



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
17.11.2004 Patentblatt 2004/47

(51) Int Cl.7: **B22C 11/08, B22C 25/00**

(21) Anmeldenummer: **04011229.4**

(22) Anmeldetag: **12.05.2004**

(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
 Benannte Erstreckungsstaaten:
AL HR LT LV MK

(71) Anmelder: **Mertes, Josef**
D-57334 Bad Laasphe (DE)

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

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

(54) **Verfahren und Formmaschine zur Herstellung kastengebundener Sandformen**

(57) Die Erfindung betrifft eine Zweistationen-Hochleistungsformmaschine zur Herstellung kastengebundener Sandformen unter Verwendung von mindestens einem Modellplattenpaar. In einer ersten Station **A** werden Modell und Formkasten zu einer Formeinheit **4.05** zusammengefügt und von einer verfahrbaren Formsand-einfüllvorrichtung **2.14** schichtweise mit Formsand gefüllt. In einer zweiten Station **B** wird die Form verdichtet und das Modell von der Form getrennt. Die mit Formsand gefüllte Formeinheit **4.05** wird zusammen mit dem Formkastentransport **1.08** auf den Rollenbahnen **2.03/3.03** von der Station A zur Station B transportiert, während gleichzeitig eine Modellplatte **4.04** auf der Rollenbahn **1.05** von der Station B zur Station A zurück transportiert wird. Für den Formkasten **4.01** sind dabei nur sehr geringfügige vertikale Bewegungen **2.06** erforderlich.

Die Füllrahmenfunktion übernimmt ein Modellfüllrahmen **4.03** und ein Verdichtungsfüllrahmen **3.22**. Die Modelleinheit **4.02** weist einen teleskopartig angeordneten und vertikal verschiebbaren Modellfüllrahmen **4.03** auf, der im angehobenen Zustand **2.07** zusammen mit dem Formkasten **4.01** die Formeinheit **4.05** mit dem Füllraum **2.39** für den losen Formstoff bildet. Die Verdichtungs- vorrichtung **3.14/3.15** in der Arbeitsstation B weist einen teleskopartig angeordneten und vertikal verschiebbaren Verdichtungsfüllrahmen **3.22** auf, der zum Verdichten auf den Formkasten **4.01** auflegbar und für den Formkastentransport **1.08** vom Formkasten abhebbar ist. In der Station B schiebt der Hubtisch **3.01** die Modelleinheit **4.02** innerhalb des Modellfüllrahmens **4.03** nach oben, wobei der verdrängte Formsand in den auf den Formkasten **4.01** abgesetzten Verdichtungsfüllrahmen **3.22** geschoben wird, wonach die Verdichtung erfolgt. Die beim Hochschieben des Formsandes verdrängte Luft wird zum Fluidisieren verwendet.

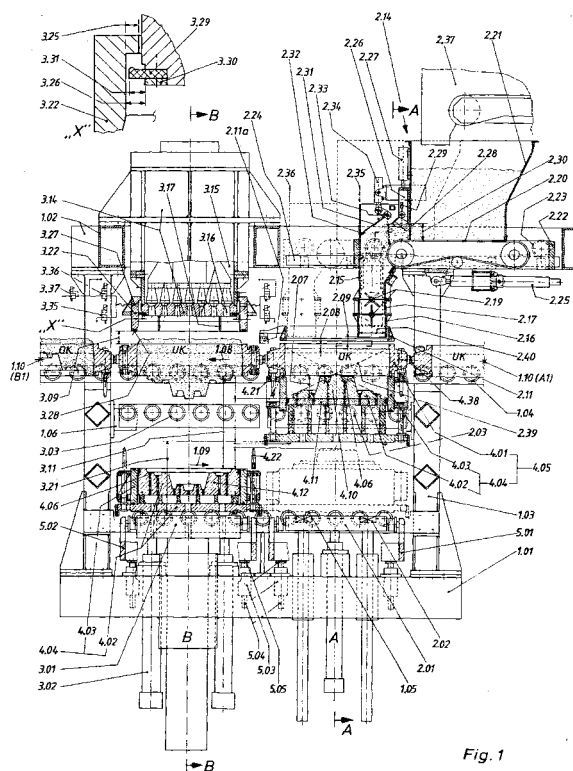


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Formmaschine 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

durchlaufen 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 Formmaschinenrückseite 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 entspre-

chend 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 Herausspritzen des Formsandes ver-

hindert wird. Die modellabhängige Formsandmenge wird von höhenverstellbaren Schiebern bestimmt, die am Auslauf des Formsandbehälters in sektionsweise durch den Sandleittrichter verlaufenden 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 Ver-

dichtungsstation 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 Führungsstangen 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 Modellträgerahmen 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 Verdichtungs Vorgang 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 Hochschie-

bens 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 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 Verdichtungshubtisches beginnen kann, wobei gleichzeitig der Verdichtungsdruck abgebaut wird und wonach nach 6mm Absenkhub das Entformen beginnt. Der Verdichtungsfüllrahmen 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 Modellträgerereinheit gemäß Schnittlinie C-C, Fig.8

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

Fig. 8 eine Draufsicht auf die Modellträgerinheit

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 Koprahmen **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 Sta-

tion **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 Formkastensoberseite 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 Rol-

lenbahn **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 Laufschieben **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 anhe-

benden 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 der Hubtisch **2.01** senkt leer bis zur unteren Endstellung. Bei dieser Variante ist der Füllraum **2.23** 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 Sandschutzrahmen **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 Sand-

leittrichter **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 Kontrollelement **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** ausgegeben. 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. Formsandehfüllsysteme 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 Modellfüll-

rahmen 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 zwischen 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 Hubzylinder **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 Profilmute **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 ($M\alpha\beta$ **3.05**) auf seine Rollenbahn aufsetzt 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 Modelrollenbahn **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 Abdrückvorrichtung **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 Expansionspres-

sen 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 Formmaschinentaktzeit. 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 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 engtoleriertere 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 Trokensmierung 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 Formsand-einfüllsysteme 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 Modellfüllrahmen 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 1 mm*). Dadurch hat die Formteilungsfläche gegenüber der Formkastenfläche einen entsprechenden Vorsprung, wodurch die zusammengeführten 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 begrenztbar 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** an-

haftend 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 Zwillingformmaschine 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 Formkastenteilen 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 Formfläche 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-Formsandfülleinrichtung wird dabei auf dem Kopffahmen 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.

35 Bezugszeichenliste

[0033]

1.) Formmaschinengerüst

- 1.01 Grundrahmen
- 1.02 Kopffahmen
- 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

