstellung angehoben werden. Nach Schließen der Modellrollenbahn **2.03** senkt der Hubtisch **2.01** wieder ab und legt dabei den Modellfüllrahmen **4.03** mit seiner Laufleiste **4.30** auf die Modellrollenbahn **2.03** ab und sodann wird nach weiteren ca. 3mm Senkhub die Modelleinheit **4.02** vom Tragbolzen **4.23** (*Fig. 7*) am Modellfüllrahmen **4.03** festgehalten und Hubtisch **2.01** senkt leer bis zur unteren Endstellung. Bei dieser Variante ist der Füllraum **2.39**

bereits hergestellt, wenn der Hubtisch **2.01** oben ankommt und die Sandeinfüllung beginnt. Um beim anfänglichen Anheben des Hubtisches **2.01** ein sicheres Lösen des Modellfüllrahmens **4.03** von der Modelleinheit **4.02** zu gewährleisten, wird die Modelleinheit **4.02** zu Hubbeginn durch eine Klemmvorrichtung an der Modellrollenbahn **1.05** festgehalten.

[0021] Die Formsandeinfüllvorrichtung **2.14** besteht aus einem mit Laufrollen **2.23** und einem Zylinderantrieb **2.25** versehenen Fahrgestell **2.22**, welches auf den Laufschienen **2.24** hin und her verfahrbar ist und in dem ein Förderband **2.20**, ein Dosiergefäß **2.21** mit mindestens drei Austragschiebern **2.26** und der Sandleittrichter **2.15** mit den Aeratoren **2.19** angeordnet ist. Im weiteren gehört zur Formsandeinfüllvorrichtung noch der Sand-schutzrahmen **2.11**, der mittels der Kurzhubzylinder **2.12** über eine Kalottenverbindung **2.13** auf den Formkasten ablegbar ist und der ein Herausspritzen von Formsand während der Sandeinfüllung verhindert. Die Innenmaße des Sandschutzrahmens **2.11** sind zur Vermeidung von Sandablagerungen auf den Formkasten um das Maß **2.10** (*Fig.2*) geringfügig kleiner als das Formkasteninnenmaß. Der Sandleittrichter **2.15/2.16**, der sich in einem geringen Abstand **2.09** über den Formkasten befindet, weist in der Horizontalen einen rechteckigen Innenquerschnitt (*Fig.1, Fig.2*) auf, wobei die quer zur Bewegungsrichtung liegende Langseite (*Fig.2*) den Innenbereich des Formkastens überdeckt und die in Bewegungsrichtung liegende Kurzseite **2.40** ca. 1/3 bis 1/6, vorzugsweise 1/4 des Formkasteninnenmaßes entspricht, wodurch das schichtweise Sandeinfüllen ermöglicht wird. Für das Sandeinfüllen in die Formeinheit **4.05** wird die verfügbare Zeit als Konstante voll ausgenutzt. Die in die Formeinheit einzufüllende Formsandmenge wird dabei von der Fördergeschwindigkeit des Förderbandes **2.20** und von der Stellung **2.30** der Austragschieber **2.26** bestimmt. Wie die beispielhaft und schematisch dargestellten Ober- und Unterkastenmodelle in *Fig.1, 2* und *3* zeigen, kann der partielle Formsandbedarf für das einzelne Modell sehr unterschiedlich sein. Die Austragschieber **2.26** sind daher auch während der Formsandeinfüllung bzw. während der Bewegung der Formsandeinfüllvorrichtung **2.14** verstellbar, um die Formsandmenge dem partiellen Bedarf anzupassen. Die Formsandeinfüllung in die Formeinheit **4.05** erfolgt in mindestens drei Sektionen **2.18a** (*Fig.2*) und entsprechend ist jedem Austragschieber **2.26** im Sandleittrichter **2.15** ein Schacht **2.18** (*Fig.2*) zugeordnet, durch den die am Austragschieber ausgetragene Formsandmenge in die Formeinheit geleitet wird. Hierdurch wird eine Vermischung der einzelnen Sandstränge innerhalb des Sandleittrichters verhindert und die partiell erforderliche Zuteilung der Formsandmenge sichergestellt. Die Anzahl der Austragschieber **2.26** und der dazugehörigen Schächte **2.18** im Sandleittrichter hängt von dem zu überdeckenden Formkasteninnenmaß ab, wobei jedoch mindestens drei Austragschieber bzw. drei Schächte erforderlich sind. An jedem Auslaufschieber ist ein den Formsandstrom überwachendes Kontrollele-

ment **2.28** angebracht, wobei eine durch Schwerkraft senkrecht aufgehängte Platte vom Formsandstrom angehoben wird und dabei einen Sensor **2.29** betätigt. Im weiteren ist in jedem Schacht **2.18** eine an einer durchgehenden und zylinderbetätigten Welle **2.33** eine Klappe **2.31** angebracht, die während der Formsandeinfüllung in die Formeinheit **4.05** geöffnet ist und die während des Stillstandes des Förderbandes **2.20** mit ihrer Gummilippe **2.32** gegen das Förderband **2.20** gedrückt wird, um ein Abrieseln des Böschungssandes vom Förderband auf die auf der Rollenbahn **1.05** in Station **A** einlaufende Modell/Füllrahmen-Einheit **4.04** zu verhindern. Das Dosiergefäß **2.21** wird von einem stationären Vorratsbunker **2.37** befüllt, wobei der Füllstand im Dosiergefäß **2.21** durch Sandsonden überwacht wird. Die Funktionshöhe **2.07** (*3.07, 4.07*) des Modellfüllrahmens **4.03** ist so ausgelegt, dass die lose Formstoffoberfläche der fertigen Formsandfüllung ca. 30mm (*Maß 2.08*) unterhalb der Formkastenoberfläche liegt, wodurch ein Formsandabstreifen während des Transportes der Formeinheit **4.05** von **A** nach **B** verhindert wird und wodurch die Formmaschine sauber und frei von Überfallsand gehalten wird. Die schichtweise und partiell angepasste Formsandeinfüllung ermöglicht eine annähernd ebene und gleichmäßige Oberfläche des losen Formstoffes (*2.08 Fig. 1*). Im weiteren ermöglicht die schichtweise und partiell angepasste Formsandeinfüllung bei entsprechender Höhe der Modell- und Verdichtungsfüllrahmen aber auch eine an die Modellkontur angepasste lose Formstoffoberfläche, so dass sich mit Vorteil für das Verdichten an allen Stellen gleiche Formsandhöhen ergeben. Die höchste Stelle der losen Formsandoberfläche liegt dabei wiederum ca. 30mm (*Maß 2.08*) unterhalb der Formkastenoberfläche.

[0022] Um eine vom Modell abhängige, partiell unterschiedliche Formsandeinfüllung in die Formeinheit zu ermöglichen, weisen die einzelnen Antriebselemente **2.27** der Austragschieber **2.26** und der Antriebszylinder **2.25** der Sandeinfüllvorrichtung **2.14** jeweils ein Wegmeßsystem auf. In einem, dem jeweiligen Modell fest zugeordneten Datensatz wird dabei jedem Wegmesspunkt des Antriebszylinders **2.25** eine bestimmte Öffnungsstellung **2.30** der einzelnen Austragschieber **2.26** zugewiesen. Die Wegmessung erfolgt stufenlos linear in digitaler oder analoger Form, wobei die Wegmesspunkte des Antriebszylinders **2.25** für die Zuordnung der Austragschieberstellung praktischerweise in kleinen Rastern von beispielsweise 1mm abgegriffen werden. In der Regel sind die Öffnungsstellungen beim Vorlauf und beim Rücklauf des Antriebszylinders **2.25** bzw. der Sandeinfüllvorrichtung **2.14** an den jeweils zugeordneten Wegmesspunkten gleich. Es ist aber auch möglich, dass die Öffnungsstellungen an den jeweils zugeordneten Wegmesspunkten beim Vorlauf einen anderen Wert als beim Rücklauf erhalten. In einer entsprechenden elektronischen Steuereinrichtung werden die Sollwertvorgaben aus dem jeweiligen Datensatz verarbeitet und als Stellbefehl an die Antriebselemente **2.27** der Austragschieber **2.26** ausge-

geben. Für jedes einzelne Modell wird ein Datensatz in der elektronischen Steuereinrichtung hinterlegt, wobei der Datensatz zwecks Optimierung online veränderbar ist. Der Datensatz, der neben den Daten für die Formsandeinfüllung auch andere Daten wie beispielsweise Verdichtungsdaten, Gießdaten usw. enthalten kann, wird der Modell-Identnummer fest zugeordnet. Die Modell-Identnummer, die eine Ober- und Unterkatenkennung aufweist, wird in kodierter Form an der Modelleinheit angebracht. Beim Einwechseln eines Modells in die Formmaschine wird die Modell-Identnummer einschließlich der Ober- oder Unterkatenkennung automatisch ausgelesen, womit ein sofortiger Zugriff auf den Datensatz besteht, so dass die neuen Parameter sofort verfügbar sind und die Formmaschine verzögerungsfrei darauf einstellbar ist. Die im Datensatz abgelegten Sollwerte für die einzelnen Austragshöhen **2.30** und für die Fördergeschwindigkeit des Förderbandes **2.20** basieren auf einer standardmäßigen Formsandfeuchtigkeit. Bei Abweichungen von dieser standardmäßigen Formsandfeuchtigkeit werden diese Sollwerte automatisch an die jeweils gemessene Formsandfeuchtigkeit angepasst.

[0023] Anstatt der schichtweisen und partiellen Formsandeinfüllung können alternativ aber auch andere Formsandeinfüllverfahren bzw. Formsandeinfüllsysteme in der erfindungsgemäßen Formmaschine eingesetzt werden.

[0024] Nach dem Formkastentransport **1.08** und dem Modellrücktransport **1.09** befindet sich ein leerer Formkasten **4.01** in der Station **A** und eine mit losen Formsand gefüllte Formeinheit **4.05** in der Station **B** und in den beiden Stationen **A** und **B** werden die beiden Hubtische **2.01** und **3.01** angehoben. Mit dem Anheben des Hubtisches **3.01** in der Station **B** wird auch gleichzeitig der Verdichtungsfüllrahmen **3.22** auf den Formkasten abgesetzt. Dabei wird steuerungsseitig sichergestellt, dass der Verdichtungsfüllrahmen **3.22** auf dem Formkasten zur Auflage kommt, bevor der Hubtisch **3.01** die Modelleinheit **4.02** erfasst und den losen Formsand in den Verdichtungsfüllrahmen **3.22** hochschiebt. Der in der Station **B** hochfahrende Hubtisch **3.01** nimmt nach Durchfahren des unteren Leerhubes **3.21** mit seiner vollen Hubgeschwindigkeit die Modelleinheit **4.02** auf und schiebt diese innerhalb des Modellfüllrahmens **4.03** mit dem losen Formsand nach oben, wobei der Modellfüllrahmen nach dem Weg **3.07** (Fig.3) auf der Auflagefläche **4.39** der Modelleinheit **4.02** zur Auflage kommt und wobei die Modellplattenoberfläche und die Oberfläche des Modellfüllrahmens **4.03** niveaugleich sind bzw. das Maß **3.07** gleich Null ist. Der Hubtisch **3.01** hebt die Modelleinheit **4.02** mit dem Modellfüllrahmen **4.03** noch weitere ca. 3mm (Maß **3.04**, Fig.3) an, damit die Modellrollenbahn **3.03** ausfahren kann. In dieser Position hat der Hubtisch **3.01** seine oberste Endstellung für die Verdichtung erreicht und die Formkammer **3.13** ist geschlossen. Ein Innenversatz **4.40** (Fig.2, Fig. 6) vom Modellfüllrahmen zum Formkasten vermeidet beim Hochschieben des Formsandes eine Sandstaukante am Übergang zwi-

schen Modellfüllrahmen und Formkasten. Die Formkammer **3.13** (Fig.3, linker Halbschnitt) wird dabei vertikal von den Innenwänden des Formkastens **4.01** und des Verdichtungsfüllrahmens **4.03**, und horizontal von der Modelloberfläche und der Unterseite der Verdichtungseinheit **3.14** bzw. **3.18** gebildet. Da der auf dem Modellfüllrahmen **4.03** aufliegende Formkasten in der Station **A** bereits ca.3mm von seiner Rollenbahn **1.04** abgehoben wurde, befindet sich der Formkasten nun ca.6mm (Maß **3.05**, Fig. 3) über seiner Rollenbahn. Der Hubtisch **3.01** wird in dieser Stellung gegen den einwirkenden Verdichtungsdruck fixiert. Dies kann durch eine mechanische Verriegelung oder durch einen entsprechend hohen Vorspanndruck in den bis zum inneren Endanschlag gefahrenen hydraulischen Hubzylindern **3.02** erfolgen. Der auf den Formkasten aufgesetzte Verdichtungsfüllrahmen **3.22** wird über die Zylinder **3.24** mit einer Kraft auf den Formkasten gedrückt, die größer ist als die Kraft, die sich aus dem Verdichtungsdruck und der Fläche des umlaufenden Spaltes **3.26** ergibt, so dass der Verdichtungsfüllrahmen **3.22** beim Verdichten nicht abheben kann. Die Formkammer **3.13**, in der der Verdichtungsdruck zur Einwirkung gebracht wird, ist durch die elastischen Dichtungen **3.28**, **3.29** und **4.33** zur Außenatmosphäre hin abgedichtet. Die Dichtung **3.29** zwischen der Verdichtungseinheit **3.14** und dem Verdichtungsfüllrahmen **3.22** ist mit einer Klemmleiste **3.30** an der Verdichtungseinheit eingespannt und sie weist einen elastischen Überstand **3.31** auf, der durch ein geringes Spiel keine Berührung zur Innenwand des Verdichtungsfüllrahmens **3.22** hat. Die Abdichtung erfolgt, in dem die umlaufende Bordfläche **3.25** des Verdichtungsfüllrahmens auf den elastischen Dichtungsüberstand **3.31** gedrückt wird. Während der Verdichtung wird der Anpressdruck bzw. Schließdruck auf die Dichtung **3.29** durch den Verdichtungsdruck in der Formkammer noch weiter erhöht. Die Abdichtung zwischen der Verdichtungseinheit **3.14** bzw. **3.18** und dem Verdichtungsfüllrahmen **3.22** kann auch entsprechend der Darstellung in Fig.9 ausgeführt werden. Hierbei ist an der Verdichtungseinheit eine umlaufende Profilnute **3.33** eingefräst, in die eine im Verdichtungsfüllrahmen **3.22** eingelassene und mit Druckluft aktivierbare Dichtung **3.32** eingedrückt wird. Das Nutenprofil weist in der Mitte eine Wulst **3.34** auf, womit die aufgeblasene bzw. aktivierte Dichtung **3.32** gegen vertikales Verschieben durch den Druck in der Formkammer **3.13** gesichert wird. Im nicht aktivierten Zustand zieht sich die Dichtung **3.32** durch ihre Elastizität zurück, so dass sie dabei keine Berührung zur Verdichtungseinheit hat.

[0025] Die Verdichtung erfolgt, sobald die Formkammer **3.13** geschlossen und abgedichtet ist und sobald der Hubtisch **3.01** gegen den einwirkenden Verdichtungsdruck fixiert ist. In Fig.1 und Fig.3 ist eine Luftimpuls-Verdichtungseinheit **3.14** dargestellt. Die Luftimpuls-Verdichtung erfolgt durch schlagartiges Öffnen der engmaschig angeordneten Impulsdüsen **3.16**, wodurch die Druckluft schlagartig aus dem Speicherbehälter **3.15** in die Formkammer **3.13** einschießt und als Druckwelle

auf den Formsand einwirkt. Ein Innenversatz **3.10** (Fig. 3) vom Verdichtungsfüllrahmen **3.22** zum Formkasten **4.01** vermeidet bei der Impulsverdichtung eine Sandstaukante am Übergang zwischen Verdichtungsfüllrahmen und Formkasten. Unterhalb der Verdichtungseinheit **3.14** sind die Schottwände **3.17** angeordnet, wodurch die Druckwelle während des Verdichtungsabschnittes **3.08**, (Fig. 3) in zwei Bereiche geteilt ist. Dadurch kann zur Überwindung der Formsandreibung am Formkastenrand dem Außenbereich durch vergrößerte Außendüsen eine höhere Verdichtungsenergie zugeführt werden. Nach dem Verdichtungsabschnitt **3.08** vereinen sich dann die Druckwellen. Nach erfolgter Verdichtung wird der Verdichtungsdruck über die Ventile **3.35** kontrolliert abgebaut und das Entformen wird eingeleitet. Dabei wird der Hubtisch **3.01** mit Modelleinheit **4.02** und Modellfüllrahmen **4.03** zunächst langsam abgesenkt, wobei der Formkasten nach ca. 6mm (Maß **3.05**) auf seine Rollenbahn aufgesetzt und wonach das Modell langsam aus der Form heraus bewegt wird. Sobald das Modell vollständig von der Form frei ist, wird der Hubtisch **3.01** mit Modelleinheit **4.02** und Modellfüllrahmen **4.03** im Eilgang abgesenkt, wobei die Modelleinheit **4.02** mit auf ihr aufliegenden Modellfüllrahmen **4.03** auf die untere Modellrollenbahn **1.05** abgesetzt wird. Während der Eilgangabsenkung des Hubtisches **3.01** wird der Verdichtungsfüllrahmen **3.22** um die Distanz **3.09** (Fig. 1) vom Formkasten abgehoben und die Modellrollenbahn **3.03** zur erneuten Aufnahme einer Formeinheit **4.05** eingeschoben. Beim Entformen wird der Modellfüllrahmen **4.03** an seinen Druckplatten **4.32** von der Abdruckvorrichtung **3.12** während eines kurzen Weges nach unten gedrückt, so dass das Lösen des Modellfüllrahmens **4.03** vom auf ihm zentrierten Formkasten **4.01** nicht nur vom Eigengewicht des Modellfüllrahmens abhängig ist.

[0026] Außer der zuvor beschriebenen Druckluftimpulsverdichtung sind in der Arbeitsstation **B** grundsätzlich alle gängigen Verdichtungsverfahren (wie z.B. *normales Pressen, Luftstrompressen, Expansionspressen, Unterdruckpressen, Modelleinpressen von unten usw.*) einsetzbar. Die Fig. 9 zeigt beispielsweise eine kombinierte Verdichtungseinheit **3.18** für pneumatisches Luftstrompressen und für pneumatisches Expansionspressen wobei das pneumatische Expansionspressen aus EP-1155761-A1 bekannt ist. Aus EP-1155761-A1 ist außerdem noch das Multi-Airpress-System bekannt, welches hierbei ebenfalls einsetzbar ist. Die in Fig. 9 dargestellte Verdichtungseinheit **3.18** ermöglicht auch die Verdichtung durch "Modelleinpressen", wobei sich der Formsand an den ausgefahrenen Pressstempeln **3.19** abstützt und das Modell von unten in den Formsand eingepresst wird. Die Pressstempelzylinder **3.20** können dabei auf den vollen Verdichtungsdruck eingestellt werden, wobei sie sich während der Verdichtung der Modellkontur entsprechend ausgleichen können. Die Pressstempelzylinder **3.20** können aber auch mit einem geringeren Druck eingestellt werden, so dass sie nach Erreichen dieses Druckes von dem entsprechend leicht verdichteten Formsand

alle nach oben gedrückt werden und die Endverdichtung anschließend mit entsprechend hohem Druck von oben durch Absenken der Pressstempel erfolgt. Der obere Maschinenrahmen **1.02** ist passend für den Einbau der beschriebenen Verdichtungssysteme ausgelegt. Bei Anwendung des Luftstrompressens kann der von oben einzublasende Luftstrom bereits eingeleitet werden, wenn der Hubtisch **3.01** die Modelleinheit **4.02** zum Hochschieben erfasst. Bei Anwendung des Expansionspressens wird der von unten einzublasende Luftstrom eingeleitet, wenn die Formkammer **3.13** vollständig geschlossen ist, d.h. wenn der Hubtisch **3.01** auch noch die Modelleinheit **4.02** soweit angehoben hat, dass die Auflagefläche **4.39** den Modellfüllrahmen **4.03** erfasst und die Dichtung **4.34** wirksam wird.

[0027] Für das Verdichten hat die Erfindung noch einen weiteren wesentlichen Vorteil. Der Verdichtungs-hubtisch **3.01** nimmt nach Durchfahren des unteren Leerhubes **3.21** mit seiner vollen Hubgeschwindigkeit die Modelleinheit **4.02** auf, wobei diese und somit der lose eingefüllte Formsand schlagartig beschleunigt wird, wodurch sich der Formsand setzt und inhomogene Füllstellen verringert werden. Akustisch bewirkt diese schlagartige Aufnahme der Modelleinheit **4.02** durch den Hubtisch **3.01** nur einen dumpfen, nicht störenden Stoß. Im weiteren ist die Formkammer **3.13** beim Anheben der Modelleinheit **4.02** innerhalb des Modellfüllrahmens **4.03** bzw. beim Hochschieben des Formsandes in den Verdichtungsfüllrahmen **3.22** geschlossen und abgedichtet. Durch das Hochschieben des Formsandes wird die Formkammer verkleinert und die darin befindliche Luft bei geschlossenen Ventilen **3.35** und **3.36** komprimiert. Die komprimierte Luft wird über die Modellplattendüsen **4.06** und über den Randschlitz **4.14** abgeführt, wodurch der lose geschüttete Formsand fluidisiert wird. Die Fluidisierung kann dabei wahlweise noch verstärkt werden, in dem zusätzlich Druckluft über die Ventile **3.36** und über die Öffnungen **3.27** (Fig. 1, 3) in die Formkammer **3.13** eingeblasen wird. Dabei ist der anzuwendende Druck am Druckventil **3.37** und die einzublasende Druckluftmenge an den Ventilen **3.36** einstellbar. Das Einblasen erfolgt beim Hochschieben des lose geschütteten Formsandes. Es kann frühestens beginnen, wenn der Verdichtungsfüllrahmen **3.22** auf den Formkasten **4.01** aufgesetzt wurde. Das Einblasen endet, wenn die lose Formstoffoberfläche die Unterkante der Schottwände **3.17** erreicht hat, weil danach die einströmenden Druckluft den Innenbereich der Schottwände nicht mehr unmittelbar erreichen kann. Wird das Einblasen später ausgeschaltet, dann fließt der Fluidisierungsluftstrom stärker über den Randschlitz **4.14** ab, was auch von Vorteil sein kann. Durch die Fluidisierung, der unmittelbar und lückenlos der Verdichtungs Vorgang folgt, entsteht somit keine Verlängerung der Formmaschinen taktzeit. Falls bei bestimmten Modellen eine Fluidisierung nicht erforderlich ist, kann die beim Hochschieben des Formsandes verdrängte Luft über die geöffneten Ventile **3.35** ohne Kompression zur freien Atmosphäre abgeführt werden.

[0028] Die Figuren 6, 7 und 8 zeigen die Modelleinheit 4.02 mit dem Modellfüllrahmen 4.03, die im verkleinerten Maßstab auch in den Figuren 1, 2 und 3 dargestellt sind. Die Fig. 6 zeigt einen Längsschnitt mit Darstellung der Führung und Zentrierung des Modellfüllrahmens zur Modelleinheit. Die Fig. 7 zeigt einen Längsschnitt mit Darstellung der Aufhängung der Modelleinheit 4.02 im Modellfüllrahmen 4.03. Die Fig. 8 zeigt eine Draufsicht auf Modellfüllrahmen und Modelleinheit. Die Modelleinheit 4.02 weist einen Grundrahmen 4.08 mit der Höhe 4.25 auf, der ein positives Modell 4.10 (Fig. 1, Station A) oder ein negatives Modell 4.12 (Fig. 1, Station B) aufnehmen kann. Die Modelle sind den Erfordernissen entsprechend mit Modellplattendüsen 4.06 versehen, wodurch der Fluidisierungsluftstrom und die verdrängte Verdichtungsluft entweichen kann oder wodurch beim Expansionspressen von unten Druckluft in die Formkammer 3.13 einblasbar ist. Zum Abführen der Luft des Fluidisierungsstromes und zum Einblasen der Druckluft für das Expansionspressen weist der Grundrahmen die Öffnungen 4.26 auf, die mit entsprechenden Öffnungen 4.26 im Hubtisch 3.01 deckungsgleich sind. Bei einem positiven Modell 4.10 wird ein Zwischenrahmen 4.09 verwendet, der zwischen Modellplatte 4.11 und dem Grundrahmen 4.08 eingefügt wird und der über die Zentrierelemente 4.15 die Modellplatte 4.11 zum Grundrahmen 4.08 zentriert. Bei einem negativen Modell 4.12 hängt die Verwendung eines Zwischenrahmens von der Modelldtiefe ab. Bei Verwendung eines negativen Modells mit Zwischenrahmen erfolgt die Zentrierung des Modells 4.12 zum Grundrahmen 4.08 auch über die zuvor beschriebenen Zentrierelemente 4.15. Bei Verwendung eines negativen Modells ohne Zwischenrahmen erfolgt die Zentrierung direkt zwischen Modell 4.12 und dem Grundrahmen 4.08 über die Zentrierelemente 4.16. Der Grundrahmen 4.08 weist im weiteren die Zentrier- und Führungsstifte 4.17 auf, womit der Modellfüllrahmen 4.03 über seine Zentrier- und Führungsbüchsen 4.20 auf dem Grundrahmen 4.08 zentriert wird und womit der Modellfüllrahmen bei der vertikalen Verschiebung geführt wird. Die Zentrier- und Führungsstifte 4.17 weisen im unteren Bereich 4.18 eine engtolerante Feinzentrierung zur genauen Justierung beim Formen auf, während der übrige Bereich 4.19 eine genaue aber leichtgängigere Führung aufweist. Am Modellfüllrahmen 4.03 tauchen die Zentrier- und Führungsstifte 4.17 in einen abgekapselten Raum 4.27 ein, so dass sie gegen Verschmutzung geschützt sind. Am Boden des abgekapselten Raumes kann zur Trockenschmierung der Zentrier- und Führungsstifte eine dünne Graphitschicht eingebracht werden. Alle Zentrierelemente weisen wegen der Stichmaßtoleranzen und gegebenenfalls unterschiedlicher Wärmedehnung einerseits eine Rundstift/Rundloch und andererseits eine Flachstift/Flachloch-Ausführung auf. Die Modellplatte 4.11 bzw. das Modell 4.12 weist eine umlaufende Passleiste 4.13 auf, die aus einem verschleißfesten und gleitfähigen Kunststoff oder aus einem verschleißfesten und gleitfähigen Metallwerkstoff besteht. Die Passleiste 4.13 hat die Funktion

der Formsandabdichtung zwischen Modellplatte 4.11 bzw. Modell 4.12 und dem Modellfüllrahmen 4.03 und sie weist zur Innenwand des Modellfüllrahmens ein geringes Spiel von beispielsweise 0,2 mm auf. Der durch das Spiel entstehende Randschlitz 4.14 ermöglicht ein Durchströmen der Luft beim Fluidisieren und beim Expansionspressen, so dass auf die Anordnung von Modellplattendüsen (0, 3mm Schlitzbreite) im Randbereich verzichtet werden kann. Die vertikale Verschiebung der Modelleinheit 4.02 innerhalb des Modellfüllrahmens 4.03 wird einerseits durch die Auflage des Modellfüllrahmens auf der Auflagefläche 4.39 des Grundrahmens 4.08 und andererseits durch die in Fig. 7 dargestellten und am Grundrahmen befestigten Tragbolzen 4.23 begrenzt. Im abgesenkten Zustand hängt die Modelleinheit mit den Tragbolzen am Modellfüllrahmen, wobei die Tragbolzen auf den aus schlagfesten Kunststoff bestehenden Scheiben 4.24 aufliegen. Zur Bohrung der Scheibe 4.24 und zur darunter liegenden Bohrung im Flansch 4.29 des Modellfüllrahmens hat der Tragbolzen ein größeres Spiel, so dass er berührungslos durch diese Bohrungen bewegbar ist. Am Modellfüllrahmen 4.03 tauchen die Tragbolzen 4.23 in einen abgekapselten Raum 4.28 ein, so dass sie gegen Verschmutzung geschützt sind. Die Oberfläche des Modellfüllrahmens 4.03 ist die Auflagefläche für den Formkasten 4.01 und entsprechend weist der Modellfüllrahmen die aus Fig. 1 ersichtlichen Zentrierelemente 4.21 für den Oberkasten und 4.22 für den Unterkasten mit der üblichen Rundloch/Rundstift- bzw. Flachloch/Flachstift-Ausführung auf. In Fig. 8 mit der Draufsicht auf Modelleinheit und Modellfüllrahmen ist die Lage der verschiedenen Zentrierelemente und die Lage der Tragbolzen dargestellt. Die Oberseite des Modellfüllrahmens 4.03 weist eine Dichtung 4.33 auf, womit die Formkammer 3.13 zusammen mit den anderen Dichtungen 3.28 und 3.29 zur Außenatmosphäre abgedichtet wird. Im weiteren weist der Modellfüllrahmen an der Unterseite eine Dichtung 4.34 auf, womit der Innenraum der Modelleinheit 4.02 beim Expansionspressen zur Außenatmosphäre abgedichtet wird. Diese Dichtung 4.34 ist erforderlich, weil beim Expansionspressen über die Bohrungen 4.26 und über die Modellplattendüsen 4.06 Druckluft in die Formkammer 3.13 eingeblasen wird. Die Dichtung 4.34 kann auch für andere Formsandeinfüllsysteme erforderlich sein. Der Modellfüllrahmen weist die umlaufenden Flansche 4.29 und 4.30 mit einem darüber befindlichen schrägen Dach 4.31 auf, wobei das schräge Dach Sandablagerungen auf den Flanschen 4.29 und 4.30 verhindert. Die umlaufenden Flansche überdecken die Auflagefläche 4.39 des Grundrahmens 4.08, so dass diese vor direkten Sandfall geschützt ist. Gelegentlich in geringen Mengen einfallender Flugsand kann durch automatisches Abblasen leicht entfernt werden. Der Flansch 4.29 enthält die Zentrier- und Führungsbüchsen 4.20 zur Zentrierung und Führung des Modellfüllrahmens sowie die Scheiben 4.24 zur Auflage der Tragbolzen 4.23. Der Flansch 4.30 (Fig. 2 und 3) dient als Laufleiste für den Modellfüllrahmen 4.03, womit der Modellfüllrah-

men mit der Modelleinheit **4.02** auf den Modellrollenbahnen **2.03** und **3.03** transportierbar ist. Der Grundrahmen **4.08** weist noch die Reinigungsbürsten **4.35** zum Reinigen der Hubtische **2.01** und **3.01** und die Zentrierbolzen **4.36** zum Zentrieren des Grundrahmens auf den Hubtischen **2.01** und **3.01** auf. Die Oberfläche der Modellplatte **4.11** bzw. des Modells **4.12** liegt gegenüber der Oberfläche des Modellfüllrahmens **4.03** um das Maß **4.37** (Fig. 6) geringfügig tiefer (*maximal 1mm*). Dadurch hat die Formteilungsfläche gegenüber der Formkastenfläche einen entsprechenden Vorsprung, wodurch die zusammengefügte Formhälften mit ihren Formteilungsflächen aufeinander zu liegen kommen und die Formkastenteilungsflächen ein entsprechendes Spiel zueinander haben, wodurch die Bildung von Graten und Spiegeleisen verhindert wird. Bei einem gegebenen Erfordernis können die Oberflächen der Modellplatte **4.11** bzw. des Modells **4.12** zur Oberfläche des Modellfüllrahmens **4.03** aber auch genau niveaugleich sein. Das Innenmaß des Modellfüllrahmens **4.03** ist zur Vermeidung einer Sandstaukante beim Hochschieben des Formsandes um das Maß **4.40** (Fig. 2, Fig. 6) geringfügig kleiner als das Formkasteninnenmaß. Zur Reduzierung des Druckluftverbrauches beim Expansionspressen, bei dem als erste Funktionsstufe Druckluft von unten über die Öffnungen **4.26** und über die Modellplattendüsen **4.06** in die Formkammer **3.13** geblasen wird, werden die Hohlräume der Modelleinheit **4.02** mit Holz- oder Kunststoffklötzen **4.41** ausgefüllt.

[0029] Die Justierung zwischen dem Formkasten **4.01** und dem Modell **4.10/4.11/4.12** erfolgt über die nicht bewegten Zentrierelemente **4.15/4.16** und im weiteren über die bewegten Zentrierelemente **4.17/4.18/4.20** und **4.21/4.22**, wobei der Versatz zwischen Formkasten und Modell durch entsprechende Auswahl der Passungen begrenzt ist. So ergibt sich beispielsweise bei einer Passungsauswahl für **4.15/4.16** mit H7/h6, für **4.17/4.18/4.20** mit H7/g6 und für **4.21/4.22** mit H7/e8 ein Versatz von 0,072mm bis 0,178mm.

[0030] Die Fig. 5 zeigt die Modellwechselvorrichtung, womit ohne Zeitverlust innerhalb der Formmaschinen-taktzeit ein Modellwechsel oder ein ständiger Modellumlauf durchführbar ist. Die Modellwechselvorrichtung weist zunächst die in den Figuren 1, 2, 3 und 5 dargestellten, mit antriebslosen Laufrollen versehenen Hubvorrichtungen **5.01** (Station A) und **5.02** (Station B) auf. Im weiteren weist die Modellwechselvorrichtung die beiden angetriebenen Rollenbahnen **5.09** (Achse A) und **5.10** (Achse B) sowie einen auf Bodenlaufschienen verfahrbaren und mit einer angetriebenen Rollenbahn versehenen Shuttlewagen **5.11** auf. Während des normalen Formmaschinenbetriebes mit einem OK/UK-Modellpaar sind die beiden Hubvorrichtungen **5.01** / **5.02** abgesenkt und der Rücklauf der aus der Modelleinheit **4.02** und dem Modellfüllrahmen **4.03** bestehenden Modell/Füllrahmeneinheit **4.04** erfolgt auf der unteren Modellrollenbahn **1.05**. Auf der Modellwechselrollenbahn **5.09** (Achse A) steht eine UK-Modell/Füllrahmeneinheit **4.04** und auf

dem in der Achse A stehenden Shuttlewagen **5.11** steht eine OK-Modell/Füllrahmeneinheit **4.04** zum Einwechseln bereit. Beim Modellwechsel bzw. beim ständigen Modellumlauf sind die beiden Hubvorrichtungen **5.01** und **5.02** angehoben, wobei in der Station A der Hubtisch **2.01** eine Modell/Füllrahmeneinheit **4.04** von den Laufrollen der Hubvorrichtung **5.01** abhebt und in der Station B der Hubtisch **3.01** eine Modell/Füllrahmeneinheit **4.04** auf die Laufrollen der Hubvorrichtung **5.02** ablegt. Das Heben und Senken der beiden Hubvorrichtungen **5.01** und **5.02** erfolgt grundsätzlich nur, wenn die beiden Hubtische **2.01** und **3.01** angehoben sind, d.h. wenn die Modellrollenbahn **1.05** in den beiden Stationen A und B frei ist, so dass die beiden Hubvorrichtungen **5.01** und **5.02** also nur leer auf und ab bewegt werden. Jede der beiden Hubvorrichtungen **5.01** und **5.02** wird von vier Zylindern **5.03** vertikal bewegt, wobei die Zylinder zur Führung durchgehende Kolbenstangen **5.04** aufweisen, so dass keine weiteren Führungsstangen erforderlich sind. Da die Hubvorrichtungen **5.01** und **5.02** nur leer auf und ab bewegt werden genügt ein nur annähernder Gleichlauf der vier Zylinder **5.03**, der mit einfachen Drosselrückschlagventilen realisierbar ist. Kalottenbefestigungen **5.05** zwischen Kolbenstange und Hubvorrichtung verhindern dabei Querkräfte auf die Kolbenstangen. Die Hubvorrichtungen **5.01** und **5.02** haben aus Platzgründen keine angetriebenen Laufrollen. Zum Antrieb der Modell/Füllrahmeneinheit **4.04** auf den nicht angetriebenen Laufrollen sind die Zylinder **5.06** und **5.08** vorgesehen. Mit dem Zylinder **5.08** wird die Modell/Füllrahmeneinheit **4.04** von der Hubvorrichtung **5.02** abgeschoben, bis sie die angetriebene Rollenbahn **5.10** erreicht. Der Zylinder **5.06**, der einen ein- und ausschaltbaren Elektromagneten **5.07** aufweist, übernimmt die einlaufende Modell/Füllrahmeneinheit **4.04** bevor sie die angetriebene Rollenbahn **5.09** verlässt und zieht sie am Elektromagneten **5.07** anhaftend in die Endposition. Beim Modellwechsel, der zeitgleich mit dem Formkastentransport **1.08** erfolgt, wird die auf der Rollenbahn **5.09** bereit stehende UK-Modell/Füllrahmeneinheit **4.04** in die Station A eingefahren und die in der Station B auf die Laufrollen der Hubvorrichtung **5.02** abgesenkte UK-Modell/Füllrahmeneinheit **4.04** wird auf die Rollenbahn **5.10** ausgefahren. Gleichzeitig mit dem Einfahren der UK-Modell/Füllrahmeneinheit **4.04** in die Station A wird die auf dem Shuttlewagen **5.11** in Achse A bereitstehende OK-Modell/Füllrahmeneinheit **4.04** auf die Rollenbahn **5.09** verfahren. Danach fährt der Shuttlewagen **5.11** zur Rollenbahn **5.10** (Achse B), übernimmt dort die LTK-Modell/Füllrahmeneinheit **4.04** und fährt wieder zur Rollenbahn **5.09** (Achse A) zurück. Mit dem nächsten Formkastentransport wird die auf der Rollenbahn **5.09** angekommene OK-Modell/Füllrahmeneinheit **4.04** in die Station A eingefahren und die zwischenzeitlich in der Station B auf die Laufrollen der Hubvorrichtung **5.02** abgesenkte OK-Modell/Füllrahmeneinheit **4.04** auf die Rollenbahn **5.10** ausgefahren. Gleichzeitig mit dem Einfahren der OK-Modell/Füllrahmeneinheit **4.04** in die Station A wird

die auf dem Shuttlewagen **5.11** in der Achse **A** bereitstehende UK-Modell/Füllrahmeneinheit **4.04** auf die Rollenbahn **5.09** verfahren. Danach fährt der Shuttlewagen **5.11** zur Rollenbahn **5.10** (*Achse B*), übernimmt dort die OK-Modell/Füllrahmeneinheit **4.04** und fährt wieder zur Rollenbahn **5.09** (*Achse A*) zurück. Der Modellwechsel ist damit abgeschlossen und die ausgewechselten, auf der Rollenbahn **5.09** und dem Shuttlewagen **5.11** stehenden Modell/Füllrahmeneinheiten **4.04** können für den nächsten Modellwechsel umgerüstet werden. Es besteht aber auch die Möglichkeit, das Modell/Füllrahmeneinheiten-Paar gegen ein anderes Paar auf der Parkbahn **5.12** auszutauschen.

[0031] Die Formmaschine kann aber auch mit zwei Modellpaaren im einem ständigen Modellumlauf betrieben werden. Der Ablauf ist dabei der Gleiche wie zuvor beim Modellwechsel beschrieben und es findet praktisch in jedem Formmaschinentakt ein Modellwechsel statt. Diese Betriebsart ist angezeigt, wenn die Modelle vor dem Formen behandelt werden müssen, beispielsweise durch setzen von Kühleisen und/oder exothermen Speisern. Hierfür sind die Modelle für das Handling **5.13** frei zugänglich. Die Verweilzeit für die Modellbehandlung wird von der Formmaschinentaktzeit vorgegeben und sie reicht für eine normale Modellbehandlung aus. Für Modelle, die eine längere Behandlungszeit in Anspruch nehmen, kann die Verweilzeit für die Modellbehandlung ohne Taktzeitverlängerung dadurch erreicht werden, in dem ein Modellpaar ohne Behandlungsbedarf mindestens zweimal hintereinander abgeformt wird, während das andere Modellpaar zwischenzeitlich behandelt wird und danach zu einem einmaligen Formvorgang in die Formmaschine eingewechselt wird und wonach dieser 2:1-Zyklus oder auch 3:1-Zyklus entsprechend der Losgröße wiederholt wird. Durch Verlängerung der Rollenbahnen **5.09** und **5.10** wäre auch ein ständiger Modellumlauf mit drei Modellpaaren möglich.

[0032] Die erfindungsgemäße Formmaschine ist eine Hochleistungsformmaschine mit extrem kurzer Taktzeit. Darüber hinaus ist eine weitere Leistungssteigerung mit annähernder Verdoppelung der Leistung dadurch möglich, in dem die Formmaschine als Zwillingsformmaschine mit zwei Formsandfülleinrichtungen in der Station **A** und zwei Verdichtungsaggregaten in der Station **B** ausgeführt wird, womit innerhalb der Taktzeit zwei Formen gleichzeitig hergestellt werden. Dabei wird in der Station **A** ein Modellpaar (*OK/UK*) mit den Formkästen zusammengefügt und mit Formsand gefüllt und in der Station **B** gleichzeitig ein anders Modellpaar (*OK/UK*) verdichtet und entformt. Beim Formkastentransport werden die Formkästen um zwei Formkastenteilungen verschoben, wobei gleichzeitig ein fertiges, aus Oberkasten und Unterkasten bestehendes Formenpaar aus der Station **B** der Formmaschine herausgefahren wird, eine mit Formsand gefüllte Oberkasten/Unterkasten-Formeinheit von der Station **A** zur Station **B** verfahren wird und ein leeres, aus Ober- und Unterkasten bestehendes Formkastenpaar in die Station **A** eingefahren wird. Sofern die Form-

fläche des Formkastens, wie im zuvor beschriebenen Ausführungsbeispiel, einen rechteckigen Querschnitt aufweist, erfolgt der Formkastentransport sinnvollerweise quer zur Formkastenlängsachse, um den Transportweg einer doppelten Formkastenteilung zu verkürzen. Die Doppel-Formsandefülleinrichtung wird dabei auf dem Kopfrahmen der Formmaschine quer zur Formkastentransportrichtung verfahren, so dass das schichtweise Sandeinfüllen wie bei der zuvor beschriebenen Single-Ausführung ebenfalls mit Vorteil über die Formkastenlängsachse erfolgt.

Bezugszeichenliste

15 [0033]

1.) Formmaschinengerüst

- 1.01 Grundrahmen
- 1.02 Kopfrahmen
- 1.03 Säulengestell
- 1.04 Formkastenrollenbahn
- 1.05 Modellrollenbahn
- 1.06 Traverse für Modellrollenbahn 2.03 und 3.03
- 1.07 Traverse für Zylinder 5.06 und 5.08
- 1.08 Formkastentransportrichtung
- 1.09 Modellrücktransport von B nach A
- 1.10 Formkastenzentrierung

30 2.) Sandfüllstation A

- 2.01 Hubtisch
- 2.02 Elektromagnete
- 2.03 horizontal verschiebbare Modellrollenbahn
- 2.04 Distanz Laufleiste 4.30 zur Modellrollenbahn 2.03 (wenn Hubtisch 2.01 ganz oben ist)
- 2.05 Distanz Formkasten zur Formkastenrollenbahn 1.04 (wenn Hubtisch 2.01 ganz oben ist)
- 2.06 Distanz Formkasten zur FK-Rollenbahn 1.04 (wenn Laufleiste 4.30 auf Rollenbahn 2.03 aufliegt)
- 2.07 Distanz Modellfüllrahmen 4.03 zum Modell 4.10/11/12 (Funktionshöhe Modellfüllrahmen)
- 2.08 Distanz lose Formsandoberfläche zur Formkastenoberfläche
- 2.09 Distanz Sandleittrichter zum Formkasten
- 2.10 Innenversatz Sandschutzrahmen / Formkasten
- 2.11 Sandschutzrahmen
- 2.11a Reinigungsbürste am Sandschutzrahmen 2.11
- 2.12 Kurzhubzylinder zum Sandschutzrahmen
- 2.13 Kalottenbefestigung Kurzhubzylinder zum Sandschutzrahmen
- 2.14 Formsandefülleinrichtung
- 2.15 Sandleittrichter
- 2.16 unteres Segment zum Sandleittrichter
- 2.17 mittleres Segment zum Sandleittrichter
- 2.18 Schächte im Sandleittrichter
- 2.18a Sektionen für den Formsandaustrag