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)			den losen Formsand
2.05	Distanz Formkasten zur Formkastenrollenbahn 1.04 (wenn Hubtisch 2.01 ganz oben ist)	5		2.40 Austragbreite des Sandleittrichters 2.15
2.06	Distanz Formkasten zur FK-Rollenbahn 1.04 (wenn Laufleiste 4.30 auf Rollenbahn 2.03 aufliegt)			3.) Verdichtungsstation B
2.07	Distanz Modellfüllrahmen 4.03 zum Modell 4.10/11/12 (Funktionshöhe Modellfüllrahmen)	10		3.01 Hubtisch
2.08	Distanz lose Formsandoberfläche zur Formkastenoberfläche			3.02 Hubzylinder zum Hubtisch 3.01
2.09	Distanz Sandleittrichter zum Formkasten	15		3.03 horizontal verschiebbare Rollenbahn
2.10	Innenversatz Sandschutzrahmen / Formkasten			3.04 Distanz Laufleiste 4.30 zur Modellrollenbahn 3.03 (wenn Hubtisch 3.01 ganz oben ist)
2.11	Sandschutzrahmen			3.05 Distanz Formkasten zur Formkastenrollenbahn 1.04 (wenn Hubtisch 3.01 ganz oben ist)
2.11a	Reinigungsbürste am Sandschutzrahmen 2.11	20		3.06 Distanz Formkasten zur FK-Rollenbahn 1.04 (wenn Laufleiste 4.30 auf Rollenbahn 3.03 aufliegt)
2.12	Kurzhubzylinder zum Sandschutzrahmen			3.07 Distanz Modellfüllrahmen 4.03 zum Modell 4.10 / 4.12 (Funktionshöhe Modellfüllrahmen)
2.13	Kalottenbefestigung Kurzhubzylinder zum Sandschutzrahmen			3.08 Distanz lose Formsandoberfläche zur Unterkante Schottwand 3.17 (wenn 3.01 ganz oben ist)
2.14	Formsandefüllereinrichtung			3.09 Distanz Verdichtungsfüllrahmen 3.22 zum Formkasten beim Formkastentransport
2.15	Sandleittrichter	25		3.10 Innenversatz Verdichtungsfüllrahmen / Formkasten
2.16	unteres Segment zum Sandleittrichter			3.11 Aussenmaß (Modell aus der Form)
2.17	mittleres Segment zum Sandleittrichter			3.12 Abdrückvorrichtung für Modellfüllrahmen
2.18	Schächte im Sandleittrichter			3.13 Formkammer
2.18a	Sektionen für den Formsandaustrag			3.14 Verdichtungsaggregat für Druckluftimpuls
2.19	Aeratoren	30		3.15 Druckluftspeicher für Druckluftimpuls
2.20	Förderband			3.16 Impulsdüsen
2.21	Dosiergefäß			3.17 Schottwände unter dem Verdichtungsaggregat 3.14
2.22	Fahrgestell für Formsandefüllereinrichtung			3.18 Verdichtungsaggregat für Luftstrompressen und Expansionspressen
2.23	Laufrollen zum Fahrgestell	35		3.19 Pressstempel zu 3.18
2.24	Laufschienen für Formsandfülleinrichtung			3.20 Presszylinder zu 3.19
2.25	Antriebszylinder für Formsandefüllereinrichtung			3.21 Leerhub des Hubtisches 3.01 bis zur Aufnahme der Modelleinheit 4.02
2.26	Austragschieber für Formsandmenge			3.22 Verdichtungsfüllrahmen
2.27	Antrieb für Austragschieber	40		3.23 Führungsstangen zum Verdichtungsfüllrahmen
2.28	Kontrollelement für Formsandstrom			3.24 Zylinder zum Verdichtungsfüllrahmen
2.29	Sensor zum Kontrollelement			3.25 umlaufende Bordfläche am Verdichtungsfüllrahmen
2.30	Austraghöhe des Formsandes am Austragschieber			3.26 umlaufender Spalt zwischen Verdichtungsfüllrahmen und Verdichtungsaggregat
2.31	Verschlussklappe im Sandleittrichter	45		3.27 Öffnungen im Verdichtungsfüllrahmen (zum Einblasen von Druckluft in die Formkammer)
2.32	Gummilippe an der Verschlussklappe			3.28 Dichtung Verdichtungsfüllrahmen / Formkasten
2.33	Antriebswelle für die Verschlussklappen			3.29 Dichtung Verdichtungsfüllrahmen / Verdichtungsaggregat
2.34	Zylinder für Antriebswelle / Verschlussklappe			3.30 Klemmleiste für Dichtung 3.29
2.35	Ausgangsposition für schichtweises Sandeinfüllen	50		3.31 elastischer Überstand der Dichtung 3.29
2.36	Umkehrposition für schichtweises Sandeinfüllen			
2.37	Vorratsbunker	55		
2.38	Teileinfüllung des Formsandes (z.B. eine Schicht)			
2.39	Füllraum Modellfüllrahmen/Formkasten für			

3.32	alternative Dichtung Verdichtungsfüllrahmen / Verdichtungsaggregat		4.33	Dichtung Modellfüllrahmen / Formkasten	
3.33	Profilnute für Dichtung 3.32		4.34	Dichtung Modellfüllrahmen / Grundrahmen	
3.34	Wulst in der Profilnute 3.33		4.35	Reinigungsbürsten für die Hubtische 2.01 und 3.01	
3.35	Entlüftungsventile für die Formkammer	5	4.36	Zentrierstifte Grundrahmen / Hubtische 2.01 und 3.01	
3.36	Einblasventile für die Formkammer		4.37	Versatz Oberfläche Modellfüllrahmen zur Modelloberfläche	
3.37	Druckventil für Einblasdruck		4.38	Formkasten-Stoßbolzen	
4.) Modelleinheit und Formkasten		10	4.39	Auflagefläche des Modellfüllrahmens 4.02 auf den Grundrahmen 4.08	
4.01	Formkasten		4.40	Innenversatz Modellfüllrahmen / Formkasten	
4.02	Modelleinheit		4.41	Hohlraumausfüllung in Modelleinheit 4.02	
4.03	Modellfüllrahmen		5.) Modellwechsellvorrichtung		
4.04	Modell/Füllrahmeneinheit		5.01	Hubvorrichtung in Station A	
4.05	Formeinheit	15	5.02	Hubvorrichtung in Station B	
4.06	Modellplattendüsen		5.03	Zylinder für die Hubvorrichtungen 5.01 und 5.02	
4.07	Distanz Modellfüllrahmen 4.03 zum Modell 4.10 / 4.12 (Funktionshöhe Modellfüllrahmen)		5.04	durchgehende Kolbenstangen zu 5.03	
4.08	Grundrahmen	20	5.05	Kalottenbefestigung Kolbenstange / Hubvorrichtung	
4.09	Zwischenrahmen		5.06	Einzugzylinder in Station A	
4.10	positives Modell		5.07	Elektromagnet am Einzugzylinder	
4.11	Modellplatte für positives Modell		5.08	Abschubzylinder in Station B	
4.12	negatives Modell		5.09	angetriebene Rollenbahn in Achse A	
4.13	Passleiste Modell / Modellfüllrahmen	25	5.10	angetriebene Rollenbahn in Achse B	
4.14	Randschlitz zwischen Passleiste und Innenwand des Modellfüllrahmens		5.11	Shuttlewagen	
4.15	Zentrierelemente Zwischenrahmen / Grundrahmen / Modellplatte		5.12	Parkbahn	
4.16	Zentrierelemente negatives Modell / Grundrahmen	30	5.13	Handling Bedienungspersonal	
4.17	Zentrier- und Führungsstift Grundrahmen / Modellfüllrahmen				
4.18	Feinführungsbereich zu 4.17				
4.19	Leichtführungsbereich zu 4.17	35			
4.20	Zentrier- und Führungsbüchse Grundrahmen / Modellfüllrahmen				
4.21	Zentrierbüchsen Formkasten / Modellfüllrahmen (<i>Oberkasten</i>)				
4.22	Zentrierstifte Formkasten / Modellfüllrahmen (<i>Unterkasten</i>)	40			
4.23	Tragbolzen				
4.24	Kunststoffscheibe für Fangbolzenauflage				
4.25	Grundrahmenhöhe				
4.26	Öffnungen im Grundrahmen für Luftdurchgang	45			
4.26a	Öffnungen im Hubtisch 3.01, deckungsgleich zu 4.26				
4.27	abgekapselter Raum für Führungsstifte 4.17	50			
4.28	abgekapselter Raum für Fangbolzen 4.23				
4.29	Querflansch am Modellfüllrahmen				
4.29a	Breite des Querflansches 4.29				
4.30	Längsflansch und Laufleiste am Modellfüllrahmen	55			
4.30a	Breite des Längsflansches 4.30				
4.31	Sandschutzdach am Modellfüllrahmen				
4.32	Druckplatten zur Abdruckvorrichtung 3.12				