2.19	Aeratoren			Expansionspressen
2.20	Förderband		3.19	Pressstempel zu 3.18
2.21	Dosiergefäß		3.20	Presszylinder zu 3.19
2.22	Fahrgestell für Formsandefüllleinrichtung		3.21	Leerhub des Hubtisches 3.01 bis zur Aufnahme der Modelleinheit 4.02
2.23	Laufrollen zum Fahrgestell	5	3.22	Verdichtungsfüllrahmen
2.24	Laufschiene für Formsandfülleinrichtung		3.23	Führungsstangen zum Verdichtungsfüllrahmen
2.25	Antriebszylinder für Formsandefüllleinrichtung		3.24	Zylinder zum Verdichtungsfüllrahmen
2.26	Austragschieber für Formsandmenge		3.25	umlaufende Bordfläche am Verdichtungsfüllrahmen
2.27	Antrieb für Austragschieber	10	3.26	umlaufender Spalt zwischen Verdichtungsfüllrahmen und Verdichtungsaggregat
2.28	Kontrollelement für Formsandstrom		3.27	Öffnungen im Verdichtungsfüllrahmen (zum Einblasen von Druckluft in die Formkammer)
2.29	Sensor zum Kontrollelement		3.28	Dichtung Verdichtungsfüllrahmen/Formkasten
2.30	Austraghöhe des Formsandes am Austragschieber		3.29	Dichtung Verdichtungsfüllrahmen / Verdichtungsaggregat
2.31	Verschlußklappe im Sandleittrichter	15	3.30	Klemmleiste für Dichtung 3.29
2.32	Gummilippe an der Verschlußklappe		3.31	elastischer Überstand der Dichtung 3.29
2.33	Antriebswelle für die Verschlußklappen		3.32	alternative Dichtung Verdichtungsfüllrahmen / Verdichtungsaggregat
2.34	Zylinder für Antriebswelle / Verschlußklappe		3.33	Profilnute für Dichtung 3.32
2.35	Ausgangsposition für schichtweises Sandeinfüllen	20	3.34	Wulst in der Profilnute 3.33
2.36	Umkehrposition für schichtweises Sandeinfüllen		3.35	Entlüftungsventile für die Formkammer
2.37	Vorratsbunker		3.36	Einblasventile für die Formkammer
2.38	Teileinfüllung des Formsandes (z.B. eine Schicht)	25	3.37	Druckventil für Einblasdruck
2.39	Füllraum Modellfüllrahmen/Formkasten für den losen Formsand			
2.40	Austragsbreite des Sandleittrichters 2.15		4.)	Modelleinheit und Formkasten
3.)	Verdichtungsstation B	30	4.01	Formkasten
3.01	Hubtisch		4.02	Modelleinheit
3.02	Hubzylinder zum Hubtisch 3.01		4.03	Modellfüllrahmen
3.03	horizontal verschiebbare Rollenbahn		4.04	Modell/Füllrahmeneinheit
3.04	Distanz Laufleiste 4.30 zur Modellrollenbahn 3.03 (wenn Hubtisch 3.01 ganz oben ist)	35	4.05	Formeinheit
3.05	Distanz Formkasten zur Formkastenrollenbahn 1.04 (wenn Hubtisch 3.01 ganz oben ist)		4.06	Modellplattendüsen
3.06	Distanz Formkasten zur FK-Rollenbahn 1.04 (wenn Laufleiste 4.30 auf Rollenbahn 3.03 aufliegt)	40	4.07	Distanz Modellfüllrahmen 4.03 zum Modell 4.10 / 4.12 (Funktionshöhe Modellfüllrahmen)
3.07	Distanz Modellfüllrahmen 4.03 zum Modell 4.10 / 4.12 (Funktionshöhe Modellfüllrahmen)		4.08	Grundrahmen
3.08	Distanz lose Formsandoberfläche zur Unterkante Schottwand 3.17 (wenn 3.01 ganz oben ist)	45	4.09	Zwischenrahmen
3.09	Distanz Verdichtungsfüllrahmen 3.22 zum Formkasten beim Formkastentransport		4.10	positives Modell
3.10	Innenversatz Verdichtungsfüllrahmen / Formkasten		4.11	Modellplatte für positives Modell
3.11	Aussenmaß (Modell aus der Form)	50	4.12	negatives Modell
3.12	Abdruckvorrichtung für Modellfüllrahmen		4.13	Passleiste Modell / Modellfüllrahmen
3.13	Formkammer		4.14	Randschlitz zwischen Passleiste und Innenwand des Modellfüllrahmens
3.14	Verdichtungsaggregat für Druckluftimpuls		4.15	Zentrierelemente Zwischenrahmen / Grundrahmen / Modellplatte
3.15	Druckluftspeicher für Druckluftimpuls		4.16	Zentrierelemente negatives Modell / Grundrahmen
3.16	Impulsdüsen	55	4.17	Zentrier- und Führungsstift Grundrahmen / Modellfüllrahmen
3.17	Schottwände unter dem Verdichtungsaggregat 3.14		4.18	Feinführungsbereich zu 4.17
3.18	Verdichtungsaggregat für Luftstrompressen und		4.19	Leichtführungsbereich zu 4.17
			4.20	Zentrier- und Führungsbüchse Grundrahmen / Modellfüllrahmen
			4.21	Zentrierbüchsen Formkasten/Modellfüllrahmen (<i>Oberkasten</i>)
			4.22	Zentrierstifte Formkasten / Modellfüllrahmen

	(Unterkasten)	
4.23	Tragbolzen	
4.24	Kunststoffscheibe für Fangbolzenauflage	
4.25	Grundrahmenhöhe	
4.26	Öffnungen im Grundrahmen für Luftdurchgang	5
4.26a	Öffnungen im Hubtisch 3.01, deckungsgleich zu 4.26	
4.27	abgekapselter Raum für Führungsstifte 4.17	
4.28	abgekapselter Raum für Fangbolzen 4.23	
4.29	Querflansch am Modellfüllrahmen	10
4.29a	Breite des Querflansches 4.29	
4.30	Längsflansch und Laufleiste am Modellfüllrahmen	
4.30a	Breite des Längsflansches 4.30	
4.31	Sandschutzdach am Modellfüllrahmen	15
4.32	Druckplatten zur Abdruckvorrichtung 3.12	
4.33	Dichtung Modellfüllrahmen / Formkasten	
4.34	Dichtung Modellfüllrahmen / Grundrahmen	
4.35	Reinigungsbürsten für die Hubtische 2.01 und 3.01	20
4.36	Zentrierstifte Grundrahmen / Hubtische 2.01 und 3.01	
4.37	Versatz Oberfläche Modellfüllrahmen zur Modelloberfläche	
4.38	Formkasten-Stoßbolzen	25
4.39	Auflagefläche des Modellfüllrahmens 4.02 auf den Grundrahmen 4.08	
4.40	Innenversatz Modellfüllrahmen / Formkasten	
4.41	Hohlraumausfüllung in Modelleinheit 4.02	30
5.)	Modellwechsellvorrichtung	
5.01	Hubvorrichtung in Station A	
5.02	Hubvorrichtung in Station B	
5.03	Zylinder für die Hubvorrichtungen 5.01 und 5.02	35
5.04	durchgehende Kolbenstangen zu 5.03	
5.05	Kalottenbefestigung Kolbenstange / Hubvorrichtung	
5.06	Einzugzylinder in Station A	
5.07	Elektromagnet am Einzugzylinder	40
5.08	Abschubzylinder in Station B	
5.09	angetriebene Rollenbahn in Achse A	
5.10	angetriebene Rollenbahn in Achse B	
5.11	Shuttlewagen	
5.12	Parkbahn	45
5.13	Handling Bedienungspersonal	

Patentansprüche

- Verfahren zur Herstellung von Sandformen in Formkästen (4.01) innerhalb einer Formmaschine mit mobilen, auf den Formkästen auflegbaren Füllrahmen und mit Ober- und Unterkastenmodelleinheit (4.02), wobei die Oberkastenformen (OK) und die Unterkastenformen (UK) jeweils nacheinanderfolgend hergestellt werden, mit einer ersten Arbeitsstation (A), die eine Hubvor-

richtung (2.01) zum Zusammenfügen der aus Modelleinheit (4.02), Formkasten (4.01) und Füllrahmen bestehenden Formeinheit und eine Einrichtung zum zeitgedehnten Einfüllen des Formsandes in die Formeinheit aufweist, mit einer zweiten Arbeitsstation (B), die eine Verdichtungseinheit (3.14, 3.18) zum Verdichten des Formsandes und eine Hubvorrichtung (3.01) zum Andrücken der Formeinheit an die Verdichtungseinheit und zum Trennen des Modells aus der verdichteten Form aufweist, wobei die Arbeitsschritte der beiden Arbeitsstationen (A) und (B) zeitparallel ablaufen, mit einer Formkastentransportvorrichtung (1.04, 1.08), in der die beiden Arbeitsstationen hintereinanderliegend angeordnet sind, mit einer Füllrahmenrückführung von der zweiten zur ersten Arbeitsstation, mit zwei unterhalb der Formkastentransportvorrichtung (1.04) ausschwenkbar angeordneten Rollenbahnabschnitten (2.03, 3.03) auf der die Modelleinheit (4.02) vom auf ihr aufliegenden Formkasten (4.01) während des Formkastentransportes (1.08) von der ersten zur zweiten Arbeitsstation mitgeführt wird, mit einer unterhalb der Formkastentransportvorrichtung (1.04) und unterhalb der beiden ausschwenkbaren Rollenbahnabschnitte (2.03, 3.03) angeordneten Rollenbahn (1.05) zur Rückführung (1.09) der Modelleinheiten (4.02) von der zweiten zur ersten Arbeitsstation und mit in den Modellen angeordneten Ent- bzw. Belüftungsdüsen (4.06).

dadurch gekennzeichnet,

dass die Füllrahmenfunktion einerseits durch einen an der Verdichtungseinheit (3.14, 3.18) stationär und teleskopartig angeordneten und durch vertikale Verschiebung auf den Formkasten (4.01) aufsetzbaren Verdichtungsfüllrahmen (3.22) und andererseits durch einen an jeder Ober- und Unterkastenmodelleinheit (4.02) teleskopartig angeordneten und vertikal verschiebbaren Modellfüllrahmen (4.03) erfolgt, **dass** in der Arbeitsstation (A) der Modellfüllrahmen (4.03) mit dem Formkasten (4.01) mittels Hubvorrichtung (2.01) zusammengefügt und die Modelleinheit (4.02) innerhalb des Modellfüllrahmens (4.03) mittels Hubvorrichtung (2.01) um die Distanz (2.07, 3.07, 4.07) vertikal nach unten verschoben wird, wobei zusammen mit dem Formkasten (4.01) die Formeinheit (4.05) mit dem Füllraum (2.39) für den losen Formsand gebildet wird,

dass in der Arbeitsstation (A) der Füllraum (2.39) mittels einer verfahrbaren Formsandfüllvorrichtung (2.14) zeitgedehnt und schichtweise mit Formsand gefüllt wird,

dass in der Arbeitsstation (B), der Verdichtungsfüllrahmen (3.22) auf den Formkasten (4.01) der mit losen Formsand gefüllten Formeinheit (4.05) aufge-

setzt wird und die Modelleinheit (4.02) mittels Hubvorrichtung (3.01) innerhalb des Modellfüllrahmens (4.03) um die Distanz (2.07, 3.07, 4.07) nach oben verschoben wird, wobei der verdrängte lose Formsand in den Verdichtungsfüllrahmen (3.22) verschoben wird und der Verdichtungsfüllrahmen dann die Füllrahmenfunktion beim nachfolgenden Verdichten übernimmt,

dass nach dem Verdichten und bei geöffneter Modellrollenbahn (3.03) der Hubtisch (3.01) absenkt und nach Durchfahren der Distanz (3.05) mit dem Aufsetzen des Formkastens (4.01) auf die Formkastenrollenbahn (1.04) das Entformen beginnt und im weiteren das Absenken der zusammengeschobenen Modell/Füllrahmeneinheit (4.04) auf die Modellrollenbahn (1.05) erfolgt

und **dass** der Verdichtungsfüllrahmen (3.22) zeitgleich mit dem Absenken der Modell/Füllrahmeneinheit (4.04) um eine Distanz (3.09) vom Formkasten (4.01) abgehoben wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Formsandfüllvorrichtung (2.14), die aus einem Förderband (2.20), einem Dosiergefäß (2.21) mit mindestens drei Austragschiebern (2.26, 2.27), einem Sandleittrichter (2.15) mit mindestens drei Schächten (2.18, 2.18a) und mindestens einer Aeratorenachse (2.19) besteht, mittels Antriebszylinder (2.25) zwischen den Endpositionen (2.35) und (2.36) hin und her verfahren wird, wobei der Formsand bei laufendem Förderband (2.20) über die schmale Austragsbreite (2.40) des Sandleittrichters (2.15) und durch die Fahrbewegung ein- oder mehrschichtig in den Füllraum (2.39) eingefüllt wird,

dass für das schichtweise und zeitgedehnte Formsandeinfüllen ein Zeitintervall vom Zusammenfügen des Modellfüllrahmens (4.03) mit dem Formkasten (4.01) bis zum Beginn des Formkastentransportes (1.08) zur Verfügung steht, welches mindestens 60% der gesamten Formmaschinenaktzeit entspricht

und **dass** das verfügbare Zeitintervall als Konstante genutzt wird und die modellabhängige Formsandmenge bei konstanter Sandeinfüllzeit durch die Geschwindigkeit des Förderbandes (2.20) und durch verstellbare Austragshöhen (2.30) bestimmt wird, wobei die Austragshöhen (2.30) mittels der Austragschieber (2.26, 2.27) verstellt werden.

3. Verfahren nach Anspruch 2,

dadurch gekennzeichnet,

dass die modellabhängige Formsandmenge während der Fahrbewegung der Formsandfüllvorrichtung (2.14) durch Verstellen der Austragshöhen (2.30) mittels Austragschieber (2.26, 2.27) partiell an die Modellkonturen angepasst wird,

dass die partielle Anpassung an die Modellkontu-

ren über mindestens drei Sektionen (2.18a) erfolgt, wobei jeder Sektion ein verstellbarer Austragschieber (2.26, 2.27) zur Einstellung der Austragshöhe (2.30) und ein entsprechender Schacht (2.18) im Sandleittrichter (2.15) zugeordnet ist, wobei die bis an das Dosiergefäß (2.21) hinreichenden Schächte (2.18) eine Vermischung der einzelnen, für die partielle Anpassung eingestellten Formsandströme verhindern,

dass der Antriebszylinder (2.25) für die Fahrbewegung der Formsandfüllvorrichtung (2.14) und die Antriebe (2.27) für die Austragschieber (2.26) zur Einstellung der Austragshöhe (2.30) jeweils über in den Antrieben (2.25, 2.27) integrierte Wegmeßsysteme gesteuert werden, wobei zur Bestimmung der partiellen Formsandmenge jedem Modell ein Datensatz zugeordnet wird, in dem die Daten für die Austragshöhen (2.30) bzw. für die Stellung der Austragschieber (2.26, 2.27) in Abhängigkeit von der Fahrwegposition des Antriebszylinders (2.25) abgelegt sind und die zur Steuerung der Austragschieber (2.26, 2.27) während der Fahrbewegung abgerufen werden

und **dass** der Formsand zur Auflockerung über mindestens einen im Sandleittrichter (2.15) angeordneten Aerator (2.19) geleitet wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1

dadurch gekennzeichnet,

dass der in der Arbeitsstation (B) angeordnete Hubtisch (3.01) nach dem Leerhub (3.21) die Modelleinheit (4.02) mit seiner vollen Hubgeschwindigkeit aufnimmt und dadurch die Modelleinheit (4.02) und somit den lose geschütteten Formsand schlagartig beschleunigt, wodurch sich der Formsand setzt und inhomogene Füllstellen verringert werden,

dass der mittels Hubvorrichtung (3.01) und Modelleinheit (4.02) in den Verdichtungsfüllrahmen (3.22) verschobene lose Formsand die Luft in der Formkammer (3.13) komprimiert und die komprimierte Luft einen über die Modellplattendüsen (4.06), über den Randschlitz (4.14) und nachfolgend über die Öffnungen (4.26, 4.26a) abfließenden Fluidisierungs-luftstrom im losen Formsand erzeugt, dem lückenlos die Formverdichtung folgt

und **dass** der Fluidisierungs-luftstrom zusätzlich verstärkbar ist, in dem zeitparallel zum Verschieben des Formsandes in den Verdichtungsfüllrahmen (3.22) noch Druckluft über die Ventile (3.36, 3.37) und über die Öffnungen (3.27) in die Formkammer (3.13) eingeblasen wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,

dadurch gekennzeichnet,

dass in der Arbeitsstation (B) alle gängigen Verdichtungsverfahren (wie z.B. *Druckluftimpulsverdichtung, normales Pressen, Luftstrompressen, Expansionspressen, Unterdruckpressen, Modelleinpres-*

sen von unten usw.) in Verbindung mit dem Verdichtungsfüllrahmen (3.22) und dem zur Modell/Füllrahmeneinheit (4.04) gehörenden Modellfüllrahmen (4.03) sowie in Verbindung mit dem schichtweisen Formsandeinfüllen der Formsandfüllvorrichtung (2.14) einsetzbar sind.

6. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 5 zur Herstellung von Sandformen in Formkästen (4.01) innerhalb einer Formmaschine mit mobilen, auf den Formkästen auflegbaren Füllrahmen und mit Ober- und Unterkastenmodelleinheit (4.02), wobei die Oberkastenformen (OK) und die Unterkastenformen (UK) jeweils nacheinanderfolgend hergestellt werden, mit einer ersten Arbeitsstation (A), die eine Hubvorrichtung (2.01) zum Zusammenfügen der aus Modelleinheit (4.02), Formkasten (4.01) und Füllrahmen bestehenden Formeinheit und eine Formsandfüllvorrichtung zum zeitgedehnten Einfüllen des Formsandes in die Formeinheit aufweist, mit einer zweiten Arbeitsstation (B), die eine Verdichtungseinheit (3.14, 3.18) zum Verdichten des Formsandes und eine Hubvorrichtung (3.01) zum Andrücken der Formeinheit an die Verdichtungseinheit und zum Trennen des Modells aus der verdichteten Form aufweist, wobei die Arbeitsschritte der beiden Arbeitsstationen (A) und (B) zeitparallel ablaufen, mit einer Formkastentransportvorrichtung (1.04, 1.08), in der die beiden Arbeitsstationen hintereinanderliegend angeordnet sind, mit einer Füllrahmenrückführung von der zweiten zur ersten Arbeitsstation, mit zwei unterhalb der Formkastentransportvorrichtung (1.04) ausschwenkbar angeordneten Rollenbahnabschnitten (2.03, 3.03) auf der die Modelleinheit (4.02) vom auf ihr aufliegenden Formkasten (4.01) während des Formkastentransportes (1.08) von der ersten zur zweiten Arbeitsstation mitgeführt wird, mit einer unterhalb der Formkastentransportvorrichtung (1.04) und unterhalb der beiden ausschwenkbaren Rollenbahnabschnitte (2.03, 3.03) angeordneten Rollenbahn (1.05) zur Rückführung (1.09) der Modelleinheiten (4.02) von der zweiten zur ersten Arbeitsstation, mit einer Modellwechselvorrichtung zum Auswechseln der Modelleinheiten ohne Taktzeitverlängerung und mit in den Modellen angeordneten Ent- bzw. Belüftungsdüsen (4.06).
dadurch gekennzeichnet,
dass einerseits die Arbeitsstation (B) einen an der Verdichtungseinheit (3.14, 3.18) stationär angeordneten und die Verdichtungseinheit teleskopartig umschließenden sowie um die Distanz (3.09) vertikal verschiebbaren Verdichtungsfüllrahmen (3.22) aufweist, der zur Aufnahme des losen Formsandes und

zur Bildung der Formkammer (3.13) mittels einer Hubvorrichtung (3.23, 3.24) auf den Formkasten (4.01) für den Verdichtungsvorgang aufsetzbar ist und der nach dem Verdichtungsvorgang vom Formkasten um die Distanz (3.09) wieder abhebbar ist, **dass** andererseits jede Ober- und Unterkastenmodelleinheit (4.02), die jeweils aus einem Modell (4.10, 4.11, 4.12) und einem Grundrahmen (4.08, 4.09) besteht, einen die Modelleinheit (4.02) teleskopartig umschließenden und gegenüber der Modelleinheit um eine Distanz (2.07, 3.07, 4.07) vertikal verschiebbaren Modellfüllrahmen (4.03) aufweist, auf dessen Oberfläche der Formkasten (4.01) auflegbar und zentrierbar ist,

dass in der Arbeitsstation (A) der Modellfüllrahmen (4.03) mittels Hubvorrichtung (2.01) mit dem Formkasten (4.01) zusammenfügbar ist und mittels Hubvorrichtung (2.01) gegenüber der Modelleinheit (4.02) um eine Distanz (2.07, 3.07, 4.07) verschiebbar ist, wobei die Formeinheit (4.05) mit dem Füllraum (2.39) für den losen Formsand gebildet wird, **dass** die Arbeitsstation (A) eine verfahrbare Formsandfüllvorrichtung (2.14) aufweist, womit der Formsand zeitgedehnt und schichtweise in den Füllraum (2.39) einfüllbar ist,

dass in der Arbeitsstation (B) die Modelleinheit (4.02) der mit losen Formsand gefüllten Formeinheit (4.05) mittels Hubvorrichtung (3.01) innerhalb des Modellfüllrahmens (4.03) um die Distanz (2.07, 3.07, 4.07) anhebbar ist, und dabei der verdrängte lose Formsand in den auf den Formkasten (4.01) aufgesetzten Verdichtungsfüllrahmen (3.22) verschiebbar ist und nach einer weiteren Anhebung um eine Distanz (3.04, 3.05) die Verdichtung erfolgt eine und die Rollenbahn (3.03) geöffnet wird,

dass die Distanz (2.07, 3.07, 4.07) einerseits durch die Auflagefläche (4.39) und andererseits durch die Tragbolzen (4.23, 4.24) eine mechanische Begrenzung aufweist,

dass der Modellfüllrahmen (4.03) die Zentrierelemente (4.21, 4.22) zur Zentrierung der auf ihn aufliegenden Formkästen (4.01) sowie eine Laufleiste (4.30) zum Transport auf den Rollenbahnen (2.03, 3.03) aufweist

und **dass** der Grundrahmen (4.08) die Zentrier- und Führungsstifte (4.17) und der Modellfüllrahmen (4.03) die Zentrier- und Führungsbüchsen (4.20) aufweist, womit der Modellfüllrahmen (4.03) zum Grundrahmen (4.08) genau geführt und zentriert wird.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6

dadurch gekennzeichnet,

dass in der Arbeitsstation (A) bei geöffneter Rollenbahn (2.03) die Modelleinheit (4.02) mit dem auf ihrer Auflagefläche (4.39) aufliegenden Modellfüllrahmen (4.03) mittels Hubvorrichtung (2.01) anhebbar ist, wobei der Formkasten (4.01) vom Modellfüllrahmen

(4.03) aufgenommen und um eine Distanz (2.05) von seiner Rollenbahn (1.04) abgehoben wird und wonach die Rollenbahn (2.03) mit einer Distanz (2.04) unter die Laufleiste (4.30) des Modellfüllrahmens einfahrbar ist,

dass nach dem Einfahren der Rollenbahn (2.03) die Modelleinheit (4.02) mittels Hubvorrichtung (2.01) wieder absenkbar ist, wobei der Modellfüllrahmen (4.03) mit seiner Laufleiste (4.30) auf der geschlossenen Rollenbahn (2.03) aufsetzt und der Formkasten (4.01) dann einer Distanz (2.06, 3.06) zu seiner Rollenbahn (1.04) aufweist und wonach die Modelleinheit (4.02) bis zu einer Distanz (2.07, 3.07, 4.07) bzw. bis zur mechanischen Begrenzung (4.23, 4.24) weiter absenkt und in der Folge die leere Hubvorrichtung (2.01) weiter in ihre untere Endstellung absenkt

und **dass** die Hubvorrichtung (2.01) die ein- und ausschaltbaren Elektromagnete (2.02) aufweist, womit während des Absenkens der Modelleinheit (4.02) innerhalb des Modellfüllrahmens (4.03) eine Haftkraft zwischen Hubvorrichtung (2.01) und Modelleinheit (4.02) erzeugbar ist, die eine das Eigengewicht der Modelleinheit (4.02) unterstützende Kraft zum sichern Absenken der Modelleinheit (4.02) innerhalb des Modellfüllrahmens (4.03) bewirkt.

8. Vorrichtung nach den Ansprüchen 6 und 7, dadurch gekennzeichnet,

dass die Hubvorrichtung (2.01) bei tiefer liegender Anordnung mit zwei Aufnahmeleisten aufweist, die beim Anheben der Hubvorrichtung (2.01) unter die Laufleisten (4.30) des Modellfüllrahmens (4.03) fahrbar sind, womit der Modellfüllrahmen zunächst ohne die Modelleinheit (4.2) anhebbar ist,

dass die Modelleinheit (4.02) nach Erreichen der Distanz (2.07, 3.07, 4.07) vom Modellfüllrahmen (4.03) mittels der Tragbolzen (4.23) erfasst und mitgeschleppt wird, wobei Modellfüllrahmen (4.03) und Formkasten (4.01) bis zu einer Distanz (2.04, 2.05) anhebbar sind

und **dass** nach dem Schließen der Rollenbahn (2.03) der Modellfüllrahmen (4.03) mit seiner Laufleiste (4.30) durch Absenken der Hubvorrichtung (2.01) auf die Rollenbahn (2.03) absetzbar ist, wonach der Formkasten (4.01) einer Distanz (2.06) zu seiner Rollenbahn (1.04) aufweist und die nun leere Hubvorrichtung (2.01) zur unteren Endstellung absenkbar ist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 6,

dadurch gekennzeichnet,

dass in der Arbeitsstation (B) die Modell-Füllrahmeneinheit (4.04) nach dem Verdichtungsvorgang bei geöffneter Rollenbahn (3.03) mittels Hubvorrichtung (3.01) absenkbar ist, wobei der Formkasten (4.01) nach einer kurzen Distanz (3.05) auf seine Rollenbahn (1.04) aufsetzbar und das langsame

Entformen mit anschließendem schnellen Absenken der Modell-Füllrahmeneinheit (4.04) bis auf die untere Modellrollenbahn (1.05) durchführbar ist, und **dass** die Arbeitsstation (B) an jeder Seite der Formkastentransportbahn (1.04) mindestens eine Abdruckvorrichtung (3.12) aufweist, die beim Entformen auf einen Steg (4.32) des Modellfüllrahmens (4.03) aufdrückbar ist, wodurch kraftschlüssig und synchron mit der Absenkbewegung der Hubvorrichtung (3.01) eine das Eigengewicht des Modellfüllrahmens (4.03) unterstützende Kraft zum sicheren Trennen des Modellfüllrahmens (4.03) vom Formkasten (4.01) erzeugbar ist.

10. Vorrichtung nach den Ansprüchen 6 bis 9,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Abmessung jeder einzelnen Distanz (2.04, 2.05, 2.06, 3.04, 3.06) mindestens 1 mm und maximal 10mm beträgt und dass die Abmessung der Distanz (3.05) mindestens 1mm und maximal 15mm beträgt.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Abmessung jeder einzelnen Distanz (2.04, 2.06, 3.04, 3.06) vorzugsweise 3mm beträgt und dass die Abmessung jeder einzelnen Distanz (2.05, 3.05) vorzugsweise 6mm beträgt.

12. Vorrichtung nach Anspruch 6,

dadurch gekennzeichnet,

dass der in den Verdichtungsfüllrahmen (3.22) verschobene lose Formsand die Luft in der Formkammer (3.13) bei geschlossenen Ventilen (3.35, 3.36) komprimiert, womit ein Fluidisierungsluftstrom durch den losen Formsand erzeugbar ist, der über die Modellplattendüsen (4.06) und über den Randschlitz (4.14) sowie über die Öffnungen (4.26, 4.26a) zur freien Atmosphäre abfließt,

dass der Verdichtungsfüllrahmen (3.22) Öffnungen (3.27) und Ventile (3.36, 3.37) aufweist, über die der Fluidisierungsstrom durch zusätzliches Einblasen von Druckluft in die Formkammer (3.13) verstärkbar ist

und **dass** die Formkammer (3.13) über die Öffnungen (3.27) und über das Ventil (3.35) druckentlastbar ist.

13. Vorrichtung nach Anspruch 6

dadurch gekennzeichnet,

dass der Verdichtungsfüllrahmen (3.22) die an der Verdichtungseinheit (3.14, 3.18) oder am Kopfrahmen (1.02) angeordneten Führungstangen (3.23) und Antriebszylinder (3.24) aufweist,

dass der Verdichtungsfüllrahmen (3.22) zur Abdichtung der Formkammer (3.13) Dichtungen (3.28, 3.29, 3.32) aufweist,

dass der Verdichtungsfüllrahmen (3.22) eine umlau-

fende Bordfläche (3.25) aufweist, die auf die Dichtung (3.29) aufdrückbar ist und wobei im weiteren die Dichtung (3.29) vom Verdichtungsdruck in der Formkammer (3.13) gegen die Bordfläche (3.25) anpressbar ist und **dass** der Verdichtungsfüllrahmen (3.22) gegenüber dem Formkasten (4.01) einen Versatz (3.10) aufweist, um eine Sandstaukante beim Verdichten zu vermeiden.

14. Vorrichtung nach den Ansprüchen 6 und 13,

dadurch gekennzeichnet,

dass der Verdichtungsfüllrahmen (3.22) als Alternative eine mit Druckluft aktivierbare Dichtung (3.32) aufweist, die in einer Innennute des Verdichtungsfüllrahmens eingelassen ist und die im aktivierten Zustand in eine an der Verdichtungseinheit angebrachten Profalnute (3.33, 3.34) eindrückbar ist und die sich im nichtaktivierten Zustand durch ihre Elastizität aus der Profalnute (3.33, 3.34) zurückzieht und **dass** die Profalnute (3.33) eine Wulst (3.34) aufweist, womit ein Verschieben der Dichtung (3.32) durch den Verdichtungsdruck in der Formkammer (3.13) vermeidbar ist.

15. Vorrichtung nach Anspruch 6,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Modelleinheit (4.02) einen Grundrahmen (4.08) mit einer Höhe (4.25) aufweist, auf dem mit oder ohne Zwischenrahmen (4.09) ein negatives Modell (4.12) oder bei Einsatz eines Zwischenrahmens (4.09) und einer Modellplatte (4.11) ein positives Modell (4.10) aufsetzbar und über die Zentrier-elemente (4.15, 4.16) zentrierbar ist,

dass die Modellplatte (4.11) bzw. das Modell (4.12) eine umlaufende, aus einem verschleißfesten und gleitfähigen Kunststoff oder Metall bestehende Pastsleiste (4.13) aufweist, die an der Modellplatte (4.11) bzw. am Modell (4.12) spielfrei anliegt und die zur Innenwand des Modellfüllrahmens (4.03) ein geringfügiges, formsandabdichtendes Spiel von mindestens 0,1mm und maximal 0,5mm aufweist, womit ein luftstromdurchlässiger Randschlitz (4.14) gebildet wird, der die üblichen Modellplattendüsen am Formkastenrand der Modellplatte entbehrlich macht,

dass die Oberfläche des Modellfüllrahmens (4.03) mit der Oberfläche des Modells (4.11, 4.12) Niveaugleichheit oder einen Versatz (4.37) von maximal 1 mm aufweist, wenn der Modellfüllrahmen (4.03) auf der Auflagefläche (4.39) aufliegt,

dass der Modellfüllrahmen (4.03) die Dichtungen (4.33, 4.34) aufweist

und **dass** zwischen den Innenwänden des Formkastens (4.01) und des Modellfüllrahmens (4.03) ein geringfügiger Versatz (4.40) besteht, um eine Sandstaukante beim Hochschieben des Formsandes in den Verdichtungsfüllrahmen (3.22) zu vermeiden.

16. Vorrichtung nach den Ansprüchen 6 und 15,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Justierung zwischen Formkasten und Modell über die nicht bewegten Zentrierelemente (4.15, 4.16) mit einem Festsitz (z.B. H7/h6) und weiter über die bewegten Zentrierelemente (4.17, 4.18, 4.20) mit einem engen Gleitsitz (z.B. H7/g6) und (4.21, 4.22) mit einem weiten Gleitsitz (z.B. H7/e8) erfolgt, wodurch die Gesamtabweichung zwischen Formkasten und Modell auf 0,072mm bis 0,178mm bzw. im Mittel auf 0,125mm begrenztbar ist und **dass** die Zentrier- und Führungsstifte (4.17) im unteren Bereich (4.18) eine engtoleriertere Feinzentrierung (z.B. H7/g6) und im oberen Bereich (4.19) eine genaue aber leichtgängige Führung (z.B. H7/e8) aufweisen,

17. Vorrichtung nach Anspruch 6 und 15,

dadurch gekennzeichnet,

dass der Modellfüllrahmen (4.03) einen umlaufenden Flansch (4.29, 4.30) aufweist, der die Auflagefläche (4.39) um das Maß (4.29a, 4.30a) überdeckt und vor Sandablagerungen schützt, wobei der Flansch (4.30) als Laufleiste für den Modellfüllrahmen ausgeführt ist,

dass der umlaufende Flansch (4.29, 4.30) zur Vermeidung von Sandablagerungen ein Schrägdach (4.31) aufweist,

dass der Modellfüllrahmen (4.03) zum Verschmutzungsschutz der Zentrierelemente (4.17, 4.20) abgekapselte Kammern (4.27) aufweist,

dass der Modellfüllrahmen (4.03) zum Verschmutzungsschutz der Tragbolzen (4.23) und der Auflage-scheiben (4.24) abgekapselte Kammern (4.28) aufweist

und **dass** der Grundrahmen (4.08) der Modelleinheit (4.02) und die Hubvorrichtung (2.01) die deckungsgleichen Öffnungen (4.26, 4.26a) zur Abführung des Fluidisierungsstroms und zur Druckluftzuführung für das Expansionspressen aufweisen.

18. Vorrichtung nach Anspruch 6,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Formsandeinfüllvorrichtung (2.14) ein Fahrgestell (2.22) mit den Laufrollen (2.23), ein Förderband (2.20) mit stufenlos verstellbarer Fördergeschwindigkeit, ein Dosiergefäß (2.21) mit mindestens drei Austragschiebern (2.26), einen Sandleit-trichter (2.15) mit mindestens einem Aerator (2.19) und einen Antriebszylinder (2.25) mit stufenlos verstellbarer Fahrgeschwindigkeit aufweist,

dass der Kopfrahmen (1.02) Laufschiene (2.24) aufweist, worauf die Formsandeinfüllvorrichtung (2.14) zwischen den Positionen (2.35) und (2.36) zur schichtweisen Formsandeinfüllung hin und her ver-fahrbar ist,

dass die modellabhängige Formsandmenge bei ei-ner fixen Austragszeit durch die Fördergeschwindig-

keit des Förderbandes (2.20) und durch die Austragshöhen (2.30) bestimmbar ist,

dass der Formsandaustrag (2.30) aus dem Dosiergefäß (2.21) mindestens drei Sektionen (2.18a) und jede Sektion einen Schacht (2.18) im Sandleittrichter (2.15) aufweist,

dass jede Sektion (2.18a) einen am Dosiergefäß (2.21) angebrachten, höhenverstellbaren Austragschieber (2.26, 2.27) aufweist, womit die Austraghöhe (2.30) des Formsandes stufenlos verstellbar ist, **dass** die Austragschieber (2.26) bzw. die Austraghöhen (2.30) zur partiellen Anpassung der Formsandmenge während Fahrbewegung der Formsandeinfüllvorrichtung (2.14) verstellbar sind,

dass die verfahrbare Formsandeinfüllvorrichtung (2.14) einen stationären Sandschutzrahmen (2.11) aufweist, der auf den Formkasten (4.01) auflegbar und für den Formkastentransport (1.08) vom Formkasten abhebbar ist und der das untere Segment (2.16) des Sandleittrichters (2.15) umgibt, womit ein Herauspritzen des Formsandes verhindert wird und **dass** das Dosiergefäß (2.21) der Formsandeinfüllvorrichtung (2.14) von einem stationären Vorratsbunker (2.37) befüllbar ist und das Dosiergefäßes (2.21) Sandsonden zur Füllstandüberwachung aufweist.

19. Vorrichtung nach Anspruch 18,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Antriebe (2.27) für die Austragschieber (2.26) zur automatischen und stufenlosen Einstellung der Austragshöhen (2.30) je ein Wegmeßsystem aufweisen,

dass der Antriebszylinder (2.25) ein Wegmeßsystem aufweist, womit der Fahrweg der Formsandeinfüllvorrichtung (2.14) in Rastern von minimal 1mm bis maximal 50mm je Raster einteilbar ist,

dass jeder Austragschieber (2.26/2) zu jedem Rasterpunkt des Fahrweges der Formsandeinfüllvorrichtung (2.14) eine modellabhängige Austraghöhe (2.30) aufweist,

dass die Austraghöhen (2.30) in Zuordnung zu den Rasterpunkten des Fahrweges von einem, dem jeweiligen Modell zugeordneten Datensatz abrufbar und an die Steuerung der Antriebe (2.27) übertragbar sind,

dass die modellabhängige Fördergeschwindigkeit des Förderbandes (2.20) von einem, dem jeweiligen Modell zugeordneten Datensatz abrufbar und an die Steuerung des Förderbandantriebes übertragbar ist, **dass** die Austraghöhen (2.30) und/oder die Fördergeschwindigkeit des Förderbandes (2.20) eine Relation zur Formsandfeuchtigkeit aufweisen und automatisch daran anpassbar sind

und **dass** die Datensätze zur Optimierung online veränderbar sind

20. Vorrichtung nach Anspruch 18,

dadurch gekennzeichnet,

dass der Sandleittrichter (2.15) zum schichtweisen Formsandeinfüllen einen rechteckigen Innenquerschnitt aufweist, wobei die quer zur Bewegungsrichtung liegende Langseite den Innenbereich des Formkasten (4.01) überdeckt und die in Bewegungsrichtung liegende Kurzseite (2.40) $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{6}$ des Formkasteninnenmaßes aufweist,

dass der Sandleittrichter (2.15) im unteren Bereich zur Einbaumöglichkeit der Aeratoren (2.19) die Segmente (2.16) und (2.17) aufweist, wobei sich die Segmente (2.16) und (2.17) nach unten hin aufweiten, um Sandablagerungskanten auszuschließen,

dass jeder Schacht (2.18) des Sandleittrichters (2.15) eine Verschlussklappe (2.31) mit einer Gummilippe (2.32) aufweist, die an einer durchgehenden Welle (2.33) befestigt sind und von einem Zylinder (2.34) in eine Schließ- und eine Öffnungsstellung bewegbar sind, wobei sich die Verschlussklappe (2.31) beim Stillstand des Förderbandes (2.20) in Schließstellung befindet und mit einer Gummilippe (2.32) gegen das Förderband (2.20) drückbar ist, um ein Abrieseln der Sandböschung auf das Modell und den Formkasten zu verhindern

und **dass** jeder Austragschieber (2.26) ein Kontrollelement (2.28) für den Formsandstrom aufweist, welches aus einer durch Schwerkraft senkrecht aufgehängten Platte besteht und die vom Formsandstrom angehoben wird und einen Sensor (2.29) aktiviert.

21. Vorrichtung nach Anspruch 18,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Innenabmessung des Sandschutzrahmen (2.11) um das Maß (2.10) geringfügig kleiner ist als die Innenabmessung des Formkastens (4.01), um eine Sandablagerungsfläche auf dem Formkasten zu vermeiden,

dass der Sandschutzrahmen (2.11) mittels der Kurzhubzylinder (2.12) für das Formsandeinfüllen auf den Formkasten (4.01) ablegbar ist und für den Formkastentransport (1.08) vom Formkasten abhebbar ist,

dass die Kolbenstangen der Kurzhubzylinder (2.12) eine Kalottenverbindung (2.13) zum Sandschutzrahmen (2.11) aufweisen, um einen mechanischen Zwangsgleichlauf der Kolbenstangen zu vermeiden und **dass** der Sandschutzrahmen (2.11) eine Reinigungsbürste (2.11a) aufweist, womit die Formkastenoberfläche beim Formkastentransport (1.08) gereinigt wird.

22. Vorrichtung nach Anspruch 6,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Modellwechselvorrichtung in der Arbeitsstation (A) eine mit antriebslosen Laufrollen versehene Hubvorrichtung (5.01) und die Arbeitsstation (B) eine mit antriebslosen Laufrollen versehene

- Hubvorrichtung (5.02) aufweist,
dass die Hubvorrichtungen (5.01) und (5.02) jeweils vier Hubzylinder (5.03) mit durchgehender Kolbenstange (5.04) als Führungselement aufweisen,
dass die Modellwechselvorrichtung in der Achse (A) eine angetriebene Rollenbahn (5.09) und in der Achse (B) eine angetriebene Rollenbahn (5.10) aufweist,
dass die Modellwechselvorrichtung zum Übersetzen der Modell/Füllrahmeneinheiten (4.04) von der Achse (B) zur Achse (A) einen auf Laufschienen verfahrenen und mit angetriebenen Laufrollen versehenen Shuttlewagen (5.11) aufweist,
dass die Modellwechselvorrichtung in der Arbeitsstation (A) einen Einzugszylinder (5.06) mit einem ein- und ausschaltbaren Elektromagneten (5.07) aufweist, womit die Modell/Füllrahmeneinheit (4.04) vor Erreichen der antriebslosen Laufrollen der Hubvorrichtung (5.01) erfassbar und in die Endposition einziehbar ist
 und **dass** die Modellwechselvorrichtung in der Arbeitsstation (B) einen Abschubzylinder (5.08) aufweist, womit die Modell/Füllrahmeneinheit (4.04) von den antriebslosen Laufrollen der Hubvorrichtung (5.02) auf die angetriebene Rollenbahn (5.10) ab-schiebbar ist.
23. Vorrichtung nach Anspruch 22,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Hubvorrichtungen (5.01) und (5.02) nur bei angehobenen Hubvorrichtungen (2.01) und (3.01) ohne Modell/Füllrahmeneinheit (4.04) leer und lastfrei anhebbar und absenkbar sind,
dass die Kolbenstangen (5.04) eine Kalottenbefestigung (5.05) mit dem Hubtisch (5.01) bzw. (5.02) aufweisen, um einen Zwangsgleichlauf der Hubzylinder (5.03) zu vermeiden,
dass die Hubzylinder (5.03) mittels Drosselventile auf einen annähernden Gleichlauf einstellbar sind,
24. Vorrichtung nach den Ansprüchen 22 und 23,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Modellwechsel ohne Taktzeitverlängerung während des Formkastentransportes (1.08) durchführbar ist, wobei eine Modell/Füllrahmeneinheit (4.04) von der angetriebenen Rollenbahn (5.09) auf die angehobenen Hubvorrichtung (5.01) der Arbeitsstation (A) einfahrbar ist und gleichzeitig eine Modell/Füllrahmeneinheit (4.04) von der angehobenen Hubvorrichtung (5.02) der Arbeitsstation (B) auf die angetriebene Rollenbahn (5.10) ausfahrbar ist,
dass beim Modellwechsel eine Modell-Füllrahmeneinheit (4.04) mittels Hubvorrichtung (2.01) von den Laufrollen der angehobenen Hubvorrichtung (5.01) abhebbar und eine Modell-Füllrahmeneinheit (4.04) mittels Hubvorrichtung (3.01) auf die Laufrollen der angehobenen Hubvorrichtung (5.02) ablegbar ist,
dass jeweils ein aus der OK-Modell/Füllrahmenein-

heit (4.04) und UK-Modell/Füllrahmeneinheit (4.04) bestehendes Modellpaar in zwei hintereinander folgenden Arbeitstakten bzw. Formkastentransporten (1.08) auswechselbar ist
 und **dass** die OK/UK-Modell/Füllrahmeneinheiten (4.04) für einen späteren Modellwechsel auf den Handlingsplätzen (5.13) umrüstbar sind oder gegen ein anders Paar auf der Parkbahn (5.12) austauschbar sind.

25. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 22 bis 24,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Formmaschinenbetrieb bei einem ständigen Modellwechsel mit zwei Modellpaaren d.h. mit zwei OK-Modell/Füllrahmeneinheiten (4.04) und mit zwei UK-Modell/Füllrahmeneinheiten (4.04) durchführbar ist,
dass der Formmaschinenbetrieb bei einem ständigen Modellwechsel und bei entsprechender der Verlängerung der angetriebenen Rollenbahnen (5.09) und (5.10) mit drei oder mehr Modellpaaren durchführbar ist,
dass beim Formmaschinenbetrieb mit zwei oder mehr Modellpaaren die Modelle an den Handlingsstationen (5.13) ohne Taktzeitverlängerung behandelbar sind z.B. das Setzen von Kühlleisen und/oder exothermen Speisern
 und **dass** bei einem längem Behandlungsbedarf eines Modells oder eines Modellpaares dessen Verweilzeit an den Handlingsplätzen (5.13) dadurch verlängerbar ist, in dem ein Modellpaar ohne Behandlungsbedarf zwei oder mehrere male abgeformt wird und danach das Modellpaar mit längerem Behandlungsbedarf jeweils zu einem einmaligen Abformen in die Formmaschine eingewechselt wird.
26. Vorrichtung nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Formmaschine als Zwillings-Formmaschine mit annähernder Leistungsverdoppelung ausführbar ist, wobei die Arbeitsstation (A) zwei quer zur Formkastentransportrichtung (1.08) verfahrbare Formsandeinfüllvorrichtungen (2.14) und die Arbeitsstation (B) zwei Verdichtungsaggregate (3.14, 3.18) mit je einem Verdichtungsfüllrahmen (3.22) aufweisen,
dass in der Arbeitsstation (A) zugleich ein aus Ober- und Unterkastenmodell bestehendes Modellpaar mit den entsprechenden Formkästen (4.01) zu einer Ober- und Unterkastenformeinheit (4.05) zusammenfügbar und mit Formsand füllbar ist,
dass in der Arbeitsstation (B) zugleich eine Ober- und Unterkastenformeinheit (4.05) verdichtbar und entformbar ist
 und **dass** beim Formkastentransport (1.08) die Formkästen (4.01) um eine Doppelteilung verschiebbar sind.