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung kastengebundener Sandformen unter Verwendung eines aus Ober- und Unterkastenmodell bestehenden Modellplattenpaares, wobei die Modelle als Modellplattendüsen bezeichnete Entlüftungs- bzw. Belüftungsdüsen aufweisen, wobei die Ober- und Unterkastenformen nacheinander hergestellt werden und wobei die Arbeitsschritte zur Herstellung einer Form auf zwei geradlinig hintereinanderliegende und zeitparallel arbeitende Arbeitsstationen verteilt werden, mit einer ersten Arbeitsstation (**A**) zum Zusammenfügen der aus Formkasten und Modell bestehenden Formeinheit und zum Einfüllen des Formsandes in die Formeinheit, wobei das Zusammenfügen der Formeinheit über einem Hubtisch (**2.01**) erfolgt, mit einer zweiten Arbeitsstation (**B**) zum Verdichten der Form und zum Trennen der verdichteten Form vom Modell, wobei ein Hubtisch (**3.01**) die Formeinheit unter das Verdichtungsaggregat (**3.14/3.18**) hebt und nach dem Verdichten das Modell von der Form trennt,

mit einer Formkastentransportvorrichtung (1.04), in der die beiden Arbeitsstationen (A) und (B) hintereinanderliegend angeordnet sind, mit zwei unterhalb der Formkastentransportvorrichtung (1.04) angeordneten ausschwenkbaren Rollenbahnen (2.03) und (3.03), worauf die Modelleinheit vom auf ihr aufliegenden Formkasten während des Formkastentransportes von der Arbeitsstation (A) zur Arbeitsstation (B) mitgeführt wird, mit einer unterhalb der beiden ausschwenkbaren Rollenbahnen (2.03) und (3.03) angeordneten Rollenbahn (1.05) zur Modellrückführung von der Arbeitsstation (B) zur Arbeitsstation (A) und mit einer Modellwechsellvorrichtung zum Auswechseln der Modelle ohne Taktzeitverlängerung, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die aus einem Modell und einem Modellträgerahmen bestehende Modelleinheit (4.02) einen die Modelleinheit (4.02) teleskopartig umschließenden und vertikal verschiebbaren Modellfüllrahmen (4.03) mit den Dichtungen (4.33) und (4.34) aufweist, auf dessen Oberfläche der Formkasten (4.01) auflegbar und über die Zentrierelemente (4.21/4.22) zentrierbar ist, wobei der Modellfüllrahmen (4.03) mit einer vertikalen Verschiebung (2.07/4.07) gegenüber der Modelleinheit (4.02) und mit dem aufgesetzten Formkasten (4.01) die Formeinheit (4.05) und den Füllraum (2.39) für den losen Formsand bildet, **dass** der Modellfüllrahmen (4.03) in seiner abgesenkten Stellung auf der Auflagefläche (4.39) der Modelleinheit (4.02) aufliegt, wobei die Oberfläche des Modellfüllrahmens (4.03) mit der Oberfläche der Modellplatte (4.11) bzw. mit der Oberfläche des Modells (4.12) niveaugleich ist und die Verschiebung (2.07/4.07) der Modelleinheit (4.02) zum Modellfüllrahmen (4.03) mechanisch begrenztbar ist, **dass** in der Arbeitsstation (A) die Modelleinheit (4.02) mit dem auf ihrer Auflagefläche (4.39) aufliegenden Modellfüllrahmen (4.03) durch den Hubtisch (2.01) bei geöffneter Modellrollenbahn (2.03) anhebbar ist, wobei der Modellfüllrahmen (4.03) den Formkasten (4.01) aufnimmt, wonach die Modellrollenbahn (2.03) schließt und wonach der Modellfüllrahmen (4.03) durch den absenkenden Hubtisch (2.01) auf die Modellrollenbahn (2.03) absetzbar ist und der weiter absenkende Hubtisch (2.01) die Modelleinheit (4.02) im Modellfüllrahmen (4.03) bis zu der mechanisch begrenzten Distanz (2.07/4.07) mitführt und der Hubtisch danach weiter bis zur Endstellung absenkt, **dass** die Arbeitsstation (A) eine Formsandeinfüllvorrichtung aufweist, womit der Formsand innerhalb des Zeitintervalls zwischen der Formkastenaufnahme durch den Modellfüllrahmen (4.03) und dem Formkastentransport zeitgedehnt in den Füllraum (2.39) einfüllbar ist, wobei für dieses Zeitintervall ca. 60% der gesamten Formmaschinenaktzeit

zur Verfügung steht,

dass das in der Arbeitsstation (B) angeordnete Verdichtungsaggregat (3.14) Fig. 1/3 oder (3.18) Fig. 9 einen das Verdichtungsaggregat teleskopartig umschließenden und vertikal verschiebbaren Verdichtungsfüllrahmen (3.22) mit den Dichtungen (3.28) und (3.29) aufweist, der auf den, auf dem Modellfüllrahmen (4.03) aufliegenden Formkasten (4.01) aufsetzbar ist, womit die über die Dichtungen (3.28, 3.29) und (4.33) abgedichtete Formkammer (3.13) Fig. 3 für die Formverdichtung gebildet wird, **dass** in der Arbeitsstation (B) die Modelleinheit (4.02) innerhalb des Modellfüllrahmens (4.03) durch den Hubtisch (3.01) vertikal nach oben verschiebbar ist, wobei die Distanz (3.07/4.07) zwischen Modelleinheit (4.02) und Modellfüllrahmen (4.03) zu Null wird (Fig. 3) und wobei der verdrängte, noch unverdichtete Formsand in den Verdichtungsfüllrahmen (3.22) verschoben wird und der Verdichtungsfüllrahmen (3.22) dann die Füllrahmenfunktion beim nachfolgenden Verdichten übernimmt

dass nach dem Verdichten und Öffnen der Modellrollenbahn (3.03) der Hubtisch (3.01) absenkt und nach einem geringfügigen Absenkhub (3.05) Fig. 3 das Entformen und das Absenken der zusammengeschobenen Modell/Füllrahmeneinheit (4.04) Fig. 1, B auf die Modellrollenbahn (1.05) erfolgt und **dass** der Verdichtungsfüllrahmen (3.22) zeitgleich mit dem Absenken der Modell/Füllrahmeneinheit (4.04) um die Distanz (3.09) vom Formkasten (4.01) abhebbar ist

2. Verfahren nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

dass die in der Arbeitsstation (A) angeordnete Formsandfüllvorrichtung (2.14) mit einem daran angeordneten Sandleittrichter (2.15) zwischen den Endpositionen (2.35) und (2.36) mittels einem Antrieb (2.25) hin und her verfahrbar ist, womit der Formsand durch die schmale Austragsbreite (2.40) des Sandleittrichters (2.15) und durch die Fahrbewegung der Formsandfeinfüllvorrichtung (2.14) ein- oder mehrschichtig, vorzugsweise zweischichtig in den Füllraum (2.39) einfüllbar ist.

dass für das schichtweise Formsandeinfüllen das verfügbare Zeitintervall als Konstante nutzbar ist und die modellabhängige Formsandmenge bei konstanter Sandeinfüllzeit durch die Geschwindigkeit des Förderbandes (2.20) und durch die verstellbaren Austragshöhen (2.30) (Fig. 1/2) am Dosiergefäß (2.21) bestimmbar ist,

dass die modellabhängige Formsandmenge partiell an die Modellkontur anpassbar ist

dass das Formsandeinfüllen zur partiellen Anpassung an die Modellkonturen in mindestens drei Sektionen (2.18a) (Fig. 2) erfolgt, wobei jeder Sektion ein verstellbarer Austragschieber (2.26) zur Einstel-

lung der Austragshöhe (2.30) und ein entsprechenden 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 Formsandströme verhindern, **dass** die Austragschieber (2.26) und somit die Austraghöhen (2.30) während der schichtweisen Formsandeinfüllung bzw. während der Fahrbewegung der Formsandfüllvorrichtung (2.14) zur partiellen Anpassung der Formsandmenge an die Modellkontur verstellbar sind, wobei die Parameter Austraghöhe (2.30) zur Fahrwegposition (2.25) aus einem, dem jeweiligen Modell zugeordneten Datensatz an die Steuereinrichtung übertragbar sind und **dass** der Sandleittrichter (2.15) mit den Schächten (2.18) mindestens eine Aeratorachse (2.19) zur Formsandauflockerung aufweist.