Claims

1. A method for the production of sand moulds in mould boxes (4.01) inside a moulding machine with mobile filling frames which are able to be placed on the mould boxes, and with an upper and lower box model unit (4.02), in which the upper box moulds (OK) and the lower box moulds (UK) are respectively produced in succession,

with a first workstation (A) which has a lifting device (2.01) for joining together the mould unit consisting of model unit (4.02), mould box (4.01) and filling frame, and an arrangement for the filling, extended over time, of the mould sand into the mould unit, with a second workstation (B) which has a compacting unit (3.14, 3.18) to compact the mould sand and a lifting device (3.01) to press the mould unit against the compacting unit and to separate the model from the compacted mould, in which the operating steps of the two workstations (A) and (B) run chronologically in parallel, with a mould box transportation device (1.04, 1.08), in which the two workstations are arranged lying one behind the other, with a filling frame return arrangement from the second to the first workstation, with two roller conveyor sections (2.03, 3.03) arranged so as to be able to be swung out beneath the mould box transportation device (1.04), on which the model unit (4.02) is entrained by the mould box (4.01) lying on it during the mould box transportation (1.08) from the first to the second workstation, with a roller conveyor (1.05) arranged beneath the mould box transportation device (1.04) and beneath the two roller conveyor sections (2.03, 3.03) which are able to be swung out, for the return (1.09) of the model units (4.02) from the second to the first workstation and with ventilation or aeration nozzles (4.06) arranged in the models,

characterized in that

the filling frame function on the one hand takes place by a compacting filling frame (3.22) which is arranged in a stationary and telescope-like manner on the compacting unit (3.14, 3.18) and is able to be placed by vertical displacement onto the mould box (4.01), and on the other hand by a model filling frame (4.03) which is arranged in a telescope-like manner on each upper and lower box model unit (4.02) and is vertically displaceable,

in the workstation (A), the model filling frame (4.03) is joined together with the mould box (4.01) by means of the lifting device (2.01), and the model unit (4.02) inside the model filling frame (4.03) is moved vertically downwards by means of the lifting device (2.01) by the distance (2.07, 3.07, 4.07), in which together with the mould box (4.01), the mould unit (4.05) is formed with the filling frame (2.39) for the loose
- mould sand, in the workstation (A), the filling frame (2.39) is filled with mould sand, extended over time and in layers, by means of a movable mould sand filling device (2.14), in the workstation (B), the compacting filling frame (3.22) is placed onto the mould box (4.01) of the mould unit (4.05) which is filled with loose mould sand, and the model unit (4.02) is moved upwards by means of the lifting device (3.01) inside the model filling frame (4.03) by the distance (2.07, 3.07, 4.07), in which the displaced loose mould sand is moved into the compacting filling frame (3.22) and the compacting filling frame then undertakes the filling frame function in the subsequent compacting, after the compacting, and with the model roller conveyor (3.03) opened, the lifting table (3.01) is lowered, and after passing through the distance (3.05) with the placement of the mould box (4.01) onto the mould box roller conveyor (1.04), the demoulding begins and additionally the lowering of the model/filling frame unit (4.04), which is pushed together, takes place onto the model roller conveyor (1.05) and the compacting filling frame (3.22), at the same time as the lowering of the model/filling frame unit (4.04), is lifted by a distance (3.09) from the mould box (4.01)
2. The method according to Claim 1, **characterized in that**

the mould sand filling device (2.14), which consists of a conveyor belt (2.20), an apportioning vessel (2.21) with at least three discharge sliders (2.26, 2.27), a sand delivery hopper (2.15) with at least three chutes (2.18, 2.18a) and at least one aerator axis (2.19), is moved to and fro by means of drive cylinder (2.25) between the end positions (2.35) and (2.36), in which the mould sand, when the conveyor belt (2.20) is running, is filled in one or more layers into the filling chamber (2.39) via the narrow discharge width (2.40) of the sand delivery hopper (2.15) and by the travelling motion, for the mould sand filling in layers and extended over time, a time interval is available from the joining together of the model filling frame (4.03) with the mould box (4.01) up to the start of the mould box transportation (1.08), which corresponds to at least 60% of the entire moulding machine cycle time and the available time interval is used as a constant and the quantity of mould sand, dependent on the model, with a constant sand filling time is determined by the speed of the conveyor belt (2.20) and by adjustable discharge levels (2.30), in which the discharge levels (2.30) are adjusted by means of the discharge sliders (2.26, 2.27).
3. The method according to Claim 2, **characterized in that**

the model-dependent quantity of mould sand during the travelling motion of the mould sand filling device (2.14) is partially adapted to the contours of the model by adjusting the discharge levels (2.30) by means of discharge sliders (2.26, 2.27),
the partial adaptation to the contours of the model takes place over at least three sections (2.18a), in which each section has associated with it an adjustable discharge slider (2.26, 2.27) for adjusting the discharge level (2.30) and a corresponding chute (2.18) in the sand delivery hopper (2.15), in which the chutes (2.18), reaching up to the apportioning vessel (2.21) prevent a mixing of the individual streams of mould sand which are adjusted for the partial adaptation,
the drive cylinder (2.25) for the travelling motion of the mould sand filling device (2.14) and the drives (2.27) for the discharge sliders (2.26) for adjusting the discharge level (2.30) are respectively controlled by means of path measuring systems integrated in the drives (2.25, 2.27), in which to determine the partial mould sand quantity, each model is allocated a set of data, in which the data for the discharge levels (2.30) or for the setting of the discharge sliders (2.26, 2.27) are deposited as a function of the path position of the drive cylinder (2.25) and are recalled to control the discharge sliders (2.26, 2.27) during the travelling motion
and the mould sand is directed, for aeration, via at least one aerator (2.19) arranged in the sand delivery hopper (2.15).

4. The method according to Claim 1,

characterized in that

the lifting table (3.01), arranged in the workstation (B), receives the model unit (4.02) with its full lifting speed after the idle stroke (3.21) and thereby accelerates the model unit (4.02) and hence the loosely distributed mould sand in sudden bursts, whereby the mould sand settles and non-homogeneous filling sites are reduced,
the loose mould sand which is moved by means of the lifting device (3.01) and model unit (4.02) in the compacting filling frame (3.22) compresses the air in the mould chamber (3.13) and the compressed air produces a fluidising air stream in the loose mould sand, flowing off via the model plate nozzles (4.06), via the marginal slit (4.14) and subsequently via the openings (4.26, 4.26a), which the mould compacting follows without interruption
and the fluidising air stream is able to be additionally reinforced, in which chronologically parallel to the movement of the mould sand into the compacting filling frame (3.22), in addition compressed air is blown in via the valves (3.36, 3.37) and via the openings (3.27) into the mould chamber (3.13).

5. The method according to any of Claims 1 to 4,

characterized in that

in the workstation (B) all the current compacting methods (*such as, for example, compressed air impulse compacting, normal pressing, air current pressing, expansion pressing, vacuum pressing, model pressing-in from below etc.*) are able to be used in connection with the compacting filling frame (3.22) and the model filling frame (4.03) belonging to the model/filling frame unit (4.04) and in connection with the filling of the mould sand filling device (2.14) with mould sand in layers.

6. A device to carry out the method according to any of Claims 1 to 5 for the production of sand moulds in mould boxes (4.01) inside a moulding machine with mobile filling frames able to be placed on the mould boxes and with an upper and lower box model unit (4.02), in which the upper box moulds (OK) and the lower box moulds (UK) are respectively produced in succession,

with a first workstation (A) which has a lifting device (2.01) for joining together the mould unit consisting of model unit (4.02), mould box (4.01) and filling frame, and a mould sand filling device for filling the mould sand, extended over time, into the mould unit, with a second workstation (B) which has a compacting unit (3.14, 3.18) for compacting the mould sand and a lifting device (3.01) for pressing the mould unit against the compacting unit and for separating the model from the compacted mould,
in which the operating steps of the two workstations (A) and (B) run parallel chronologically,
with a mould box transportation device (1.04, 1.08) in which the two workstations are arranged lying one behind the other,
with a filling frame return arrangement from the second to the first workstation,
with two roller conveyor sections (2.03, 3.03) arranged so as to be able to be swung out beneath the mould box transportation device (1.04), on which the model unit (4.02) is entrained from the mould box (4.01) lying on it during the mould box transportation (1.08) from the first to the second workstation,
with a roller conveyor (1.05) arranged beneath the mould box transportation device (1.04) and beneath the two roller conveyor sections (2.03, 3.03) which are able to be swung out, for the return (1.09) of the model units (4.02) from the second to the first workstation,
with a model changing device for exchanging the model units without extending the cycle time
and with ventilation or aeration nozzles (4.06) arranged in the models,

characterized in that

on the one hand the workstation (B) has a compacting filling frame (3.22) arranged in a stationary manner against the compacting unit (3.14, 3.18) and surrounding the compacting unit in a telescope-like

manner and being vertically displaceable by the distance (3.09), which, to receive the loose mould sand and to form the mould chamber (3.13) is able to be placed by means of a lifting device (3.23, 3.24) onto the mould box (4.01) for the compacting process and which, after the compacting process, is able to be lifted from the mould box again by the distance (3.09),

on the other hand, each upper and lower box model unit (4.02), which respectively consists of a model (4.10, 4.11, 4.12) and a base frame (4.08, 4.09), has a model filling frame (4.03) surrounding the model unit (4.02) in a telescope-like manner and being vertically displaceable with respect to the model unit by a distance (2.07, 3.07, 4.07), on the surface of which the mould box (4.01) is able to be placed and centred, in the workstation (A) the model filling frame (4.03) is able to be joined together with the mould box (4.01) by means of lifting device (2.01) and is able to be displaced by means of lifting device (2.01) with respect to the model unit (4.02) by a distance (2.07, 3.07, 4.07), in which the mould unit (4.05) is formed with the filling chamber (2.39) for the loose mould sand,

the workstation (A) has a movable mould sand filling device (2.14), by which the mould sand is able to be filled, extended over time and in layers, into the filling chamber (2.39),

in the workstation (B) the model unit (4.02) of the mould unit (4.05) filled with loose mould sand is able to be lifted by means of lifting device (3.01) inside the model filling frame (4.03) by the distance (2.07, 3.07, 4.07), and in so doing the displaced loose mould sand is able to be moved into the compacting filling frame (3.22) placed onto the mould box (4.01) and after a further lifting by a distance (3.04, 3.05) the compacting takes place and the roller conveyor (3.03) is opened,

the distance (2.07, 3.07, 4.07) has a mechanical limit on the one hand by the bearing surface (4.39) and on the other hand by the supporting bolts (4.23, 4.24),

the model filling frame (4.03) has the centering elements (4.21, 4.22) for centering the mould boxes (4.01) lying on it, and a running strip (4.30) for transportation on the roller conveyors (2.03, 3.03) and the base frame (4.08) has the centering- and guiding pins (4.17) and the model filling frame (4.03) has the centering- and guiding bushes (4.20), by which the model filling frame (4.03) is precisely guided and centered to the base frame (4.08).

7. The device according to Claim 6,

characterized in that

in the workstation (A) with the roller conveyor (2.03) opened, the model unit (4.02) with the model filling frame (4.03) lying on its bearing surface (4.39) is able to be lifted by means of lifting device (2.01), in which

the mould box (4.01) is received by the model filling frame (4.03) and is lifted by a distance (2.05) from its roller conveyor (1.04), and after which the roller conveyor (2.03) is able to be moved in with a distance (2.04) under the running strip (4.30) of the model filling frame,

after the moving in of the roller conveyor (2.03), the model unit (4.02) is able to be lowered again by means of the lifting device (2.01), in which the model filling frame (4.03) rests with its running strip (4.30) on the closed roller conveyor (2.03) and the mould box (4.01) then has a distance (2.06, 3.06) to its roller conveyor (1.04) and after which the model unit (4.02) drops further up to a distance (2.07, 3.07, 4.07) or up to the mechanical limit (4.23, 4.24) and subsequently the empty lifting device (2.01) falls further into its lower end position

and the lifting device (2.01) has the electromagnets (2.02) which are able to be connected and disconnected, whereby during the lowering of the model unit (4.02) inside the model filling frame (4.03) an adhesion force is able to be produced between the lifting device (2.01) and the model unit (4.02), which brings about a force assisting the inherent weight of the model unit (4.02) for the reliable lowering of the model unit (4.02) inside the model filling frame (4.03).

8. The device according to Claims 6 and 7, **characterized in that**

the lifting device (2.01), with a lower-lying arrangement, has two receiving strips which, on raising of the lifting device (2.01) are able to be moved underneath the running strips (4.30) of the model filling frame (4.03), with which the model filling frame is initially able to be lifted without the model unit (4.2), the model unit (4.02), after reaching the distance (2.07, 3.07, 4.07) from the model filling frame (4.03) is taken up and carried along by means of the supporting bolts (4.23), in which the model filling frame (4.03) and mould box (4.01) are able to be lifted up to a distance (2.04, 2.05)

and after the closing of the roller conveyor (2.03), the model filling frame (4.03) with its running strip (4.30) is able to be deposited onto the roller conveyor (2.03) by lowering of the lifting device (2.01), after which the mould box (4.01) has a distance (2.06) to its roller conveyor (1.04) and the lifting device (2.01) which is now empty is able to be lowered to the lower end position.

9. The device according to Claim 6, **characterized in that**

in the workstation (B), the model filling frame unit (4.04), after the compacting process with the roller conveyor (3.03) opened, is able to be lowered by means of the lifting device (3.01), in which the mould box (4.01) after a short distance (3.05) is able to be placed onto its roller conveyor (1.04) and the slow

demoulding is able to be carried out with subsequent rapid lowering of the model filling frame unit (4.04) up to the lower model roller conveyor (1.05), and the workstation (B), on each side of the mould box transportation device (1.04) has at least one release mechanism (3.12) which, on demoulding, is able to be pressed onto a cross-piece (4.32) of the model filling frame (4.03), whereby in a force fit and in synchronism with the lowering movement of the lifting device (3.01), a force assisting the inherent weight of the model filling frame (4.03) is able to be produced for the reliable separation of the model filling frame (4.03) from the mould box (4.01).

10. The device according to Claims 6 to 9,

characterized in that

the dimension of each individual distance (2.04, 2.05, 2.06, 3.04, 3.06) is at least 1mm and a maximum of 10mm, and the dimension of the distance (3.05) is at least 1mm and a maximum of 15mm.

11. The device according to Claim 10,

characterized in that

the dimension of each individual distance (2.04, 2.06, 3.04, 3.06) is preferably 3mm and the dimension of each individual distance (2.05, 3.05) is preferably 6mm.

12. The device according to Claim 6,

characterized in that

the loose mould sand which is moved into the compacting filling frame (3.22) compresses the air in the mould chamber (3.13) with the closed valves (3.35, 3.36), whereby a fluidising air stream is able to be produced through the loose mould sand, which flows off via the model plate nozzles (4.06) and via the marginal slit (4.14) and via the openings (4.26, 4.26a) to the free atmosphere, the compacting filling frame (3.22) has openings (3.27) and valves (3.36, 3.37), via which the fluidising stream is able to be reinforced by the additional blowing in of compressed air into the mould chamber (3.13) and the mould chamber (3.13) is able to be relieved of pressure via the openings (3.27) and via the valve (3.35).

13. The device according to Claim 6,

characterized in that

the compacting filling frame (3.22) has the guide rods (3.23) and drive cylinder (3.24) arranged on the compacting unit (3.14, 3.18) or on the head frame (1.02), the compacting filling frame (3.22) for compacting the mould chamber (3.13) has seals (3.28, 3.29, 3.32), the compacting filling frame (3.22) has an encircling rim surface (3.25) which is able to be pressed onto the seal (3.29) and in which, in addition, the seal

(3.29) is able to be pressed by the compacting pressure in the mould chamber (3.13) against the rim surface (3.25)

and the compacting filling frame (3.22) has a staggering (3.10) with respect to the mould box (4.01), in order to avoid a sand accumulation edge during compacting.

14. The device according to Claims 6 and 13,

characterized in that

the compacting filling frame (3.22) has, as an alternative, a seal (3.32) which is able to be activated by compressed air, which is sunken into an internal groove of the compacting filling frame and which, in the activated state, is able to be pressed into a profile groove (3.33, 3.34) arranged on the compacting unit, and which, in the non-activated state, draws back out from the profile groove (3.33, 3.34) by its elasticity and the profile groove (3.33) has a bead (3.34), by which a displacement of the seal (3.32) by the compacting pressure in the mould chamber (3.13) is able to be avoided.

15. The device according to Claim 6,

characterized in that

the model unit (4.02) has a base frame (4.08) with a height (4.25), on which, with or without an intermediate frame (4.09), a negative model (4.12) or, with the use of an intermediate frame (4.09) and a model plate (4.11), a positive model (4.10) is able to be placed, and is able to be centered via the centering elements (4.15, 4.16), the model plate (4.11) or the model (4.12) has an encircling fitting strip (4.13) consisting of a wear-resistant and slidable plastic or metal, which lies free of play against the model plate (4.11) or against the model (4.12) and which has a slight play, sealing mould sand, of at least 0.1mm and a maximum of 0.5mm to the inner wall of the model filling frame (4.03), whereby a marginal slit (4.14) is formed which is penetrable by air current, and which makes the usual model plate nozzles on the mould box edge of the model plate superfluous, the surface of the model filling frame (4.03) has the same level or a staggering (4.37) of a maximum of 1mm with the surface of the model (4.11, 4.12), when the model filling frame (4.03) rests on the bearing surface (4.39), the model filling frame (4.03) has the seals (4.33, 4.34) and between the inner walls of the mould box (4.01) and of the model filling frame (4.03) a slight staggering (4.04) exists, in order to avoid a sand accumulation edge when pushing up the mould sand into the compacting filling frame (3.22).

16. The device according to Claims 6 and 15,

characterized in that

the adjustment between the mould box and model takes place by means of the non-moving centering elements (4.15, 4.16) with a tight fit (*e.g.* H7/h6) and in addition by means of the moving centering elements (4.17, 4.18, 4.20) with a close sliding fit (*e.g.* H7/g6) and (4.21, 4.22) with a wide sliding fit (*e.g.* H7/e8) whereby the overall deviation between mould box and model is able to be limited to 0.072mm to 0.178mm or on average to 0.125mm, and the centering- and guide pins (4.17) in the lower region (4.18) have a closely tolerated fine centering (*e.g.* H7/g6) and in the upper region (4.19) a precise but easy-action guide (*e.g.* H7/e8).

17. The device according to Claim 6 and 15, **characterized in that** the model filling frame (4.03) has an encircling flange (4.29, 4.30) which overlaps the bearing surface (4.39) by the extent (4.29a, 4.30a) and protects from sand deposits, in which the flange (4.30) is constructed as a running strip for the model filling frame, the encircling flange (4.29, 4.30) has a sloping covering (4.31) to avoid sand deposits, the model filling frame (4.03) has closed-off chambers (4.27) to protect the centering elements (4.17, 4.20) from contamination, the model filling frame (4.03) has closed-off chambers (4.28) to protect the supporting bolts (4.23) and the spacers (4.24) from contamination and the base frame (4.08) of the model unit (4.02) and the lifting device (2.01) have the congruent openings (4.26, 4.26a) for the removal of the fluidising stream and for the supply of compressed air for the expansion pressure.
18. The device according to Claim 6, **characterized in that** the mould sand filling device (2.14) has a chassis (2.22) with the runners (2.23), a conveyor belt (2.20) with a continuously adjustable conveying speed, an apportioning vessel (2.21) with at least three discharge sliders (2.26), a sand delivery hopper (2.15) with at least one aerator (2.19) and a drive cylinder (2.25) with continuously adjustable travelling speed, the head frame (1.02) has tracks (2.24) on which the mould sand filling device (2.14) is able to be moved to and fro between the positions (2.35) and (2.36) for mould sand filling in layers, the model-dependent quantity of mould sand is able to be determined with a fixed discharge time by the conveying speed of the conveyor belt (2.20) and by the discharge levels (2.30), the mould sand discharge (2.30) from the apportioning vessel (2.21) has at least three sections (2.18a) and each section has a chute (2.18) in the sand delivery hopper (2.15), each section (2.18a) has a vertically adjustable discharge slider (2.26, 2.27) arranged on the apportion-

ing vessel (2.21), whereby the discharge level (2.30) of the mould sand is continuously adjustable, the discharge sliders (2.26) or the discharge levels (2.30) are adjustable for the partial adaptation of the mould sand quantity during the travelling motion of the mould sand filling device (2.14), the movable mould sand filling device (2.14) has a stationary sand protection frame (2.11) which is able to be placed onto the mould box (4.01) and is able to be lifted from the mould box for the mould box transportation (1.08), and which surrounds the lower segment (2.16) of the sand delivery hopper (2.15), whereby the mould sand is prevented from spraying out and the apportioning vessel (2.21) of the mould sand filling device (2.14) is able to be filled from a stationary storage bunker (2.37) and the apportioning vessel (2.21) has sand probes to monitor the filling level.

19. The device according to Claim 18, **characterized in that** the drives (2.27) for the discharge sliders (2.26) each have a path measuring system for the automatic and continuous adjustment of the discharge levels (2.30), the drive cylinder (2.25) has a path measuring system, whereby the path of the mould sand filling device (2.14) is able to be divided into grids of a minimum of 1mm and a maximum of 50mm per grid, each discharge slider (2.26) has a model-dependent discharge level (2.30) for each grid point of the path of the mould sand filling device (2.14), the discharge levels (2.30) in association with the grid points of the path are able to be recalled from a set of data associated with the respective model and are able to be passed on to the control of the drives (2.27), the model-dependent conveying speed of the conveyor belt (2.20) is able to be recalled from a set of data associated with the respective model and is able to be passed on to the control of the conveyor belt drive, the discharge levels (2.30) and/or the conveying speed of the conveyor belt (2.20) have a relation to the mould sand humidity and are able to be adapted automatically thereto and the sets of data are able to be altered online for optimization.
20. The device according to Claim 18, **characterized in that** the sand delivery hopper (2.15) has a rectangular internal cross-section for mould sand filling in layers, in which the longitudinal side lying transversely to the direction of movement overlaps the internal region of the mould box (4.01) and the short side (2.40) lying in the direction of movement has 1/3 to 1/6 the internal dimension of the mould box,

the sand delivery hopper (2.15) has, in the lower region, the segments (2.16) and (2.17) for the possibility of installation of the aerators (2.19), in which the segments (2.16) and (2.17) widen towards the bottom, in order to preclude sand deposit edges, each chute (2.18) of the sand delivery hopper (2.15) has a closure flap (2.31) with a rubber lip (2.32), which are fastened to a continuous shaft (2.33) and are movable by a cylinder (2.34) into a closing and opening position, in which the closure flap (2.31) is in the closed position when the conveyor belt (2.20) is stationary, and is able to be pressed by a rubber lip (2.32) against the conveyor belt (2.20) in order to prevent the sand bank from trickling down onto the model and the mould box and each discharge slider (2.26) has a control element (2.28) for the mould sand stream, which consists of a plate suspended vertically by gravity and which is lifted from the mould sand stream and activates a sensor (2.29).

21. The device according to Claim 18,

characterized in that

the internal dimension of the sand protection frame (2.11) is slightly smaller by the extent (2.10) than the internal dimension of the mould box (4.01), in order to avoid a sand deposit surface on the mould box, the sand protection frame (2.11) is able to be deposited by means of the short stroke cylinder (2.12) for mould sand filling onto the mould box (4.01) and is able to be lifted from the mould box for the mould box transportation (1.08), the piston rods of the short stroke cylinders (2.12) have a cap-type connection (2.13) to the sand protection frame (2.11), in order to avoid a mechanical positive synchronism of the piston rods and the sand protection frame (2.11) has a cleaning brush (2.11a), with which the mould box surface is cleaned during mould box transportation (1.08).

22. The device according to Claim 6,

characterized in that

the model changing device in the workstation (A) has a lifting device (5.01) provided with drive-free runners, and the workstation (B) has a lifting device (5.02) provided with drive-free runners, the lifting devices (5.01) and (5.02) have respectively four lifting cylinders (5.03) with a continuous piston rod (5.04) as guide element, the model changing device in axis (A) has a driven roller conveyor (5.09) and in axis (B) a driven roller conveyor (5.10), the model changing device for transferring the model/filling frame units (4.04) from axis (A) to axis (B) has a shuttle carriage (5.11) which is movable on tracks and is provided with driven runners, the model changing device in the workstation (A) has a draw-in cylinder (5.06) with an electromagnet

(5.07) which is able to be connected and disconnected, whereby the model/filling frame unit (4.04) is able to be picked up and drawn into the end position before reaching the drive-free runners of the lifting device (5.01)

and the model changing device in the workstation (B) has an evacuation cylinder (5.08), whereby the model/filling frame unit (4.04) is able to be evacuated from the drive-free runners of the lifting device (5.02) onto the driven roller conveyor (5.10).

23. The device according to Claim 22,
characterized in that

the lifting devices (5.01) and (5.02) are only able to be lifted and lowered empty and free of load when the lifting devices (2.01) and (3.01) are lifted without model/filling frame unit (4.04), the piston rods (5.04) have a cap-type fastening (5.05) with the lifting table (5.01) or (5.02), in order to avoid a positive synchronism of the lifting cylinders (5.03), and the lifting cylinders (5.03) are able to be adjusted to an approximate synchronism by means of throttle valves.

24. The device according to Claims 22 and 23,
characterized in that

the model changing is able to take place without extending the cycle time during the mould box transportation (1.08), in which a model/filling frame unit (4.04) is able to be moved in from the driven roller conveyor (5.09) onto the raised lifting device (5.01) of the workstation (A) and at the same time a model/filling frame unit (4.04) is able to be moved out from the raised lifting device (5.02) of the workstation (B) onto the driven roller conveyor (5.10), on model changing, a model filling frame unit (4.04) is able to be lifted by means of the lifting device (2.01) from the runners of the raised lifting device (5.01) and a model filling frame unit (4.04) is able to be deposited by means of the lifting device (3.01) onto the runners of the raised lifting device (5.02), in each case a model pair consisting of the OK model/filling frame unit (4.04) and UK model/filling frame unit (4.04) is able to be exchanged in two successive working cycles or mould box transportations (1.08) and the OK/UK model/filling frame units (4.04) are able to be re-equipped for a later model change on the handling sites (5.13) or are able to be exchanged for another pair on the park track (5.12).

25. The device according to any of Claims 22 to 24,
characterized in that

the moulding machine operation is able to be carried out with a continual model changing with two model pairs i.e. with two OK model/filling frame units (4.04) and with two UK model/filling frame units (4.04), the moulding machine operation is able to be carried out with a continual model changing and with three

or more model pairs with corresponding extension of the driven roller conveyors (5.09) and (5.10), with moulding machine operation with two or more model pairs, the models are able to be handled at the handling stations (5.13) without an extension of the cycle time, e.g. the setting of iron chills and/or exothermic feeders

and with a requirement for longer handling of a model or of a model pair, the period of dwell thereof at the handling sites (5.13) is able to be extended **in that** a model pair without a handling requirement is cast two or more times and thereafter the model pair with a longer handling requirement is respectively exchanged into the moulding machine for a single casting.

26. The device according to Claim 6, characterized in that

the moulding machine is able to be embodied as a twin moulding machine with an approximate doubling of output, in which the workstation (A) has two mould sand filling devices (2.14) which are able to be moved transversely to the mould box transportation direction (1.08), and the workstation (B) has two compacting units (3.14, 3.18) each with a compacting filling frame (3.22),

in the workstation (A) at the same time a model pair consisting of upper and lower box model is able to be joined together with the corresponding mould boxes (4.01) to an upper and lower box mould unit (4.05) and is able to be filled with mould sand, in the workstation (B) at the same time an upper and lower box mould unit (4.05) is able to be compacted and released

and on mould box transportation (1.08), the mould boxes (4.01) are able to be moved by a double division.

Revendications

1. Procédé de fabrication de moules en sable dans des châssis de moule (4.01) au sein d'une machine de moulage, avec des cadres de remplissage susceptibles d'être posés sur le châssis de moule et avec des unités de gabarit inférieur et supérieur (4.02), les moules en châssis supérieurs (OK) et les moules en châssis inférieurs (UK) étant respectivement fabriqués successivement, avec un premier poste de travail (A), comportant un dispositif de levage (2.01) pour l'assemblage de l'unité de moule consistant dans l'unité de gabarit (4.02), dans le châssis de moule (4.01) et dans le cadre de remplissage et avec un dispositif pour le remplissage étalé dans le temps du sable de moulage dans l'unité de moule, avec un deuxième poste de travail (B), comportant une unité de compactage (3.14, 3.18) pour le com-

package du sable de moulage et avec un dispositif de levage (3.01) pour presser l'unité de moule sur l'unité de compactage et pour séparer le gabarit du moule compacté,

les étapes de travail des deux postes de travail (A) et (B) se déroulant en parallèle dans le temps, avec un dispositif de transport de châssis de moule (1.04, 1.08), dans lequel les deux postes de travail sont disposés l'un derrière l'autre,

avec un système de retour du cadre de remplissage, du deuxième poste de travail vers le premier, avec deux parties de transrouleur (2.03, 3.03) disposées de façon à pouvoir pivoter sous le dispositif de transport de châssis de moule (1.04), sur lesquelles, l'unité de gabarit (4.02) est entraînée par le châssis de moule (4.01) reposant sur elle, pendant le transport du châssis de moule (1.08) du premier poste de travail, vers le deuxième poste de travail, avec un transrouleur (1.05) disposé sous le dispositif de transport de châssis de moule (1.04) et sous les deux parties de transrouleur (2.03, 3.03) pivotantes, pour le retour (1.09) des unités de gabarit (4.02) du deuxième poste de travail vers le premier et avec des buses d'aération et de ventilation (4.06) disposées dans les gabarits,

caractérisé en ce que,

la fonction de cadre de remplissage est assurée d'une part par un cadre de remplissage par compactage (3.22) disposé de façon stationnaire et télescopique sur l'unité de compactage (3.14, 3.18) et susceptible d'être monté par déplacement vertical sur le châssis de moule (4.01) et d'autre part par un cadre de remplissage de gabarit (4.03) disposé de façon télescopique sur l'unité de gabarit inférieure et supérieure (4.02) et déplaçable à la verticale,

en ce que, dans le poste de travail (A), le cadre de remplissage de gabarit (4.03) est assemblé avec le châssis de moule (4.01) au moyen du dispositif de levage (2.01) et **en ce que** l'unité de gabarit (4.02) est déplacée au sein du cadre de remplissage de gabarit (4.03), verticalement vers le bas, au moyen du dispositif de levage (2.01), de la valeur de la distance (2.07, 3.07, 4.07), alors qu'en association avec le châssis de moule (4.01), l'unité de moule (4.05) est formée avec l'espace de remplissage (2.39) pour le sable de moulage en vrac,

en ce que dans le poste de travail (A), l'espace de remplissage (2.39) est rempli de sable de moulage, par couches et de façon étalée dans le temps au moyen d'un dispositif mobile de remplissage du sable de moulage (2.14)

en ce que dans le poste de travail (B), le cadre de remplissage par compactage (3.22) est monté sur l'unité de moule (4.05) remplie de sable de moulage en vrac et **en ce que** l'unité de gabarit (4.02) est déplacée vers le haut, au moyen du dispositif de levage (3.01) au sein du cadre de remplissage de gabarit (4.03), de la valeur de la distance (2.07, 3.07,

4.07), alors que le sable de moulage en vrac refoulé est déplacé dans le cadre de remplissage par compactage (3.22) et que le cadre de remplissage par compactage assure alors la fonction de cadre de remplissage, lors du compactage ultérieur,

en ce que, après le compactage et alors que le transrouleur de gabarit (3.03) est ouvert, la table de levage (3.01) s'abaisse, et après avoir traversé la distance (3.05), par montage du châssis de moule (4.01) sur le transrouleur de châssis de moule (1.04), le démoulage commence et que par ailleurs l'abaissement de l'unité rassemblée de moule/unité de cadre de remplissage (4.04) sur le transrouleur de gabarit (1.05) s'effectue,

et **en ce que**, simultanément à l'abaissement de l'unité de cadre de remplissage du gabarit (4.04), le cadre de remplissage par compactage (3.22) est relevé d'une distance (3.09) du châssis de moule (4.01).

2. Procédé selon la revendication 1,

caractérisé en ce que,

le dispositif mobile de remplissage du sable de moulage (2.14) consistant dans une bande de transport (2.20), dans un mesureur (2.21) avec au moins trois registres à tiroir de soutirage (2.26, 2.27), dans une trémie de guidage du sable (2.15) avec au moins trois gaines (2.18, 2.18a) et dans au moins un axe d'aérateur (2.19) est déplacé de part et d'autre au moyen d'un cylindre d'entraînement (2.25) entre les positions finales (2.35) et (2.36), alors que la bande de transport (2.20) est en marche, le sable de moulage étant rempli dans l'espace de remplissage (2.39) sur l'étroite largeur de soutirage (2.40) de la trémie de guidage du sable (2.15) et en une ou en plusieurs couches, en fonction du mouvement de déplacement,

en ce que, pour le remplissage par couches et étalé dans le temps du sable de moulage, on dispose entre l'assemblage du cadre de remplissage de gabarit (4.03) avec le châssis de moule (4.01) et le début du transport du châssis de moule d'un intervalle de temps correspondant à au moins 60 % de la cadence de l'ensemble de la machine de moulage, et **en ce que** l'intervalle de temps disponible est utilisé comme constante, et la quantité de sable de moulage dépendant du gabarit est déterminée avec un temps de remplissage de sable constant par la vitesse de la bande de transport (2.20), les hauteurs de soutirage (2.30) étant ajustées au moyen des registres à tiroir de soutirage (2.26, 2.27).

3. Procédé selon la revendication 2,

caractérisé en ce que,

la quantité de sable de moulage dépendant du gabarit est partiellement adaptée aux contours du gabarit, pendant le mouvement de déplacement du dispositif de remplissage du sable de moulage (2.14),

par ajustage des hauteurs de soutirage (2.30) au moyen de registres à tiroir de soutirage (2.26, 2.27), **en ce que** l'adaptation partielle aux contours du gabarit est effectuée par l'intermédiaire d'au moins trois sections (2.18a), à chaque section étant associé un registre à tiroir de soutirage (2.26, 2.27), pour le réglage de la hauteur de soutirage (2.3) et une gaine (2.18) correspondante dans la trémie de guidage du sable (2.15), alors que les gaines (2.18) arrivant jusqu'au mesureur (2.21) empêchent un mélange des flux de sable de moulage réglés pour l'adaptation partielle,

en ce que le cylindre d'entraînement (2.25) pour le mouvement de déplacement du dispositif de remplissage du sable de moulage (2.14) et les entraînements (2.27) pour les registres à tiroir de soutirage (2.26) pour le réglage de la hauteur de soutirage (2.30) sont commandés chacun par l'intermédiaire de systèmes de capteurs de déplacement intégrés dans les entraînements (2.25, 2.27), alors que pour la détermination de la quantité partielle de sable de moulage, il est associé à chaque gabarit un jeu de données dans lequel sont sauvegardées les données pour les hauteurs de soutirage (2.30) ou pour la position des registres à tiroir de soutirage (2.26, 2.27), en fonction de la position du trajet du cylindre d'entraînement (2.25), qui sont interrogées pour la commande des registres à tiroir de soutirage (2.26, 2.27), pendant le mouvement de déplacement, et **en ce que** pour l'ameublissement, le sable de moulage est dirigé par l'intermédiaire d'au moins un aérateur (2.19) disposé dans la trémie de guidage du sable (2.15).

4. Procédé selon la revendication 1,

caractérisé en ce que,

après la course à vide (3.21), la table de levage (3.01) disposée dans le poste de travail (B) capte l'unité de gabarit (4.02) à pleine vitesse de levée et accélère brusquement de ce fait l'unité de gabarit (4.02) et donc le sable de moulage versé en vrac, ce qui a pour effet de tasser le sable de moulage et de réduire des zones de remplissage non homogènes,

en ce que le sable de moulage en vrac déplacé au moyen du dispositif de levage (3.01) et de l'unité de gabarit (4.02) dans le cadre de remplissage par compactage (3.22) comprime l'air dans la chambre de moulage (3.13) et l'air comprimé créé dans le sable de moulage en vrac un flux d'air de fluidisation circulant par l'intermédiaire des buses de la plaque support de moule (4.06), par l'intermédiaire de l'interstice marginal (4.14) et ensuite par l'intermédiaire des orifices (4.26, 4.26a), à quoi fait suite immédiatement le compactage du moule,

et **en ce que** le flux d'air de fluidisation peut être renforcé en supplément, **en ce que** simultanément au déplacement du sable de moulage dans le cadre

de remplissage par compactage (3.22), de l'air comprimé est encore soufflé dans la chambre de moulage (3.13) par l'intermédiaire des soupapes (3.36, 3.37) et par l'intermédiaire des orifices (3.27).

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4,

caractérisé en ce que,

dans le poste de travail (B), il est possible d'utiliser tous les procédés de compactage courants (comme par exemple le compactage par impulsions d'air comprimé, la compression normale, la compression par flux d'air, la compression par expansion, la compression sous dépression, la compression dans le gabarit par le bas, etc.), en association avec le cadre de remplissage par compactage (3.22), ainsi qu'en association avec le remplissage de sable de moulage par couches du dispositif de remplissage du sable de moulage (2.14).

6. Dispositif pour la réalisation du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, pour la fabrication de moules à sable dans des châssis de moule (4.01) au sein d'une machine de moulage, avec des cadres de remplissage mobiles, susceptibles d'être posés sur les châssis de moule et avec des unités de gabarit (4.02) inférieure et supérieure, les moules en châssis supérieur (OK) et les moules en châssis inférieur (UK) étant chaque fois fabriqués successivement,

avec un premier poste de travail (A), comportant un dispositif de levage (2.01) pour l'assemblage de l'unité de moule consistant dans l'unité de gabarit (4.02), dans le châssis de moule (4.01) et dans le cadre de remplissage et avec un dispositif de remplissage du sable de moulage, pour le remplissage étalé dans le temps du sable de moulage dans l'unité de moule,

avec un deuxième poste de travail (B), comportant une unité de compactage (3.14, 3.18) pour le compactage du sable de moulage et avec un dispositif de levage (3.01), pour presser l'unité de moule sur l'unité de compactage et pour séparer le gabarit du moule compacté,

les étapes de travail des deux postes de travail (A) et (B) se déroulant en parallèle dans le temps, avec un dispositif de transport du châssis de moule (1.04, 1.08), dans lequel les deux postes de travail sont disposés l'un derrière l'autre,

avec un système de retour du cadre de remplissage, du deuxième poste de travail vers le premier, avec deux parties de transrouleur (2.03, 3.03) disposées de façon à pouvoir pivoter sous le dispositif de transport de châssis de moule (1.04), sur lesquelles, l'unité de gabarit (4.02) est entraînée par le châssis de moule (4.01) reposant sur elle, pendant le transport du châssis de moule (1.08) du premier poste de travail, vers le deuxième poste de travail,

avec un transrouleur (1.05) disposé sous le dispositif de transport de châssis de moule (1.04) et sous les deux parties de transrouleur (2.03, 3.03) pivotantes, pour le retour (1.09) des unités de gabarit (4.02) du deuxième poste de travail vers le premier,

avec un dispositif de changement de gabarit, pour changer les unités de gabarits, sans prolonger la cadence,

et avec des buses d'aération et de ventilation (4.06) disposées dans les gabarits,

caractérisé en ce que,

d'une part, le poste de travail (B) comporte un cadre de remplissage par compactage (3.22) disposé de façon stationnaire sur l'unité de compactage (3.14, 3.18) et entourant de façon télescopique l'unité de compactage, tout en étant déplaçable verticalement de la valeur de la distance (3.09), qui peut être monté sur le châssis de moule (4.01) pour le processus de compactage, au moyen d'un dispositif de levage (3.23, 3.24), pour accueillir le sable de moulage en vrac et pour former la chambre de moulage (3.13) et qui après le processus de compactage peut de nouveau être relevé du châssis de moule de la valeur de la distance (3.09),

en ce que d'autre part, chaque unité de gabarit (4.02) inférieure et supérieure, consistant chacune dans un gabarit (2.07, 3.07, 4.07) et dans un cadre de base (2.07, 3.07, 4.07) comporte un cadre de remplissage de gabarit (4.03) entourant de façon télescopique l'unité de gabarit (4.02) et étant déplaçable verticalement par rapport à l'unité de gabarit, de la valeur d'une distance (2.07, 3.07, 4.07), sur la surface duquel le châssis de moule (4.01) est susceptible d'être posé et centré,

en ce que dans le poste de travail (A), le cadre de remplissage de gabarit (4.03) est susceptible d'être assemblé au moyen du dispositif de levage (2.01) avec le châssis de moule (4.01) et déplaçable au moyen du dispositif de levage (2.01) par rapport à l'unité de gabarit (4.02) de la valeur d'une distance (2.07, 3.07, 4.07) l'unité de moule (4.05) étant formée avec l'espace de remplissage (2.39) pour le sable de moulage en vrac,

en ce que le poste de travail (A) comporte un dispositif de remplissage du sable de moulage (2.14), le sable de moulage étant susceptible d'être rempli de façon étalée dans le temps et par couches dans l'espace de remplissage (2.39),

en ce que dans le poste de travail (B), l'unité de gabarit (4.02) de l'unité de moule (4.05) remplie de sable de moulage en vrac peut être relevée au moyen du dispositif de levage (3.01), au sein du cadre de remplissage de gabarit (4.03), de la valeur de la distance (2.07, 3.07, 4.07) et **en ce que**, à cet effet, le sable de moulage en vrac refoulé peut être déplacé dans le cadre de remplissage par compactage (3.22) placé sur le châssis de moule (4.01) et après une élévation supplémentaire de la valeur

d'une distance (3.04, 3.05), le compactage s'effectue et le transrouleur (3.03) s'ouvre,

en ce que la distance (2.07, 3.07, 4.07) présente une limitation mécanique, d'une part par la surface d'appui (4.39) et d'autre part, par les boulons porteurs (4.23, 4.24),

en ce que le cadre de remplissage de gabarit (4.03) comporte les éléments de centrage (4.21, 4.22) pour le centrage des châssis de moule (4.01) reposant sur lui, ainsi qu'une baguette de roulement (4.30) pour le transport sur les transrouleurs (2.03, 3.03) et **en ce que** le cadre de base (4.08) comporte des tiges de centrage et de guidage (4.17) et le cadre de remplissage de gabarit (4.03) comporte les douilles de centrage et de guidage (4.20) permettant le guidage et le centrage précis du cadre de remplissage de gabarit (4.03) par rapport au cadre de base (4.08).

7. Dispositif selon la revendication 6,

caractérisé en ce que

dans le poste de travail (A), alors que le transrouleur (2.03) est ouvert, l'unité de gabarit (4.02) peut être relevée au moyen du dispositif de levage (2.01), avec le cadre de remplissage de gabarit (4.03) reposant sur sa surface d'appui (4.39), alors que le châssis de moule (4.01) est repris par le cadre de remplissage de gabarit (4.03) et relevé de la valeur d'une distance (2.05) de son transrouleur (1.04) et suite à quoi, le transrouleur (2.03) peut s'introduire d'une distance (2.04) sous la baguette de roulement (4.30) du cadre de remplissage de gabarit,

en ce que, après l'introduction du transrouleur (2.03), l'unité de gabarit (4.02) peut de nouveau être abaissée, au moyen du dispositif de levage (2.01), alors que le cadre de remplissage de gabarit (4.03) s'appuie par sa baguette de roulement (4.30) sur le transrouleur (2.03) fermé, et que le châssis de moule (4.01) présente alors par rapport à son transrouleur (1.04) une distance (2.06, 3.06), suite à quoi, l'unité de gabarit (4.02) s'abaisse encore jusqu'à une distance (2.07, 3.07, 4.07) ou jusqu'à la limitation mécanique (4.23, 4.24) et qu'ensuite le dispositif de levage (2.01) vide s'abaisse plus loin dans sa position finale

et **en ce que** le dispositif de levage (2.01) comporte les électroaimants (2.02) susceptibles d'être connectés et déconnectés, au moyen desquels, pendant l'abaissement de l'unité de gabarit (4.02) dans le cadre de remplissage de gabarit (4.03), il peut être créé entre le dispositif de levage (2.01) et l'unité de gabarit (4.02) une force d'adhérence, qui génère une force assistant le propre poids de l'unité de gabarit (4.02) pour l'abaissement en toute sécurité de l'unité de gabarit (4.02) dans le cadre de remplissage de gabarit (4.03).

8. Dispositif selon la revendication 6 et 7,

caractérisé en ce que

en cas de disposition profonde, le dispositif de levage (2.01) comporte deux baguettes de logement, qui lors du levage du dispositif de levage (2.01) est susceptible de s'introduire sous les baguettes de roulement (4.30) du cadre de remplissage de gabarit (4.03), le cadre de remplissage de gabarit pouvant être relevé dans un premier temps sans l'unité de gabarit (4.02),

en ce que, après avoir atteint la distance (2.07, 3.07, 4.07), l'unité de gabarit (4.02) est captée et entraînée par le cadre de remplissage de gabarit (4.03) au moyen des boulons porteurs (4.23), le cadre de remplissage de gabarit (4.03) et le châssis de moule (4.01) pouvant être relevés jusqu'à une distance (2.04, 2.05),

et **en ce que**, après fermeture du transrouleur (2.03), le cadre de remplissage de gabarit (4.03) peut se poser par sa baguette de roulement (4.30) sur le transrouleur (2.03), par abaissement du dispositif de levage (2.01), suite à quoi, le châssis de moule (4.02) présente une distance par rapport à son transrouleur (1.04) et le dispositif de levage (2.01) à présent vide peut être abaissé vers la position finale inférieure.

9. Dispositif selon la revendication 6,

caractérisé en ce que

après le processus de compactage, le transrouleur (3.03) étant ouvert, dans le poste de travail (B), l'unité de cadre de remplissage du gabarit (4.04) peut être abaissée au moyen du dispositif de levage (3.01), le châssis de moule (4.01) pouvant être posé sur son transrouleur (1.04) après une courte distance et le démoulage lent avec abaissement rapide de l'unité de cadre de remplissage du gabarit (4.04) jusqu'au transrouleur inférieur de gabarit (1.05) étant réalisable,

et **en ce que** le poste de travail (B) comporte de chaque côté de la bande de transport du châssis de moule (1.04) un dispositif d'éjection (3.12), qui lors du démoulage peut être appuyé sur une barrette (4.32) du cadre de remplissage de gabarit (4.03), ce qui permet de générer par complémentarité de force et de façon synchrone avec le mouvement d'abaissement du dispositif de levage (3.01), une force assistant le propre poids du cadre de remplissage de gabarit (4.03), pour séparer en toute sécurité le cadre de remplissage de gabarit (4.03) du châssis de moule (4.01).

10. Dispositif selon les revendications 6 à 9,

caractérisé en ce que

la dimension de chaque distance individuelle (2.04, 2.05, 2.06, 3.04, 3.06) est au minimum de 1 mm et au maximum de 10 mm et **en ce que** la dimension de la distance (3.05) est au minimum de 1 mm et au maximum de 15 mm.

11. Dispositif selon la revendication 10,

caractérisé en ce que

la dimension de chaque distance individuelle (2,04, 2,06, 3,04, 3,06) est au minimum de 3 mm et **en ce que** la dimension de chaque distance individuelle (2,05) est de préférence de 6 mm.

12. Dispositif selon la revendication 6,**caractérisé en ce que**

le sable de moulage en vrac déplacé dans le cadre de remplissage par compactage (3.22) comprime l'air dans la chambre de moulage (3.13), alors que les soupapes (3.35, 3.36) sont fermées, ce qui permet de créer un flux d'air de fluidisation à travers le sable de moulage en vrac, qui par l'intermédiaire des buses de plaques gabarits (4.06) et par l'intermédiaire de l'interstice marginal (4.14), ainsi que par l'intermédiaire des orifices (4.26, 4.26a) circule vers l'atmosphère libre,

en ce que le cadre de remplissage par compactage (3.22) comporte des orifices (3.27) et des soupapes (3.36, 3.37) par l'intermédiaire desquels le flux de fluidisation peut être renforcé par soufflage supplémentaire d'air comprimé dans la chambre de moulage (3.13),

et **en ce que** la chambre de moulage (3.13) peut être déchargée en pression par l'intermédiaire des orifices (3.27) et de la soupape (3.35).

13. Dispositif selon la revendication 6,**caractérisé en ce que**

le cadre de remplissage par compactage (3.22) comporte les barres de guidage (3.23) et les cylindres d'entraînement (3.24) disposés sur l'unité de compactage (3.14, 3.18) ou sur le cadre de tête (1.02), **en ce que** le cadre de remplissage par compactage (3.22) comporte des joints (3.28, 3.29, 3.32), pour assurer l'étanchéité de la chambre de moulage (3.13),

en ce que le cadre de remplissage par compactage (3.22) comporte une surface de bordure (3.25) périphérique, qui peut être pressée sur le joint (3.29) et **en ce que** le joint (3.29) pouvant être pressé ensuite contre la surface de bordure (3.25), par la pression de compactage régnant dans la chambre de moulage (3.13)

et **en ce que** le cadre de remplissage par compactage (3.22) comporte par rapport au châssis de moule (4.01) un déport (3.10) pour éviter une arête de refoulement de sable, lors du compactage.