3. 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 sind,

dass der Hubtisch (3.01) die aufgenommene Modelleinheit (4.02) innerhalb des Modellfüllrahmens (4.03) nach oben verschiebt, womit der verdrängte, noch unverdichtete Formsand in den Verdichtungsfüllrahmen (3.22) verschoben wird und die dabei in der Formkammer (3.13) komprimierte Luft einen über die Modellplattendüsen (4.06) und über den Randschlitz (4.14) abfließenden Fluidisierungsluftstrom im Formsand erzeugt, dem lückenlos die Formverdichtung folgt

und **dass** der Fluidisierungsluftstrom zusätzlich verstärkbar ist, in dem zeitparallel zum Verschieben des Formsandes in den Verdichtungsfüllrahmen (3.22) noch Druckluft in die Formkammer (3.13) eingeblasen wird.

4. Verfahren nach den Ansprüchen 1 und 3,

dadurch gekennzeichnet,

dass in der Arbeitsstation (B) alle gängigen Verdichtungsverfahren (wie z.B. *Druckluftimpulsverdichtung, normales Pressen, Luftstrompressen, Expansionspressen, Unterdruckpressen, Modelleinpressen von unten usw.*) in Verbindung mit dem Verdichtungsfüllrahmen (3.22) und der Modell/Füllrahmeneinheit (4.04) einsetzbar sind.

5. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach den Ansprüchen 1, 3 und 4 mit einem Modell und einer Modellträgereinheit,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Modelleinheit (4.02) einen Grundrahmen (4.08) mit der Höhe (4.25) aufweist, auf dem mit oder ohne Zwischenrahmen ein negatives Modell (4.12) oder unter Verwendung 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 Modelleinheit (4.02) einen die Modelleinheit (4.02) teleskopartig umschließenden und vertikal verschiebbaren Modellfüllrahmen (4.03) mit den Zentrier- und Führungsbüchsen (4.20) und mit den Dichtungen (4.33) und (4.34) aufweist,

dass der Grundrahmen (4.08) die Zentrier- und Führungsstifte (4.17) aufweist, womit der Modellfüllrahmen (4.03) über seine Zentrier- und Führungsbüchsen (4.20) zum Grundrahmen (4.08) genau führbar und zentrierbar ist,

dass die Modellplatte (4.11) bzw. das Modell (4.12) eine umlaufende, formsandabdichtende und aus einem verschleißfesten und gleitfähigen Kunststoff oder Metall bestehende Passleiste (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, sandabdichtendes Spiel von 0,1mm bis 0,5mm, vorzugsweise von ca. 0,2mm hat, womit ein luftstromdurchlässiger Randschlitz (4.14) gebildet wird, der die üblichen Modellplattendüsen am Modell- bzw. Formkastenrand entbehrlich macht,

dass der Modellfüllrahmen (4.03) gegenüber der Modelleinheit (4.02) um die Distanz (4.07) vertikal verschiebbar ist, wobei diese Distanz bzw. Verschiebbarkeit einerseits durch die Auflage des Modellfüllrahmens (4.03) auf der Auflagefläche (4.39) und andererseits durch die Tragbolzen (4.23) begrenzt ist, wobei die im Grundrahmen (4.08) eingeschraubten Tragbolzen (4.23) auf den schlag- und verschleißfesten Kunststoffscheiben (4.24) Fig. 7 des Modellfüllrahmens (4.03) aufliegen,

dass die Tragbolzen (4.23) mit entsprechendem Spiel berührungslos durch die Bohrungen der Scheiben (4.24) und der darunter liegenden Bohrungen im Flansch (4.29) bewegbar sind und **dass** der Formkasten (4.01) auf der Oberfläche des Modellfüllrahmens (4.03) auflegbar und über die Zentrierelemente (4.21) bzw. (4.22) auf dem Modellfüllrahmen (4.03) zentrierbar ist.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Zentrier- und Führungsstifte (4.17) im unteren Bereich (4.18) eine engtoleriertere Feinzentrierung (vorzugsweise z.B. H7/g6) und im oberen Bereich (4.19) eine genaue aber leichtgängige Führung (vorzugsweise z.B. H7/e8) aufweisen, und **dass** die Justierung zwischen Formkasten und Modell über die nicht bewegten Zentrierelemente (4.15/4.16) mit einem Festsitz (vorzugsweise z.B.

H7/h6) und weiter über die bewegten Zentrier-
elemente (4.17/4.18/4.20) mit einem engen Gleitsitz
(vorzugsweise z.B. H7/g6) und (4.21/4.22) mit ei-
nem weiten Gleitsitz (vorzugsweise z.B. H7/e8) er-
folgt, wodurch zwischen Formkasten und Modell ei-
ne Gesamtabweichung von 0,072mm bis 0,178mm
realisierbar ist.

7. Vorrichtung nach den Ansprüchen 5 und 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Modellfüllrahmen (4.03) einen umlaufen-
den Flansch (4.29/4.30) aufweist, der die Auflage-
fläche (4.39) für den Modellfüllrahmen (4.03) weit-
gehend um das Maß (4.29a/4.30a) überdeckt und
vor Sand- bzw. Schmutzablagerungen schützt,
dass der umlaufende Flansch (4.29/4.30) ein
Schrägdach (4.31) aufweist, wodurch Sand- bzw.
Schmutzablagerungen auf dem umlaufenden
Flansch vermeidbar sind,
dass der Flansch (4.30) als Laufleiste des Modell-
füllrahmens (4.03) auf den Rollenbahnen (2.03)
und (3.03) verwendbar ist und der Flansch (4.29)
die Zentrier- und Führungsbüchsen (4.20) und die
Ablagescheiben (4.24) für die Tragbolzen (4.23)
aufnimmt,
dass der Modellfüllrahmen (4.03) die abgekapsel-
ten Kammern (4.27) aufweist, wodurch die Zentrier-
elemente (4.17/4.20) vor Verschmutzung geschützt
werden
und **dass** der Modellfüllrahmen (4.03) die abgekap-
selten Kammern (4.28) aufweist, wodurch die Auf-
lagescheiben (4.24) für die Tragbolzen (4.23) vor
Verschmutzung geschützt werden.
8. Vorrichtung nach den Ansprüchen 1, 3, 4 und 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Modelle (4.10/4.11/4.12) Modellplattendü-
sen (4.06) und einen umlaufenden Randschlitz
(4.14) aufweisen,
dass der Grundrahmen (4.08) der Modelleinheit
(4.02) die Öffnungen (4.26) und der Hubtisch (3.01)
deckungsgleich dazu die Öffnungen (4.26a) aufwei-
sen,
wodurch der Fluidisierungsluftstrom abführbar oder
die Druckluft für das Expansionspressen zuführbar
ist.
9. Vorrichtung nach den Ansprüchen 1, 3, 4, und 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Oberfläche des Modellfüllrahmens (4.03)
mit der Oberfläche des Modells (4.11/4.12) Niveau-
gleichheit oder einen Versatz (4.37) von maximal
1mm (vorzugsweise 0,5 mm) aufweist, wenn der
Modellfüllrahmen (4.03) auf der Auflagefläche
(4.39) aufliegt
und **dass** zwischen den Innenwänden des Formka-
stens (4.01) und den Innenwänden des Modellfüll-
rahmens (4.03) ein geringfügiger Versatz (4.40) be-

steht, um eine Sandstaukante beim Hochschieben
des Formsandes zu vermeiden.