14. Dispositif selon les revendications 6 et 13,**caractérisé en ce que**

en variante, le cadre de remplissage par compactage (3.22) comporte un joint (3.32) activable par air comprimé, qui est introduit dans une rainure intérieure du cadre de remplissage par compactage et qui en position activée peut être pressé dans une rainure profilée (3.33, 3.34) montée sur l'unité de

compactage et qui en position non activée se retire hors de la rainure profilée (3.33, 3.34), sous l'effet de son élasticité,

et **en ce que** la rainure profilée (3.33) comporte un bourrelet (3.34), permettant d'éviter un déplacement du joint (3.32) par la pression de compactage dans la chambre de moulage (3.13).

15. Dispositif selon la revendication 6,**caractérisé en ce que**

l'unité de moule (4.02) comporte un cadre de base (4.08) avec une hauteur (4.25) sur lequel on peut placer, avec ou sans cadre intermédiaire (4.09) un gabarit négatif (4.12) ou si on utilise un cadre intermédiaire (4.09) et une plaque-gabarit (4.11) un gabarit positif (4.10), susceptible d'être centré ensuite par les éléments de centrage (4.15, 4.16),

en ce que la plaque-gabarit (4.11) ou le gabarit (4.12) comporte une baguette d'ajustage (4.13) périphérique, consistant dans une matière plastique ou un métal résistant à l'usure et glissant(e), s'appuyant sans jeu sur la plaque-gabarit (4.11) ou sur le gabarit (4.12) et présentant par rapport à la paroi intérieure du cadre de remplissage de gabarit (4.03) un jeu infime, assurant l'étanchéité du sable de moulage, d'un minimum de 0,1 mm et d'un maximum de 0,5 mm, ce qui a pour effet de former un interstice marginal (4.14) perméable au flux d'air, qui permet de renoncer aux buses de plaque-gabarit usuelles sur le bord du châssis de moule de la plaque-gabarit,

en ce que la surface du cadre de remplissage de gabarit (4.03) présente une égalité de niveau avec la surface du gabarit (4.11, 4.12) ou un déport (4.37) de maximum 1 mm, lorsque le cadre de remplissage de gabarit (4.03) repose sur la surface d'appui (4.39), **en ce que** le cadre de remplissage de gabarit (4.03) comporte les joints (4.33, 4.34)

et **en ce que**, entre les parois intérieures du châssis de moule (4.01) et le cadre de remplissage de gabarit (4.03), il reste un déport (4.40) infime, pour éviter une arête de refoulement du sable lors du déplacement vers le haut du sable de moulage dans le cadre de remplissage par compactage (3.22).

16. Dispositif selon les revendications 6 et 15,**caractérisé en ce que**

l'ajustage entre le châssis de moule et le gabarit s'effectue par l'intermédiaire des éléments de centrage (4.15, 4.16) non déplacés, avec un ajustement serré (*par exemple H7/h6*) et ensuite par l'intermédiaire des éléments de centrage (4.17, 4.18, 4.20) non déplacés, avec un ajustement glissant étroit (*par exemple H7/g6*) et (4.21, 4.22) avec un large ajustement glissant (*par exemple H7/e8*), l'écart total entre le châssis de moule et le gabarit étant limitable à de 0,072 mm à 0,178 mm, en moyenne à 0,125 mm et **en ce que** les tiges de centrage et de guidage (4.17) présentent dans la zone inférieure (4.18) un centra-

ge fin à tolérances étroites (*par exemple H7/g6*) et dans la zone supérieure (4.19) un guidage précis mais libre (*par exemple H7/e8*).

17. Dispositif selon la revendication 6 et 15,

caractérisé en ce que

le cadre de remplissage de gabarit (4.03) comporte une bride périphérique (4.29, 4.30) recouvrant la surface d'appui (4.39) de la dimension (4.29a, 4.30a) et la protégeant contre des dépôts de sable, la bride (4.30) étant réalisée sous forme d'une baguette de roulement pour le cadre de remplissage de gabarit, **en ce que**, pour éviter des dépôts de sable, la bride périphérique (4.29, 4.30) comporte un toit en pente (4.31),

en ce que, pour protéger les éléments de centrage (4.17, 4.20) contre les salissures, le cadre de remplissage de gabarit (4.03) comporte des chambres blindées (4.27),

en ce que, pour protéger les boulons porteurs (4.23) et les disques d'appui (4.24) contre les salissures, le cadre de remplissage de gabarit (4.03) comporte des chambres blindées (4.28),

et **en ce que** le cadre de base (4.08) de l'unité de gabarit (4.02) et le dispositif de levage (2.01) présentent les orifices (4.26, 4.26a) coïncidents, pour évacuer le flux de fluidisation et pour l'alimentation d'air comprimé pour la compression par expansion.

18. Dispositif selon la revendication 6, **caractérisé en ce que**

le dispositif de remplissage du sable de moulage (2.14) comporte un châssis (2.22) avec les galets de roulement (2.23), une bande de transport (2.20) à vitesse de transport à réglage en continu, un mesureur (2.21) avec au moins trois registres à tiroir de soutirage (2.26, 2.27), une trémie de guidage du sable (2.15), avec au moins un aérateur (2.19), et un cylindre d'entraînement (2.25) à vitesse de déplacement à réglage en continu,

en ce que le cadre de tête (1.02) comporte des glissières (2.24) sur lesquelles le dispositif de remplissage du sable de moulage (2.14) est déplaçable de part et d'autre entre les positions (2.35) et (2.36), pour le remplissage de sable par couches,

en ce que la quantité de sable dépendant du gabarit est définissable, sur un temps de soutirage fixe par la vitesse de transport de la bande de transport (2.20) et par les hauteurs de soutirage (2.30),

en ce que le soutirage (2.30) de sable de moulage hors du mesureur (2.21) comporte au moins trois sections (2.18a) et **en ce que** chaque section présente une gaine (2.18) dans la trémie de guidage du sable (2.15),

en ce que chaque section (2.18a) comporte un registre à tiroir de soutirage (2.26, 2.27) monté sur le mesureur (2.21), permettant de régler en continu la hauteur de soutirage (2.30) du sable de moulage,

en ce que le registre à tiroir de soutirage (2.26, 2.27) ou les hauteurs de soutirage (2.30) sont réglables, pour l'adaptation partielle de la quantité de sable de moulage pendant le mouvement de déplacement du dispositif de remplissage du sable de moulage (2.14),

en ce que le dispositif de remplissage du sable de moulage (2.14) déplaçable comporte un cadre protecteur de sable (2.11) qui peut se poser sur le châssis de moule (4.01) et se relever pour la transport du châssis de moule (1.08) et qui entoure le segment inférieur (2.16) de la trémie de guidage du sable (2.15), ce qui évite une projection du sable de moulage vers l'extérieur,

et **en ce que** le mesureur (2.21) du dispositif de remplissage du sable de moulage (2.14) peut être rempli par une trémie d'approvisionnement (2.37) et **en ce que** le mesureur (2.21) comporte des sondes de sable pour la surveillance du niveau de remplissage.

19. Dispositif selon la revendication 18,

caractérisé en ce que

chacun des entraînements (2.27) pour les registres à tiroir de soutirage (2.26) comporte un système de capteur de déplacement, pour le réglage automatique et continu des hauteurs de soutirage (2.30),

en ce que le cylindre d'entraînement (2.25) comporte un système de capteur de déplacement, permettant de diviser la trajectoire du dispositif de remplissage du sable de moulage (2.14) en trames d'un minimum de 1 mm jusqu'à un maximum de 50 mm, **en ce que** chaque registre à tiroir de soutirage (2.26) comporte pour chaque point de trame de la trajectoire du dispositif de remplissage du sable de moulage (2.14) une hauteur de soutirage (2.30) dépendant du gabarit,

en ce que pour l'association aux points de la trame de la trajectoire, les hauteurs de soutirage (2.30) sont interrogeables dans un jeu de données associé au gabarit concerné et transmissibles au système de commande des entraînements (2.27),

en ce que la vitesse de transport dépendant du gabarit de la bande de transport (2.20) est interrogeable par un jeu de données, associé au gabarit concerné et transmissible au système de commande de l'entraînement par bande de transport,

en ce que les hauteurs de soutirage (2.30) et/ou la vitesse de transport de la bande de transport (2.20) présentent une relation par rapport à l'humidité du sable et sont automatiquement adaptables à cette dernière,

et **en ce que** les jeux de données sont modifiables pour l'optimisation on-line.

20. Dispositif selon la revendication 18,

caractérisé en ce que

la trémie de guidage du sable (2.15) présente une section transversale intérieure rectangulaire, pour le

remplissage par couches de sable de moulage, le côté long situé à la transversale du sens de déplacement recouvrant la zone intérieure du châssis de moule (4.01) et le côté court (2.40) présentant 1/3 à 1/6 de la dimension intérieure du châssis de moule, **en ce que** dans la zone inférieure, la trémie de guidage du sable (2.15) comporte pour la possibilité d'encastrement des aérateurs (2.19) les segments (2.16) et (2.17), les segments (2.16) et (2.17) s'évasant vers le bas, pour exclure des arêtes de dépôt du sable,

en ce que chaque gaine (2.18) de la trémie de guidage du sable (2.15) comporte un volet de fermeture (2.31) avec une lèvre en caoutchouc (2.32), qui est fixé sur un arbre traversant (2.33) et qui est déplaçable par un cylindre (2.34) dans une position de fermeture et dans une position d'ouverture, le volet de fermeture (2.31) étant en position de fermeture, à l'arrêt de la bande de transport (2.20) et pouvant être pressé par une lèvre en caoutchouc (2.32) contre la bande de transport (2.20), pour éviter un épannage du talus de sable sur le gabarit et sur le châssis de moule,

et **en ce que** chaque registre à tiroir de soutirage (2.26) comporte un élément de contrôle (2.28) pour le flux de sable de moulage, consistant dans une plaque accrochée à la verticale par force de gravité et qui se relève sous l'effet du flux de sable de moulage et active un capteur (2.29).

21. Dispositif selon la revendication 18,

caractérisé en ce que

la dimension intérieure du cadre de protection contre le sable (2.11) est légèrement inférieure de la valeur de la dimension (2.10) à la dimension intérieure du châssis de moule (4.01), pour éviter une surface de dépôt de sable sur le châssis de moule,

en ce que le cadre de protection contre le sable (2.11) peut se déposer sur le châssis de moule (4.01) au moyen des cylindres à faible levée (2.12), pour le remplissage de sable de moulage et peut se relever du châssis de moule pour le transport du châssis de moule (1.08),

en ce que les tiges de pistons des cylindres à faible levée (2.12) comportent un assemblage par calottes (2.13) sur le cadre de protection contre le sable (2.11), pour éviter un synchronisme mécanique forcé des tiges de pistons,

et **en ce que** le cadre de protection contre le sable (2.11) comporte une brosse de nettoyage (2.11.a) avec laquelle la surface du châssis de moule est nettoyée lors du transport du châssis de moule (1.08).

22. Dispositif selon la revendication 6,

caractérisé en ce que

le dispositif de changement de gabarit dans le poste de travail (A) comporte un dispositif de levage (5.01)

muni de galets de roulement non entraînés et **en ce que** le poste de travail (B) comporte un dispositif de levage (5.02) muni de galets de roulement non entraînés,

en ce que les dispositifs de levage (5.01) et (5.02) comportent chacun quatre cylindres de levage (5.03), avec tige de piston continue (5.04) en tant qu'élément de guidage,

en ce que le dispositif de changement de gabarit présente dans l'axe (A) un transrouleur (5.09) entraîné et dans l'axe (B) un transrouleur entraîné (5.10),

en ce que pour le transfert des unités de cadre de remplissage du gabarit (4.04) de l'axe (B) vers l'axe (A), le dispositif de changement de gabarit comporte un chariot navette (5.11) déplaçable sur des glissières et muni de galets de roulement entraînés,

en ce que dans le poste de travail (A), le dispositif de changement de gabarit comporte un cylindre d'escamotage (5.06) avec un électroaimant susceptible d'être connecté et déconnecté (5.07), permettant de capter l'unité de cadre de remplissage du gabarit (4.04) avant l'atteinte des galets de roulement non entraînés du dispositif de levage (5.01) et de la rentrer dans la position finale,

et **en ce que** dans le poste de travail (B), le dispositif de changement de gabarit comporte un cylindre de poussée (5.08), permettant de pousser l'unité de cadre de remplissage du gabarit (4.04) des galets de roulement non entraînés du dispositif de levage (5.02) sur le transrouleur (5.10).

23. Dispositif selon la revendication 22,

caractérisé en ce que

les dispositifs de levage (5.01) et (5.02) ne peuvent être relevés et abaissés à vide et sans charge, sans l'unité de cadre de remplissage du gabarit (4.04), que lorsque les dispositifs de levage (2.01) et (3.01) sont relevés,

en ce que les tiges de pistons (5.04) comportent une fixation par calottes (5.05) avec la table de levage (5.01) ou (5.02), pour éviter un synchronisme mécanique forcé des cylindres de levage (5.03),

et **en ce que** les cylindres de levage (5.03) sont réglables à un synchronisme approximatif, au moyen de soupapes d'étranglement.

24. Dispositif selon les revendications 22 et 23,

caractérisé en ce que

le changement de gabarit est réalisable sans prolonger la cadence, pendant le transport du châssis de moule (1.08), une unité de cadre de remplissage du gabarit (4.04) pouvant être introduite du transrouleur entraîné (5.09) sur le dispositif de levage (5.01) relevé du poste de travail (A) et simultanément une unité de cadre de remplissage du gabarit (4.04) pouvant être sortie du dispositif de levage relevé (5.02), du poste de travail (B) sur le transrouleur entraîné

(5.10),

en ce que lors du changement de gabarit, une unité de cadre de remplissage du gabarit (4.04) peut être relevée au moyen du dispositif de levage (2.01) des transrouleurs du dispositif de levage relevé (5.01) et une unité de cadre de remplissage du gabarit (4.04) peut être posée au moyen du dispositif de levage (3.01) sur les transrouleurs du dispositif de levage relevé (5.02),

en ce que chaque fois, une paire de gabarits consistant dans l'unité de cadre de remplissage du gabarit supérieure OK (4.04) et dans l'unité de cadre de remplissage du gabarit inférieure UK (4.04) est interchangeable dans deux cycles de travail ou transports de châssis de moule (1.08) successifs, et **en ce que**, pour un changement de gabarit ultérieur, les unités de cadre de remplissage du gabarit OK/UK (4.04) sont susceptibles d'être rééquipées sur les aires de manipulation (5.13) ou d'être remplacées contre une autre paire, sur la voie de garage (5.12).

25. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 22 à 24,

caractérisé en ce que le fonctionnement de la machine de moulage est réalisable avec un changement de gabarit continu avec deux paires de gabarits, c'est à dire avec deux unités de cadre de remplissage du gabarit OK (4.04) et avec deux unités de cadre de remplissage du gabarit UK (4.04),

en ce que le fonctionnement de la machine de moulage est réalisable avec un changement de gabarit continu et dans le cas d'un prolongement correspondant des transrouleurs entraînés (5.09) et (5.10) avec trois paire de gabarits ou plus,

en ce que lors d'un fonctionnement de la machine de moulage avec deux paires de gabarits, les gabarits peuvent être traités dans les postes de manipulation (5.13) sans prolonger la cadence, par exemple par pose de fers de refroidissement et/ou d'aliments exothermes,

et **en ce que** si le traitement nécessaire d'un gabarit ou d'une paire de gabarits est plus long, son temps de séjour sur les aires de manipulation (5.13) peut être prolongé **en ce qu'**une paire de gabarits ne nécessitant aucun traitement sera démoulée deux fois ou plus et **en ce que** par la suite, la paire de gabarits nécessitant un traitement plus long sera changée chaque fois dans la machine de moulage, pour un démoulage unique.

26. Dispositif selon la revendication 6,

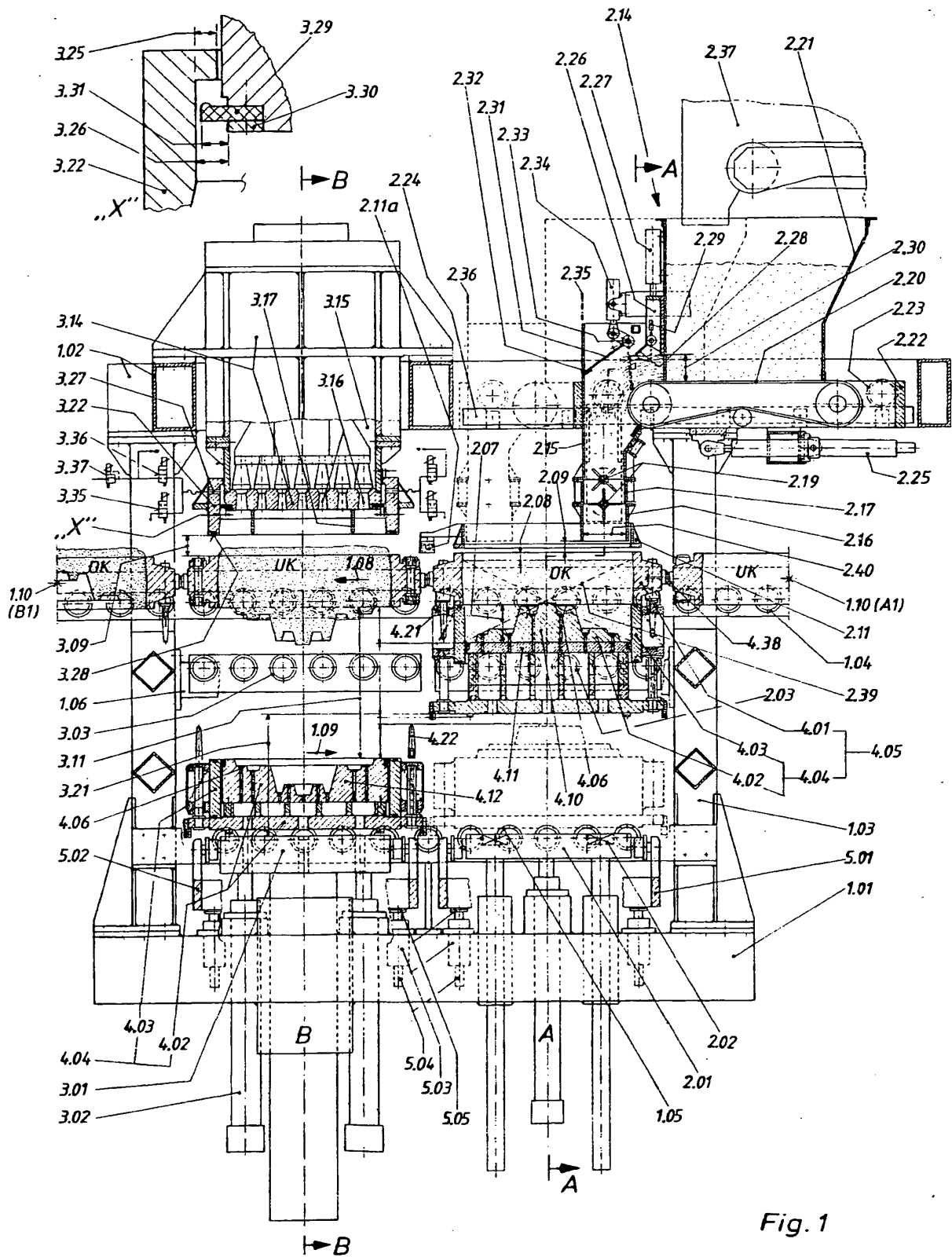
caractérisé en ce que la machine de moulage est réalisable sous la forme d'une machine de moulage jumelée avec une performance approximativement doublée, le poste de travail (A) comportant deux dispositifs de remplissa-

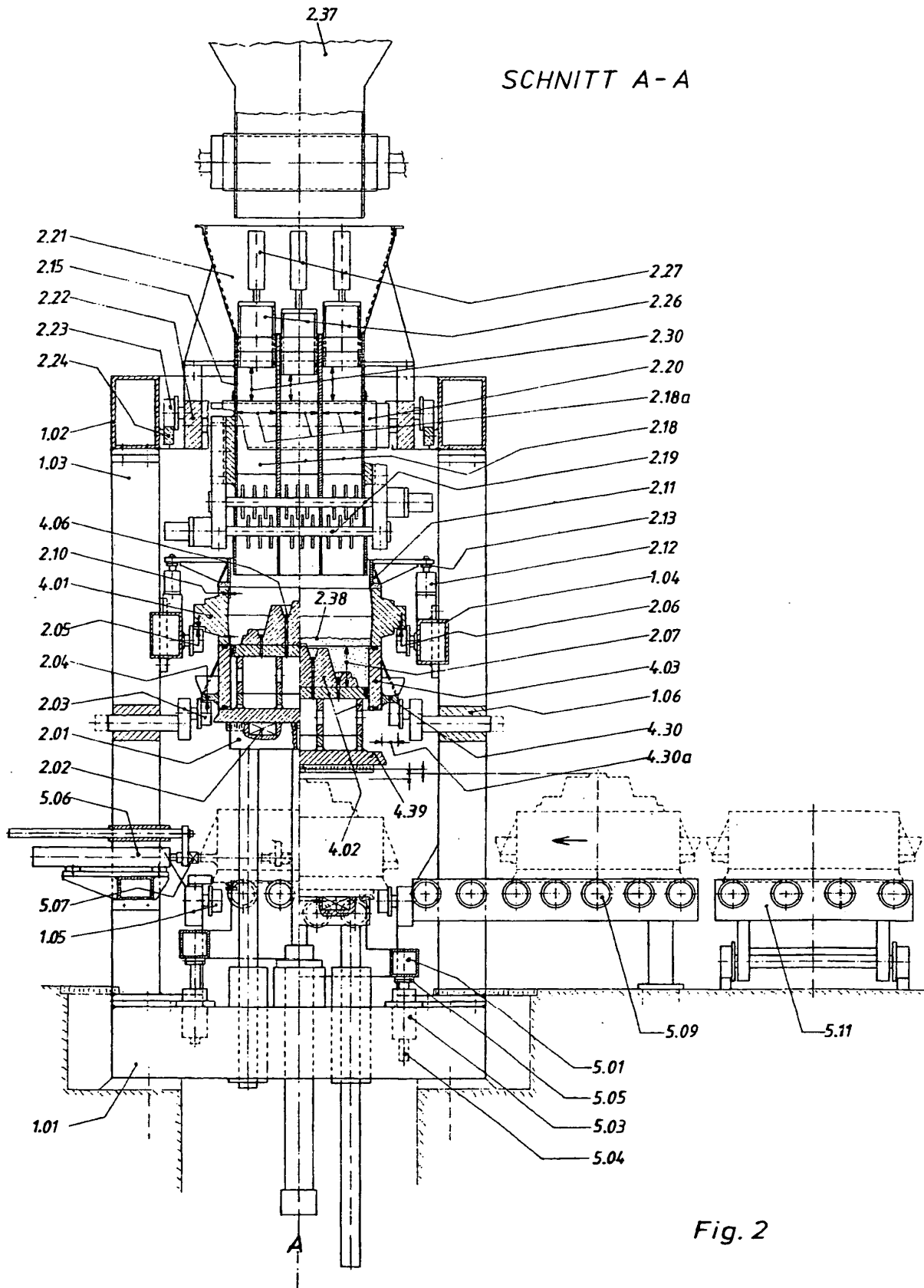
ge du sable de moulage (2.14) déplaçables à la transversale du dispositif de transport des châssis de moule (1.08) et le poste de travail (B) comportant deux agrégats de compactage (3.14, 3.18), avec chacun un cadre de remplissage par compactage (3.22),

en ce que dans le poste de travail (A), une paire de gabarits consistant simultanément dans un gabarit à châssis supérieur et à châssis inférieur est susceptible d'être assemblée avec les châssis de moule (4.01) correspondants, en une unité de moule supérieure et inférieure (4.05) et d'être remplie de sable de moulage,