10. Vorrichtung nach den Ansprüchen 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass in der Arbeitsstation (A) die Modelleinheit
(4.02) mit dem auf ihrer Auflagefläche (4.39) auflie-
genden Modellfüllrahmen (4.03) durch den Hub-
tisch (2.01) bei geöffneter Modellrollenbahn (2.03)
anhebbar ist, wobei der Modellfüllrahmen (4.03)
den Formkasten (4.01) aufnimmt, wonach die Mo-
dellrollenbahn (2.03) schließt und wonach der Mo-
dellfüllrahmen (4.03) mit seiner Laufleiste (4.30)
durch den absenkenden Hubtisch (2.01) auf die Mo-
dellrollenbahn (2.03) absetzbar ist und der weiter
absenkende Hubtisch (2.01) die Modelleinheit
(4.02) im Modellfüllrahmen (4.03) bis zur durch den
Tragbolzen (4.23) mechanisch begrenzten Distanz
(2.07/4.07) mitführt und der Hubtisch danach weiter
bis zur Endstellung absenkt,
dass die Modellrollenbahn (2.03) zum Schließen
eine Distanz (2.04) Fig.2 von 1mm bis 10mm, vor-
zugsweise 3mm zur Laufleiste (4.30) aufweist,
dass der auf dem Modellfüllrahmen (4.03) auflie-
gende Formkasten (4.01) eine Distanz (2.06/3.06)
von 1mm bis 10mm, vorzugsweise 3mm zu seiner
Rollenbahn (1.04) aufweist, wenn der Modellfüll-
rahmen (4.03) mit seiner Laufleiste (4.30) auf der
Modellrollenbahn (2.03/3.03) aufliegt
und **dass** der Hubtisch (2.01) die ein- ausschaltba-
ren Elektromagnete (2.02) aufweist, die während
des Absenkens bzw. Mitführens der Modelleinheit
(4.02) im Bereich (2.07/4.07) eine Haftkraft zw-
ischen Hubtisch (2.01) und Grundrahmen (4.08)
ausüben, so dass das Ausensen der Modelleinheit
(4.02) aus dem Modellfüllrahmen (4.03) nicht nur
vom Eigengewicht der Modelleinheit abhängig ist.
11. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach
den Ansprüchen 1, 3, 4 und 5
dadurch gekennzeichnet
dass das Verdichtungsaggregat (3.14) einen das
Verdichtungsaggregat (3.14) teleskopartig um-
schließenden und vertikal verschiebbaren Verdich-
tungsfüllrahmen (3.22) mit den Dichtungen (3.28)
und (3.29) aufweist, wobei die Dichtung (3.28) den
Verdichtungsfüllrahmen zum Formkasten (4.01)
abdichtet und die Dichtung (3.29) den Verdich-
tungsfüllrahmen zum Verdichtungsaggregat (3.14)
abdichtet,
dass der Verdichtungsfüllrahmen (3.22) über die
Führungsstangen (3.23) vertikal geführt wird und
über die Zylinder (3.24) vertikal verschiebbar ist und
zur Schließung der Formkammer (3.13) auf den
Formkasten (4.01) aufsetzbar und aufdrückbar ist
sowie für den Formkastentransport (1.08) um die
Distanz (3.09) vom Formkasten (4.01) abhebbar ist,
dass die Führungsstangen (3.23) und die Zylinder

(3.24) am Verdichtungsaggregat (3.14) oder am Kopfrahmen (1.02) befestigbar sind,

12. Vorrichtung nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Dichtung (3.29) mittels einer Klemmleiste (3.30) am Verdichtungsaggregat befestigt ist und einen Überstand (3.31) zum Verdichtungsaggregat aufweist, wobei die Dichtung (3.29) ein geringfügiges Spiel zur Innenwand des Verdichtungsfüllrahmens (3.22) aufweist und somit keine Berührung zur Innenwand des Verdichtungsfüllrahmens hat,
dass der Verdichtungsfüllrahmen (3.22) eine umlaufende Bordfläche (3.25) aufweist, die für die Dichtungsfunktion auf die Dichtung (3.29) aufdrückbar ist,
dass der Verdichtungsfüllrahmens (3.22) mit seiner Dichtung (3.28) auf den Formkasten (4.01) und mit seiner umlaufenden Bordfläche (3.25) auf die Dichtung (3.29) aufdrückbar ist, wobei die Aufdrückkraft auf den, über die Modell/Füllrahmeneinheit (4.04) vom Hubtisch (3.01) gestützten Formkasten (4.01) (Fig.3, linker Halbschnitt) größer ist als die aus dem Verdichtungsdruck in der Formkammer (3.13) und dem umlaufenden Spalt (3.26) resultierende und nach oben gerichtete Kraft, so dass der Verdichtungsfüllrahmen (3.22) beim Verdichten der Form gegen Abheben gesichert ist,
 und **dass** die Anpresskraft der Dichtung (3.29) auf die Bordfläche (3.25) durch den Verdichtungsdruck in der Formkammer (3.13) erhöht wird, woraus sich eine höhere Dichtigkeit während der Formverdichtung ergibt.
13. Vorrichtung nach den Ansprüchen 11 und 12,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Verdichtungsfüllrahmen (3.22) als Alternative eine mit Druckluft aktivierbare Dichtung (3.32) Fig. 9 aufweist, die in einer Innennute des Verdichtungsfüllrahmens (3.22) eingelassen ist, die im aktivierten Zustand in eine am Verdichtungsaggregat angebrachten Profalnute (3.33/3.34) eindrückbar ist und die sich im nicht aktivierten 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.
14. Vorrichtung nach den Ansprüchen 11 bis 13,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Verdichtungsfüllrahmens (3.22) gegenüber dem Formkasten (4.01) eine um das Maß (3.10) Fig.3 geringfügig kleinere Innenabmessung aufweist, um eine Sandstaukante beim Verdichten zu vermeiden
 und **dass** der Verdichtungsfüllrahmen (3.22) die

Öffnungen (3.27) Fig.1/3 aufweist, womit über die Ventile (3.35) der Verdichtungsdruck in der Formkammer (3.13) kontrolliert abbaubar ist und womit über die Ventile (3.36) Druckluft in die Formkammer (3.13) einblasbar ist.

15. Vorrichtung nach den Ansprüchen 1 und 3 bis 14,
dadurch gekennzeichnet,
dass in der Arbeitsstation (B) der Hubtisch (3.01) nach einem Leerhub (3.21) Fig.3 die im Modellfüllrahmen (4.03) um die Distanz (3.07/4.07) abgesenkte Modelleinheit (4.02) aufnimmt und diese dann innerhalb des Modellfüllrahmens (4.03) bis zur mechanischen Begrenzung (4.39) hochschiebbar ist, womit der dabei verdrängte Formsand in den auf den Formkasten (4.01) aufgesetzten Verdichtungsfüllrahmen (3.22) verschiebbar ist, wonach der Hubtisch (3.01) noch die Distanz (3.04) bis zu seiner obersten Verdichtungsposition durchfährt,
dass der Verdichtungsfüllrahmen (3.22) auf dem Formkasten (4.01) aufsetzbar ist, bevor der Hubtisch (3.01) nach dem Leerhub (3.21) die Modelleinheit (4.02) aufnimmt,
dass der Flansch (4.30) des Modellfüllrahmens (4.03) in der obersten Verdichtungsposition des Hubtisches (3.01) eine Distanz (3.04) von 1mm bis 10mm, vorzugsweise 3mm zur Modellrollenbahn (3.03) aufweist, wodurch die Modellrollenbahn (3.03) für das Entformen ausfahrbar ist,
dass der Formkasten (4.01) in der obersten Verdichtungsposition des Hubtisches (3.01) eine Distanz (3.05) von 1mm bis 15mm, vorzugsweise 6mm zu seiner Rollenbahn (1.04) aufweist, die beim Entformen mit dem Hubtisch (3.01) langsam zu durchfahren ist, bevor das Modell langsam aus der Form getrennt wird
 und **dass** nach vollständiger Trennung von Modell und Form der Hubtisch (3.01) die Modelleinheit (4.02) mit dem auf der Auflagefläche (4.39) aufliegenden Modellfüllrahmen (4.03) im Eilgang auf die Modellrollenbahn (1.05) absetzt.
16. Vorrichtung nach den Ansprüchen 1 und 3 bis 15,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Hubtisch (3.01) die Modelleinheit (4.02) mit seiner vollen Hubgeschwindigkeit aufnimmt, und dadurch die Modelleinheit (4.02) und den lose geschütteten Formsand schlagartig beschleunigt, wodurch inhomogene Füllstellen im Formsand reduzierbar sind,
dass der in den Verdichtungsfüllrahmen (3.22) verdrängte Formsand die Formkammer (3.13) verkleinert und die dabei komprimierte Luft einen über die Modellplattendüsen (4.06) und über die Randschlitz (4.14) abfließenden Fluidisierungsluftstrom erzeugt, dem lückenlos die Formverdichtung folgt,
dass der Fluidisierungsluftstrom verstärkbar ist, in

dem über die Ventile (3.36) und über die Öffnungen (3.27) Druckluft in die Formkammer (3.13) eingeblasen wird, wobei der Einblasdruck am Ventil (3.37) und die Druckluftmenge an den Ventilen (3.36) einstellbar ist,

dass das Einblasen der Druckluft während des Hochschiebens der Modelleinheit (4.02) bzw. des Formsandes erfolgt

und **dass** für den gesamten Fluidisierungsvorgang einschließlich dem Einblasen der Druckluft kein zusätzlicher Zeitaufwand entsteht.

17. Vorrichtung nach den Ansprüchen 1, 3 bis 16,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Arbeitsstation (B) an jeder Seite der Formkastentransportbahn (1.04) mindestens eine Abdrückvorrichtung (3.12) aufweist, die beim Entformen auf den Steg (4.32) des Modellfüllrahmens (4.03) aufdrückbar ist, wodurch kraftschlüssig und synchron zum Hubtisch (3.01) eine das Eigengewicht des Modellfüllrahmens (4.03) unterstützende Kraft zum Trennen des Modellfüllrahmens (4.03) vom Formkasten (4.01) erzeugbar ist.

18. Formsandfüllvorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach den Ansprüchen 1 und 2,

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 (2.26/2.27), einen Sandleittrichter (2.15) mit mindestens einem Aerator (2.19) und einen Antriebszylinder (2.25) mit stufenlos verstellbarer Fahrgeschwindigkeit aufweist, **dass** der Kopfrahmen (1.02) die Laufschiene (2.24) aufweist, worauf die Formsandeinfüllvorrichtung (2.14) zwischen den Positionen (2.35) und (2.36) zur schichtweisen Formsandeinfüllung hin und her verfahrbar ist,

dass der Formsandaustrag (2.30) aus dem Dosiergefäß (2.21) in mindestens drei Sektionen (2.18a) Fig.2 erfolgt 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 Austragshöhe (2.30) des Formsandes stufenlos verstellbar ist, **dass** die modellabhängige Formsandmenge bei einer fixen Austragszeit durch die Fördergeschwindigkeit des Förderbandes (2.20) und durch die Austragshöhen (2.30) bestimmbar ist,

dass die partielle, modellabhängige Formsandmenge durch die einzelnen Austragshöhen (2.30) bestimmbar ist,

dass die Austragschieber (2.26) bzw. die Austragshöhen (2.30) zur partiellen Anpassung der Formsandmenge während Fahrbewegung der Form-

sandeinfüllvorrichtung (2.14) verstellbar sind,

dass die verfahrbare Formsandeinfüllvorrichtung (2.14) einen stationären Sandschutzrahmen (2.11) aufweist, der auf den Formkasten (4.01) auflegbar ist und der das untere Segment (2.16) des Sandleittrichters (2.15) umgibt, womit ein Herausspritzen des Formsandes verhindert wird

und **dass** das Dosiergefäß (2.21) der Formsandeinfüllvorrichtung (2.14) von einem stationären Vorratsbunker (2.37) befüllbar ist und der Füllstand des Dosiergefäßes (2.21) durch Sandsonden überwacht wird.

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 Raster von minimal 1mm bis maximal 50mm, vorzugsweise 5mm einteilbar ist,

dass jeder Austragschieber (2.26/2.27) zu jedem Rasterpunkt des Fahrweges eine modellabhängige Austragshöhe (2.30) aufweist,

dass die Austragshöhen (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 Austragshöhen (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 Formkastens (4.01) Fig.2 überdeckt und die in Bewegungsrichtung liegende Kurzseite (2.40) ca. $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{6}$, vorzugsweise $\frac{1}{4}$ des Formkasteninnenmaßes entspricht,

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 auf-

weiten, 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 der Gummilippe (2.32) gegen das Förderband (2.20) gedrückt wird, 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, die aus einer durch Schwerkraft senkrecht aufgehängten Platte besteht und die vom Formsandstrom angehoben wird und einen Sensor (2.29) aktiviert.

21. Vorrichtung nach den Ansprüchen 18 und 20,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Innenabmessung des Sandschutzrahmen (2.11) um das Maß (2.10) Fig. 2 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 vom Formkasten geringfügig abhebbar ist,

dass die Kolbenstangen der Kurzhubzylinder (2.12) eine Kalottenverbindung zum Sandschutzrahmen (2.11) aufweist, um Querkräfte auf die Kolbenstangen zu vermeiden

und **dass** der Sandschutzrahmen (2.11) eine Reinigungsbürste (2.11a) aufweist, womit die Formkastenoberfläche beim Formkastentransport gereinigt wird.

22. Modellwechselvorrichtung nach Anspruch 1,

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 Kolbenstangen (5.04) über eine Kalottenbefestigung (5.05) mit dem Hubtisch (5.01) bzw. (5.02) verbunden sind, um Querkräfte auf die Kolbenstangen zu vermeiden,

dass die Hubvorrichtungen (5.01) und (5.02) nur im angehobenen Zustand der beiden Hubtische (2.01)

und (3.01) leer und lastfrei anhebbar und absenkbar sind,

dass sich die beiden Hubvorrichtungen (5.01) und (5.02) für den Modellwechsel im angehobenen Zustand befinden, wobei in der Station (A) eine Modell/Füllrahmeneinheit (4.04) mittels Hubtisch (2.01) von den Laufrollen der Hubvorrichtung (5.01) abhebbar ist und in der Station (B) mittels Hubtisch (3.01) eine Modell/Füllrahmeneinheit (4.04) auf die Laufrollen der Hubvorrichtung (5.02) ablegbar ist, **dass** die Modellwechselvorrichtung in der Achse (A) eine angetriebene Rollenbahn (5.09) und in der Achse (B) eine angetriebene Rollenbahn (5.10) aufweist,

und **dass** die Modellwechselvorrichtung zum Übersetzen der Modell/Füllrahmeneinheiten (4.04) von der Achse (B) zur Achse (A) einen auf Laufschiene verfahrbaren und mit angetriebenen Laufrollen versehenen Shuttlewagen (5.11) aufweist.

23. Modellwechselvorrichtung nach Anspruch 22,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Arbeitsstation (A) einen Einzugszylinder (5.06) mit einem ein- und ausschaltbaren Elektromagneten (5.07) aufweist, womit die Modell/Füllrahmeneinheit (4.04) vor Verlassen der angetriebenen Rollenbahn (5.09) erfassbar ist und womit die Modell/Füllrahmeneinheit (4.04) am Elektromagneten anhaftend auf den antriebslosen Laufrollen der Hubvorrichtung (5.01) in die Endposition der Arbeitsstation (A) einziehbar ist und **dass** die Arbeitsstation (B) einen Abschiebezylinder (5.08) aufweist, womit die Modell/Füllrahmeneinheit (4.04) von den antriebslosen Laufrollen der Hubvorrichtung (5.02) auf die angetriebene Rollenbahn (5.10) abschiebbar ist.

24. Modellwechselvorrichtung 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) einführt und wobei eine Modell/Füllrahmeneinheit (4.04) von der angehobenen Hubvorrichtung (5.02) der Arbeitsstation (B) auf die angetriebene Rollenbahn (5.10) ausfährt,

dass jeweils eine Hälfte des Modellpaares in zwei hintereinander folgenden Arbeitstakten bzw. Formkastentransporten auswechselbar ist

und **dass** die Modell/Füllrahmeneinheiten (4.04) für einen späteren Modellwechsel auf den Handlingsplätzen (5.13) umrüstbar sind oder gegen ein anderes Paar auf der Parkbahn (5.12) austauschbar sind.