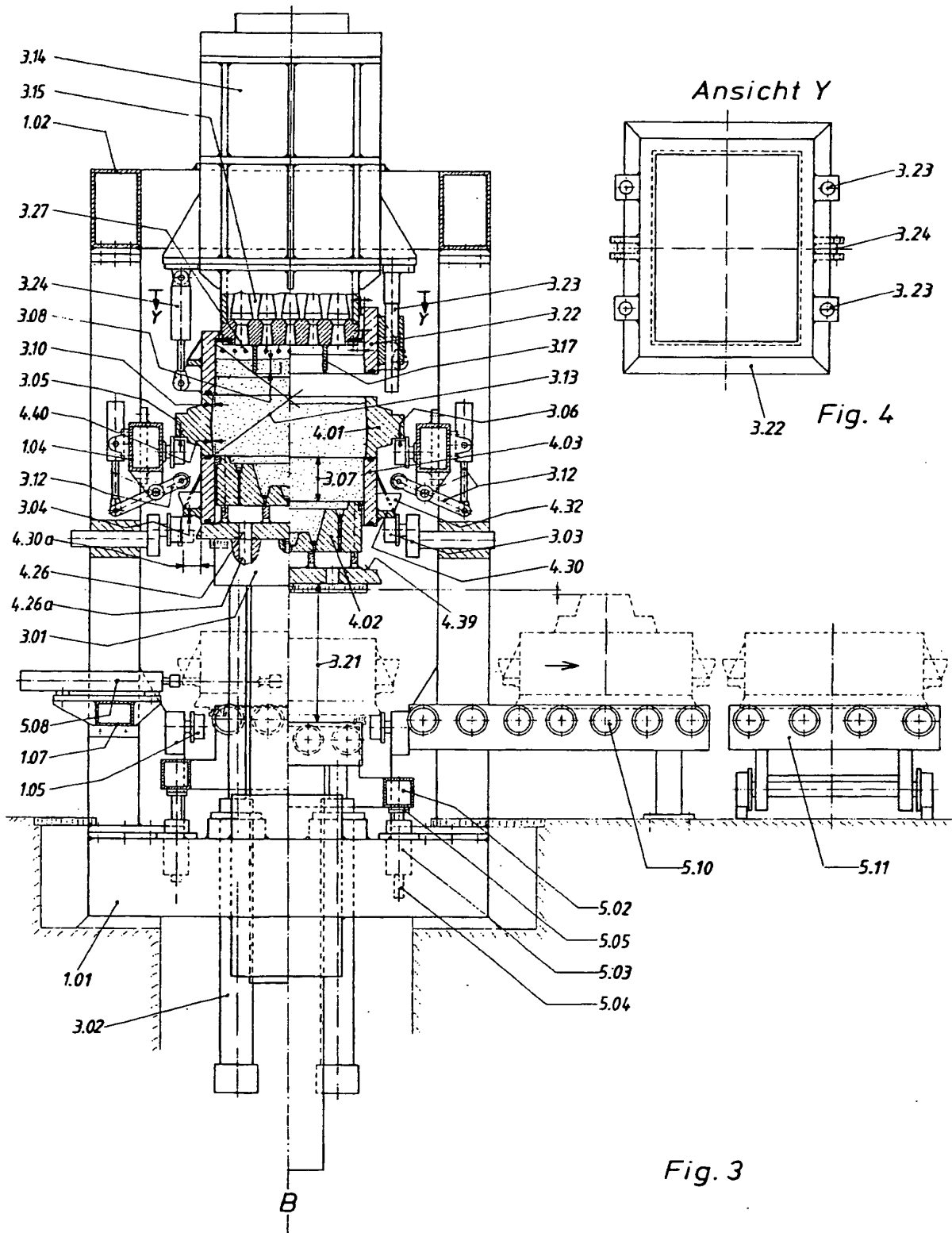
en ce que dans le poste de travail (B), une unité de moule supérieure et inférieure (4.05) peut être simultanément compactée et démoulée,

et **en ce que** lors du transport des châssis de moule (1.08), les châssis de moule (4.01) sont déplaçables de la valeur d'un double pas.





SCHNITT B-B



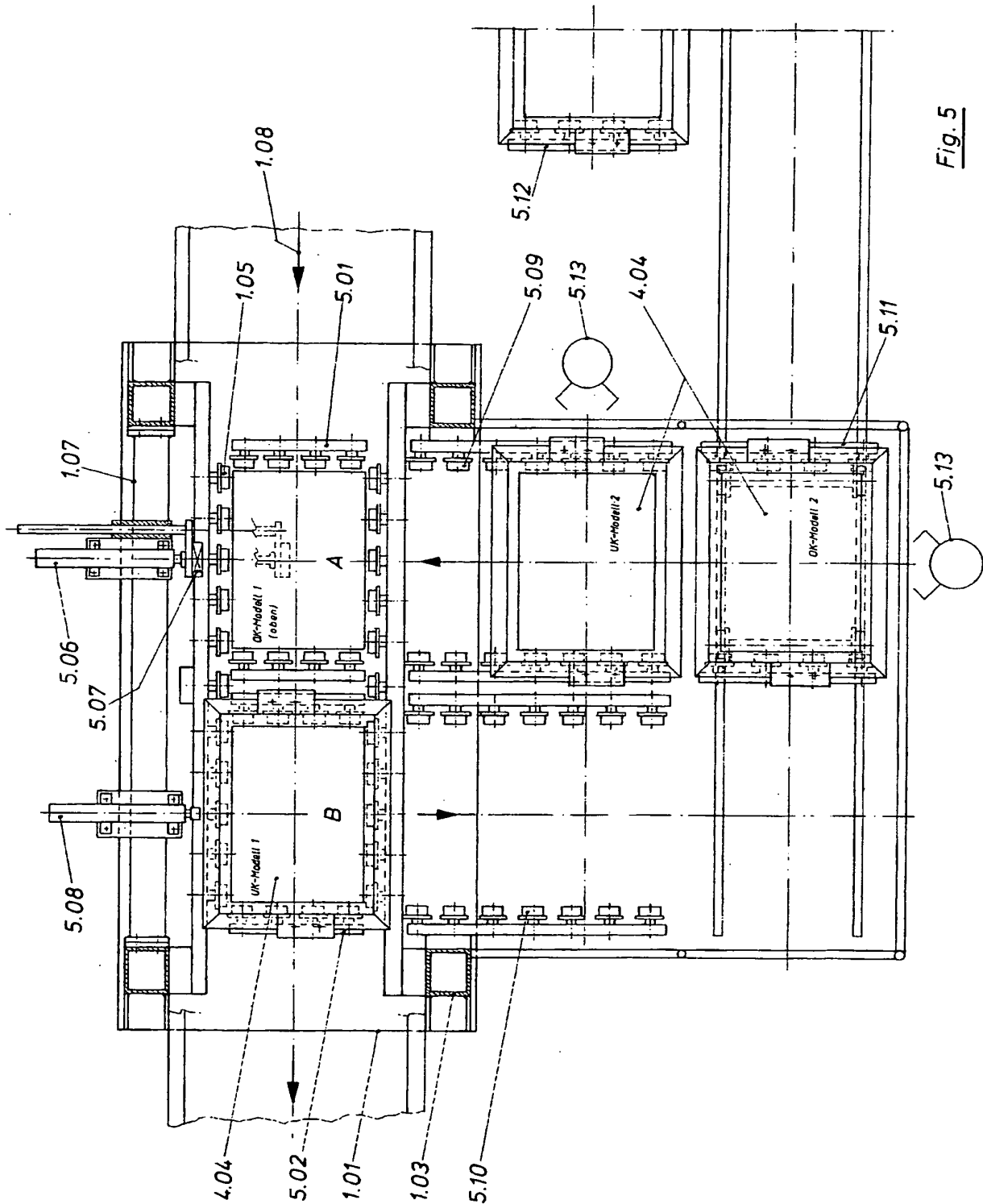


Fig. 5

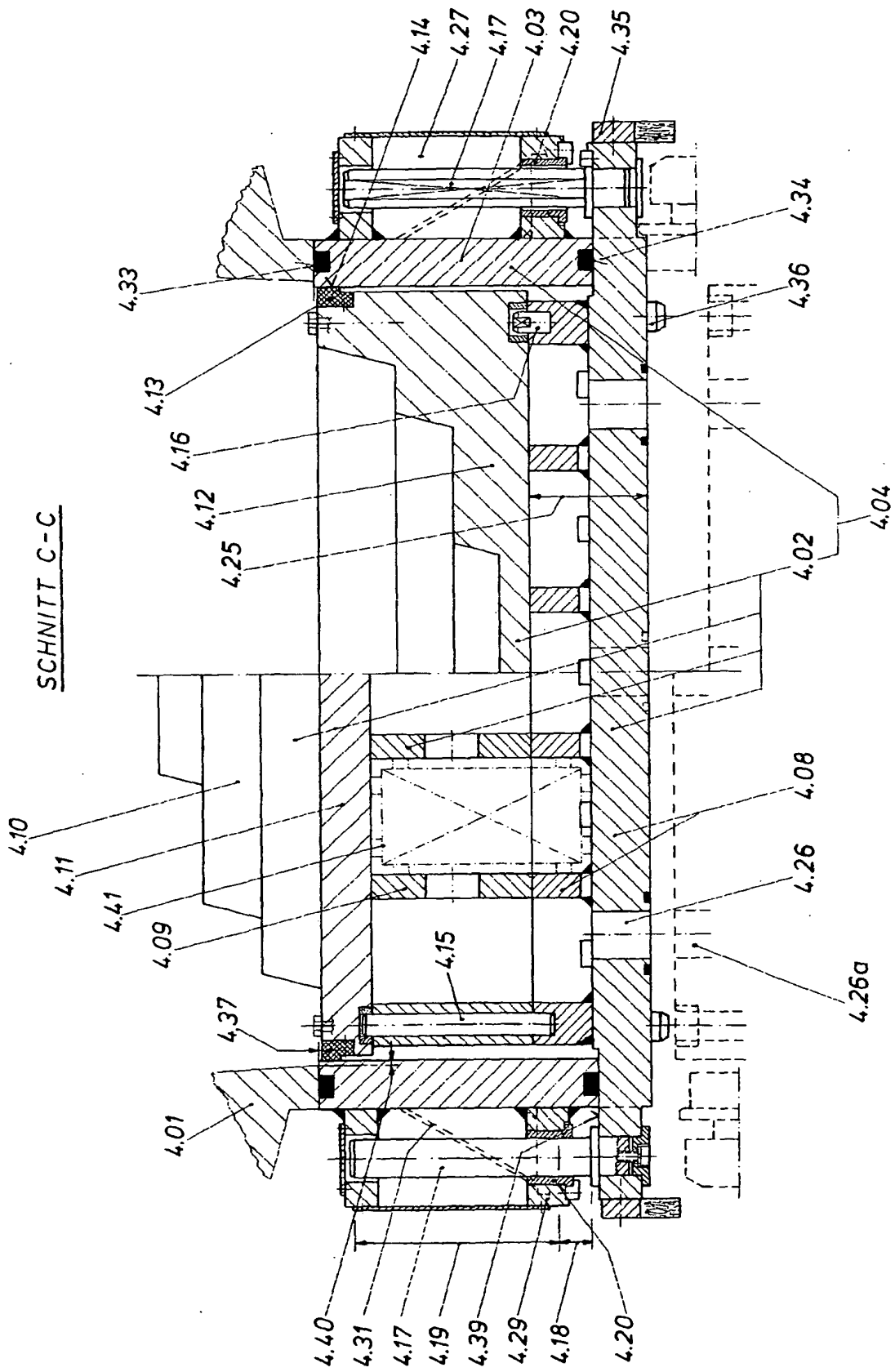


Fig. 6

SCHNITT D-D

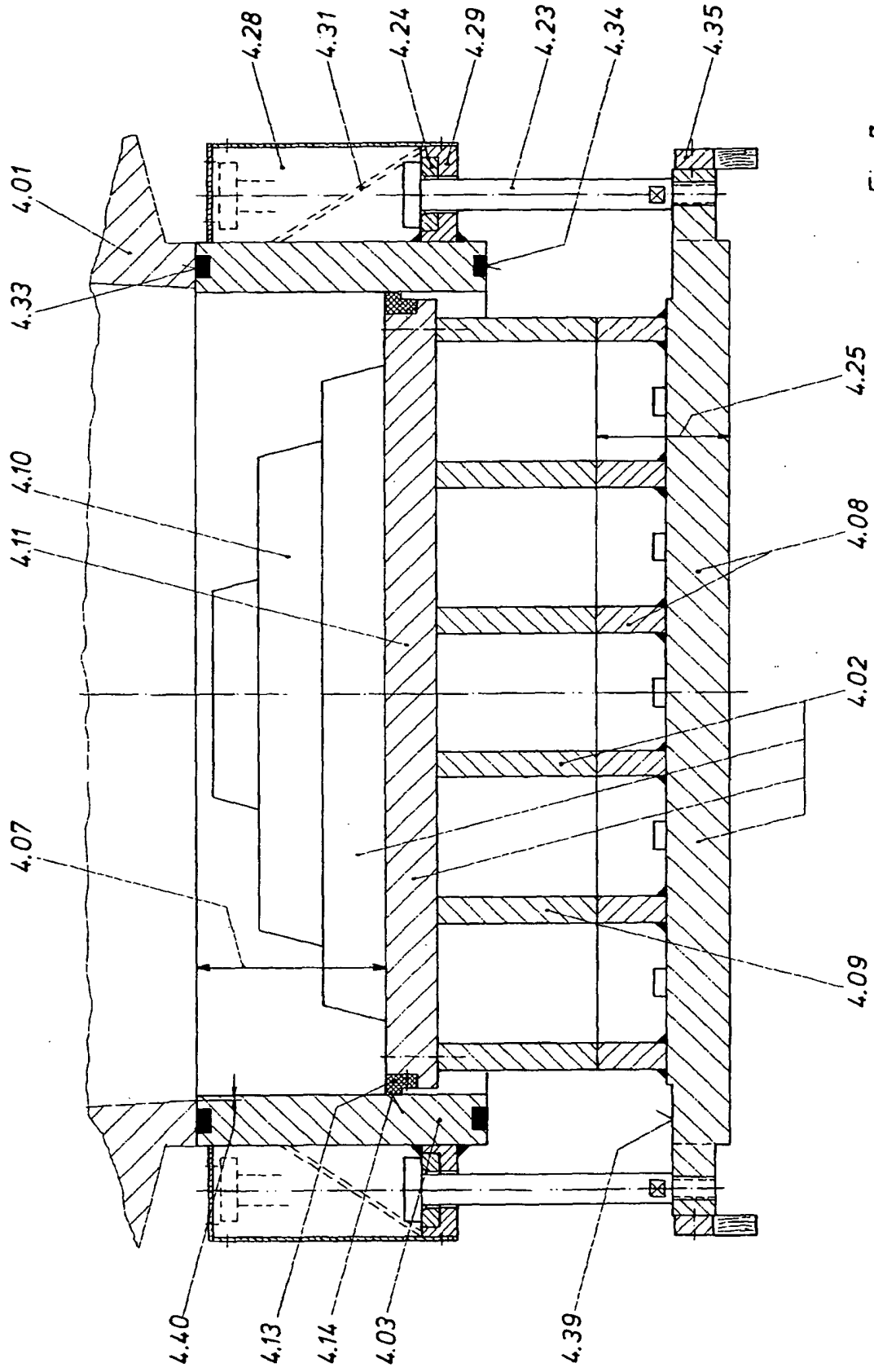


Fig. 7

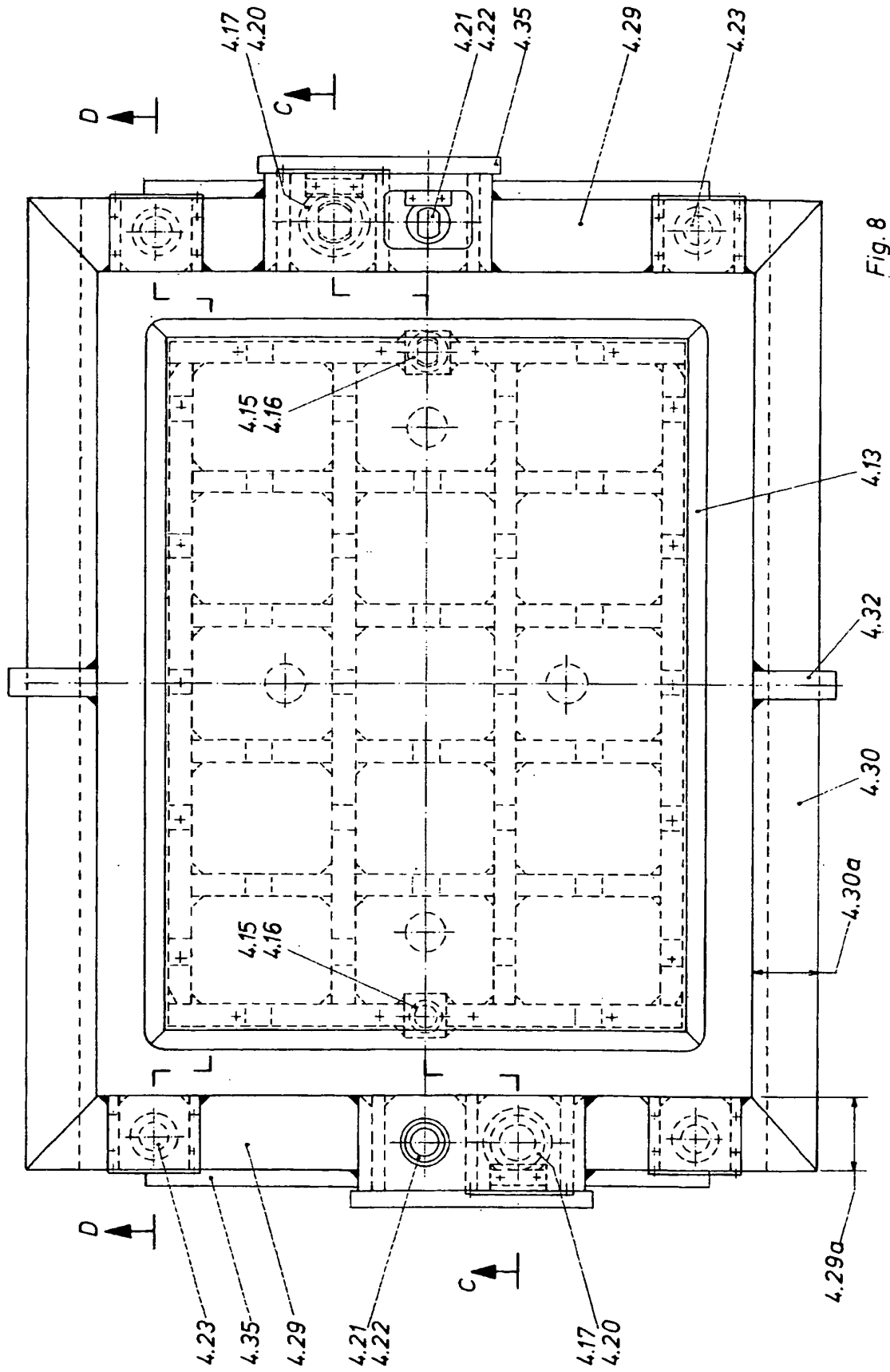
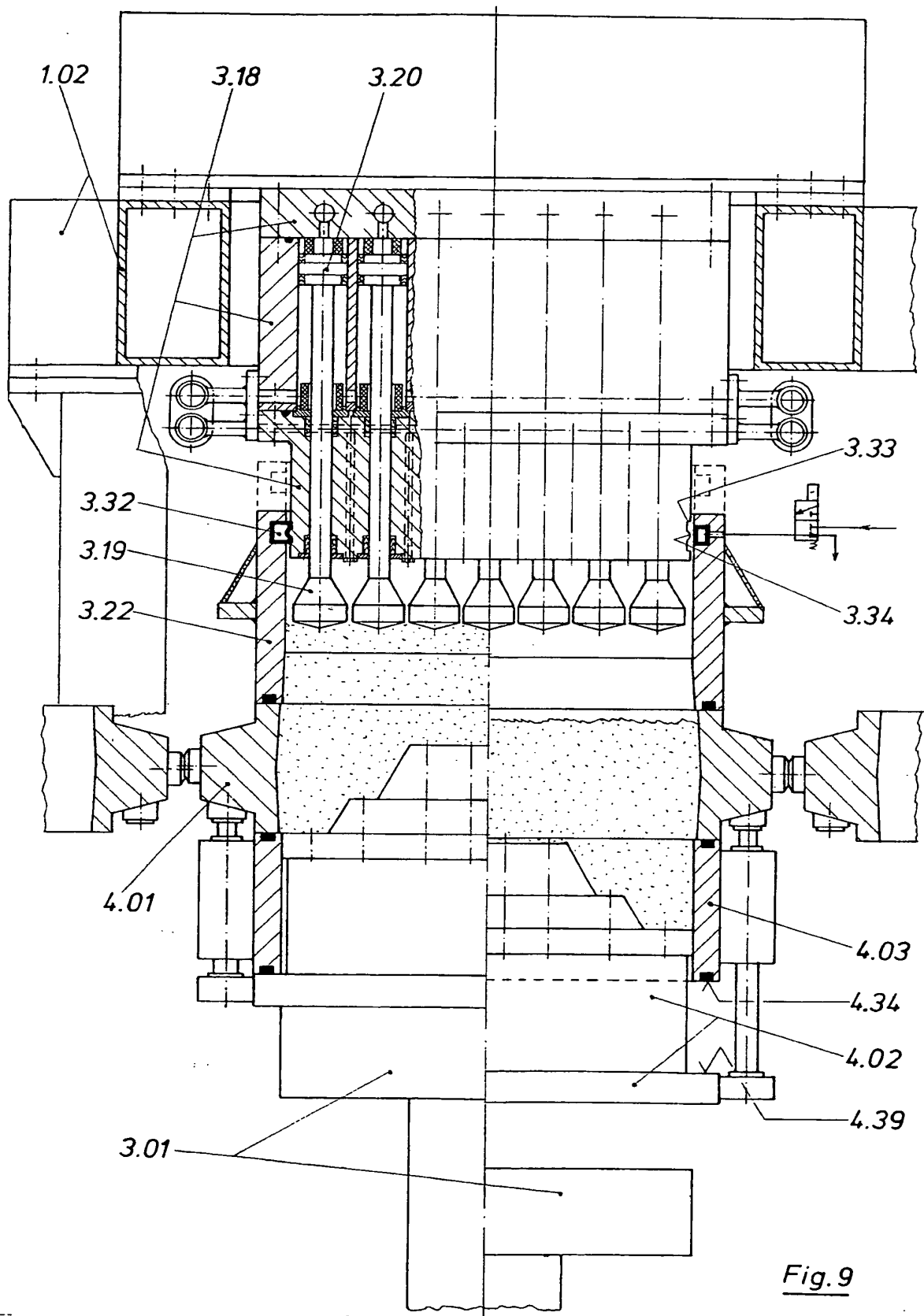


Fig. 8



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

- WO 9531302 A [0002] [0003] [0005] [0005]
- EP 0995521 A [0002] [0004] [0005] [0006]
- EP 1155761 A1 [0026] [0026]