25. Modellwechselvorrichtung nach den Ansprüchen 22 bis 24,

dadurch gekennzeichnet,

dass der Formmaschinenbetrieb bei einem ständigen Modellwechsel mit zwei Modellpaaren 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 Kühleisen und/oder exothermen Speisern

und **dass** bei einem längerem 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 zu einem einmaligen Abformen in die Formmaschine eingewechselt wird.

26. Verfahren und Formmaschine nach den Ansprüchen 1 bis 25,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Formmaschine als Zwilling-Formmaschine mit annähernder Leistungsverdoppelung ausführbar ist, wobei die Arbeitsstation (A) zwei quer zur Fonnkastentransportrichtung (1.08) verfahrbare Formsandeinfüllvorrichtungen (2.14) und die Arbeitsstation (B) zwei Verdichtungsaggregate 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) zusammenfügbar und mit Formsand füllbar ist,

dass in der Arbeitsstation (B) zugleich ein aus Ober- und Unterkastenform bestehendes Formenpaar verdichtbar und entformbar ist

und **dass** beim Formkastentransport (1.08) die Formkästen (4.01) um eine Doppelteilung verschiebbar sind.

27. Verwendungsanspruch nach den Ansprüchen 1 bis 26,

dadurch gekennzeichnet,

dass alle modellspezifischen Parameter wie beispielsweise Formsandmenge, Formsand feuchtigkeit, Einstellungen der Austraghöhen (2.30) in Zuordnung zu den Rasterpunkten des Zylinderfahrweges (2.25), Fördergeschwindigkeit des Förderbandes (2.20), Verdichtungsvarianten, Verdichtungsdruck, Verdichtungszeit, Gießtrichterposition, Eingussgewicht usw. für jedes einzelne Modellplattenpaar mit Ober- und Unterkastenkennung in einem

Datensatz ablegbar sind,

dass der Datensatz der Modell-Identnummer fest zugeordnet ist und während des Betriebes zwecks Optimierung online veränderbar ist,

dass die Modell-Identnummer mit Oberkasten- und Unterkastenkennung in kodierter Form als Kodierleiste an der Modell/Füllrahmeneinheit (4.04) angebracht ist

und **dass** die Modell-Identnummer beim Einfahren der Modell/Füllrahmeneinheit (4.04) von der angetriebenen Rollenbahn (5.09) in die Arbeitsstation A automatisch auslesbar ist und somit der zugeordnete Datensatz bzw. die modellspezifischen Parameter bei einem Modellwechsel oder beim ständigen Wechselbetrieb für den Formmaschinenbetrieb schnell verfügbar sind.

28. Vorrichtung nach den Ansprüchen 1 und 10

dadurch gekennzeichnet,

dass der Hubtisch (2.01) als alternative Variante bei tiefer liegender Anordnung je Seite zwei Aufnahmeleisten aufweist, die beim Anheben des Hubtisches (2.01) unter die Laufleisten (4.30) des Modellfüllrahmens (4.03) fahren und den Modellfüllrahmen (4.03) anheben,

dass der anhebende Hubtisch (2.01) die Modelleinheit (4.02) erfasst und zusammen mit dem Modellfüllrahmen (4.03) anhebt, wenn die Distanz zwischen dem Bund des Tragbolzens (4.23) und der Kunststoffscheibe (4.24) beim Anheben bis auf ca. 3mm reduziert wurde,

dass nach Schließen der Modellrollenbahn (2.03) der Hubtisch (2.01) absenkt und den Modellfüllrahmen (4.03) mit seiner Laufleiste (4.30) auf die Modellrollenbahn (2.03) ablegt und sodann nach weiteren ca.3mm Senkhub die Modelleinheit (4.02) vom Tragbolzen (4.23) am Modellfüllrahmen (4.03) festgehalten wird und der Hubtisch (2.01) leer zur unteren Endstellung absenkt und

dass bei dieser Variante der Füllraum (2.39) bereits hergestellt ist, wenn der Hubtisch (2.01) seine obere Endstellung erreicht und das Sandeinfüllen beginnt.

29. Verwendungsanspruch nach den Ansprüchen 1, 2 und 18 bis 21,

dadurch gekennzeichnet,

dass in der Arbeitsstation (A) der erfindungsgemäßen Formmaschine anstatt des Formsandeinfüllverfahrens gemäß Anspruch 2 alternativ auch andere Formsandeinfüllverfahren bzw. Formsandeinfüllsysteme einsetzbar sind.

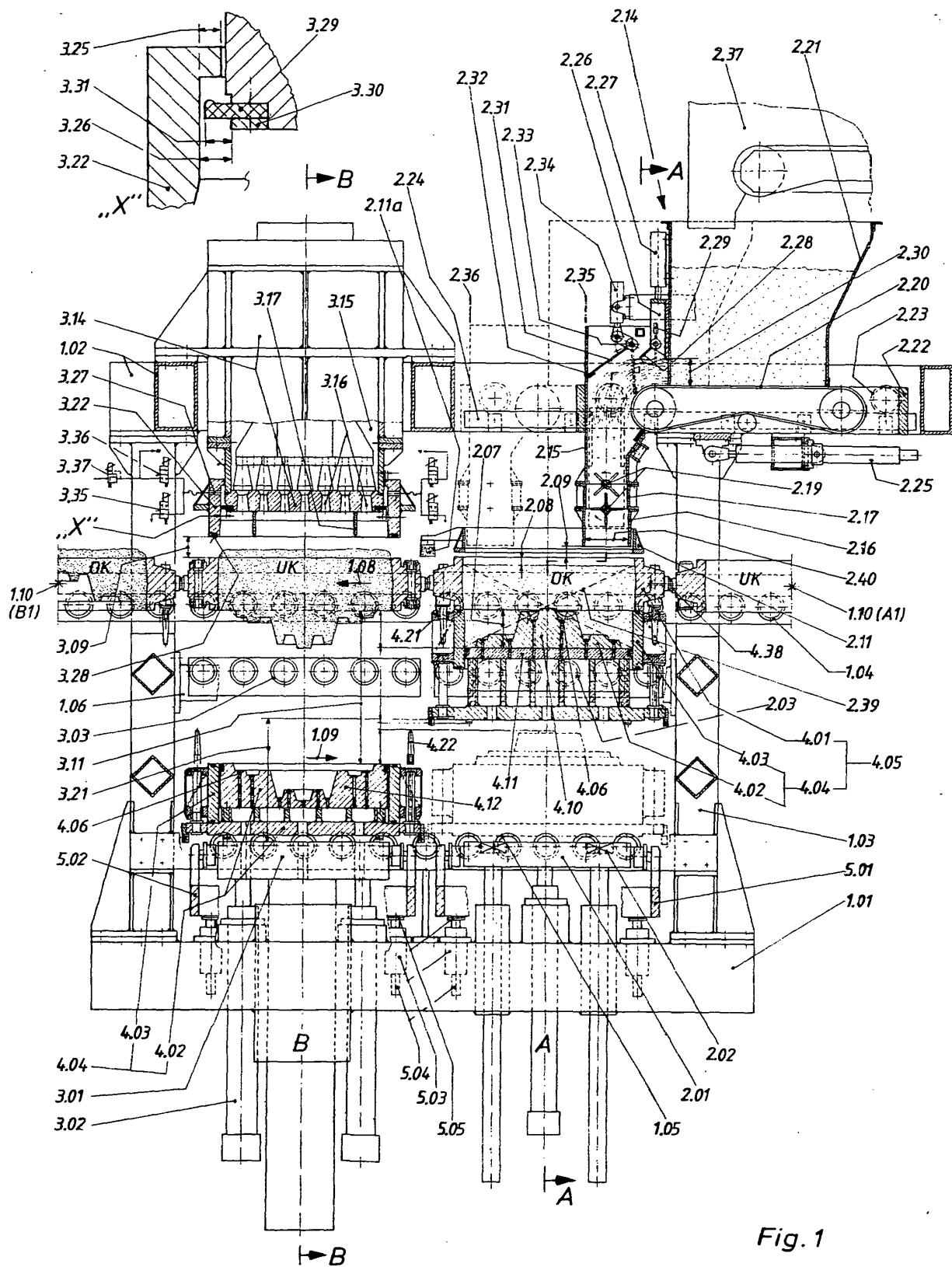


Fig. 1

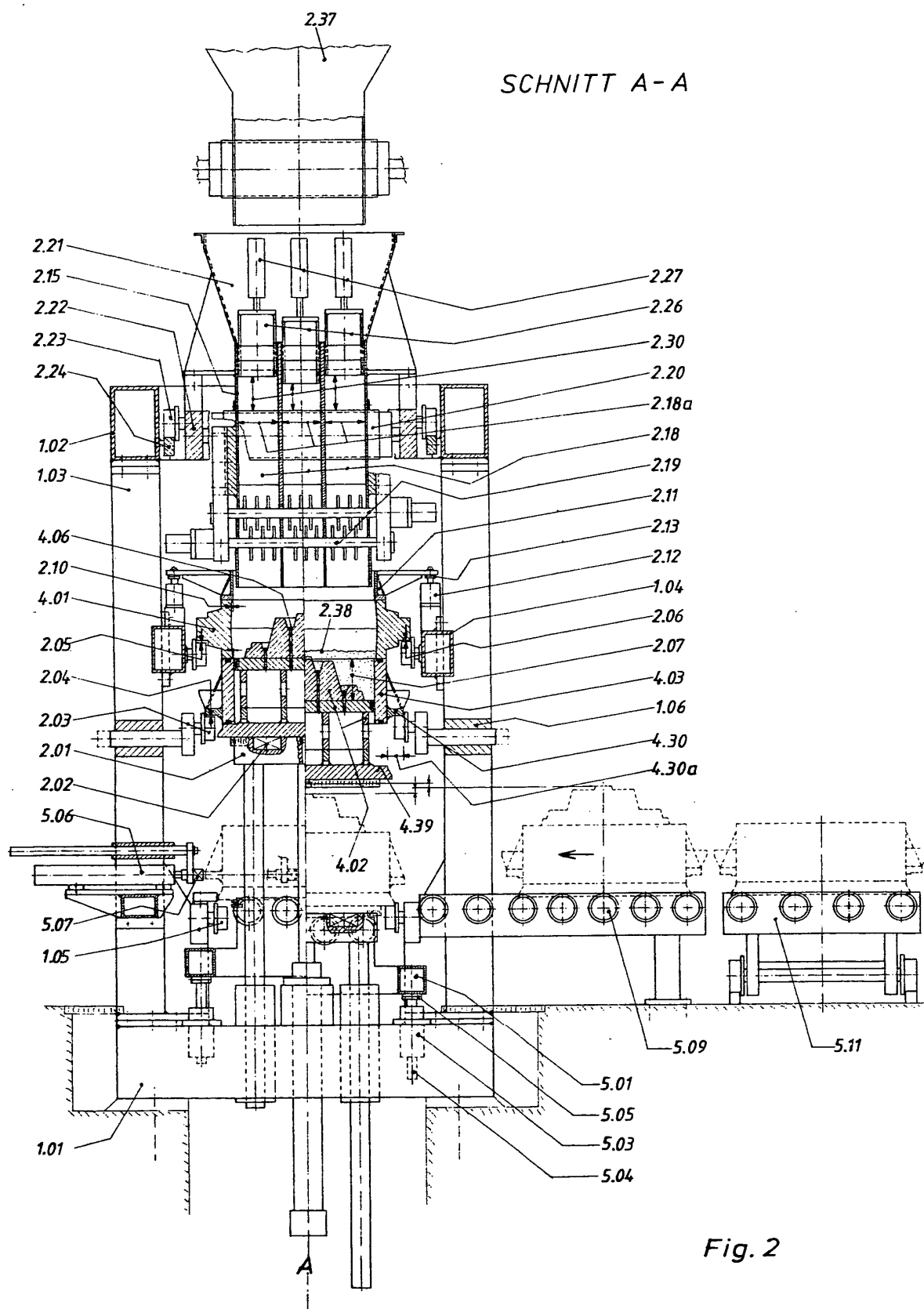
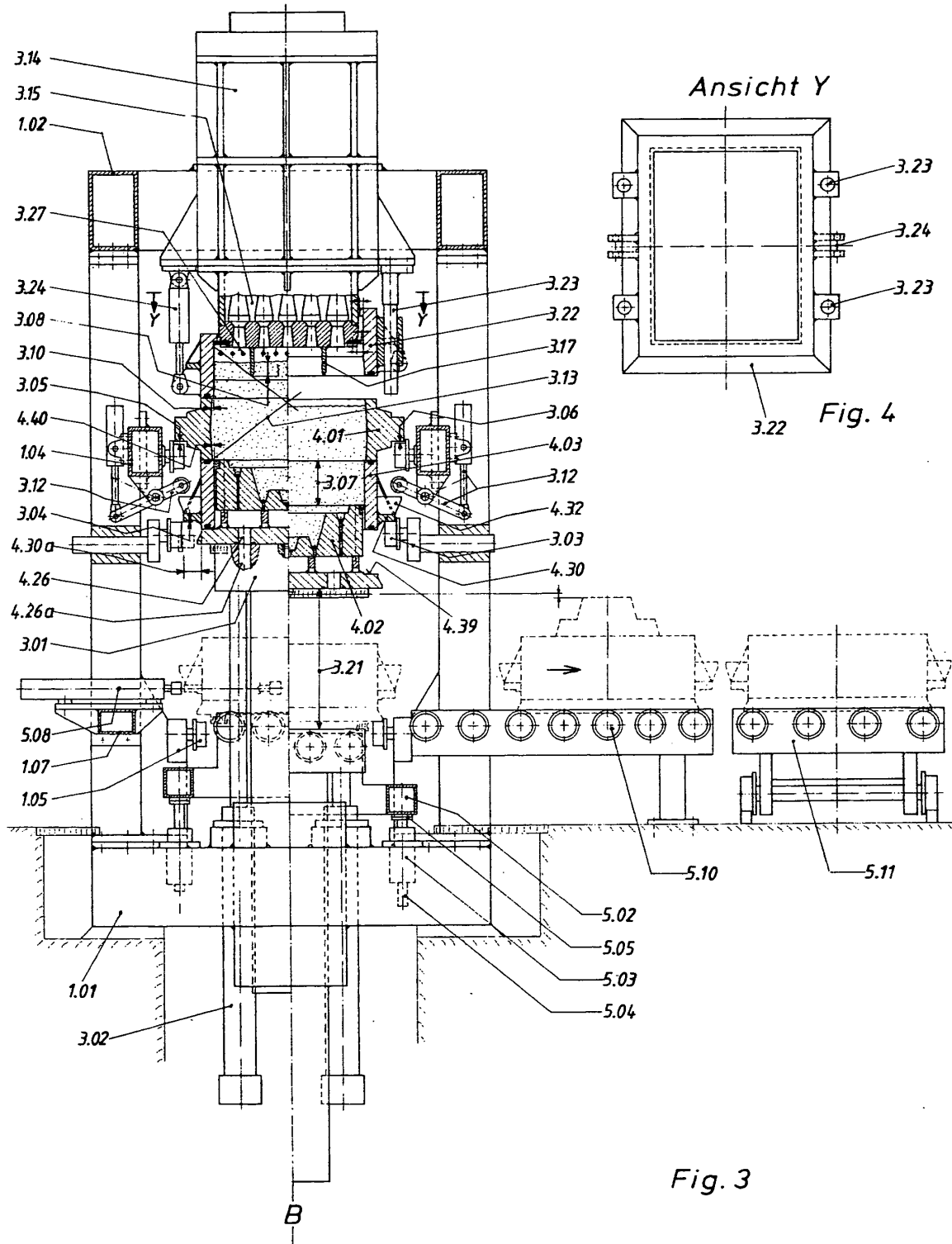


Fig. 2

SCHNITT B-B



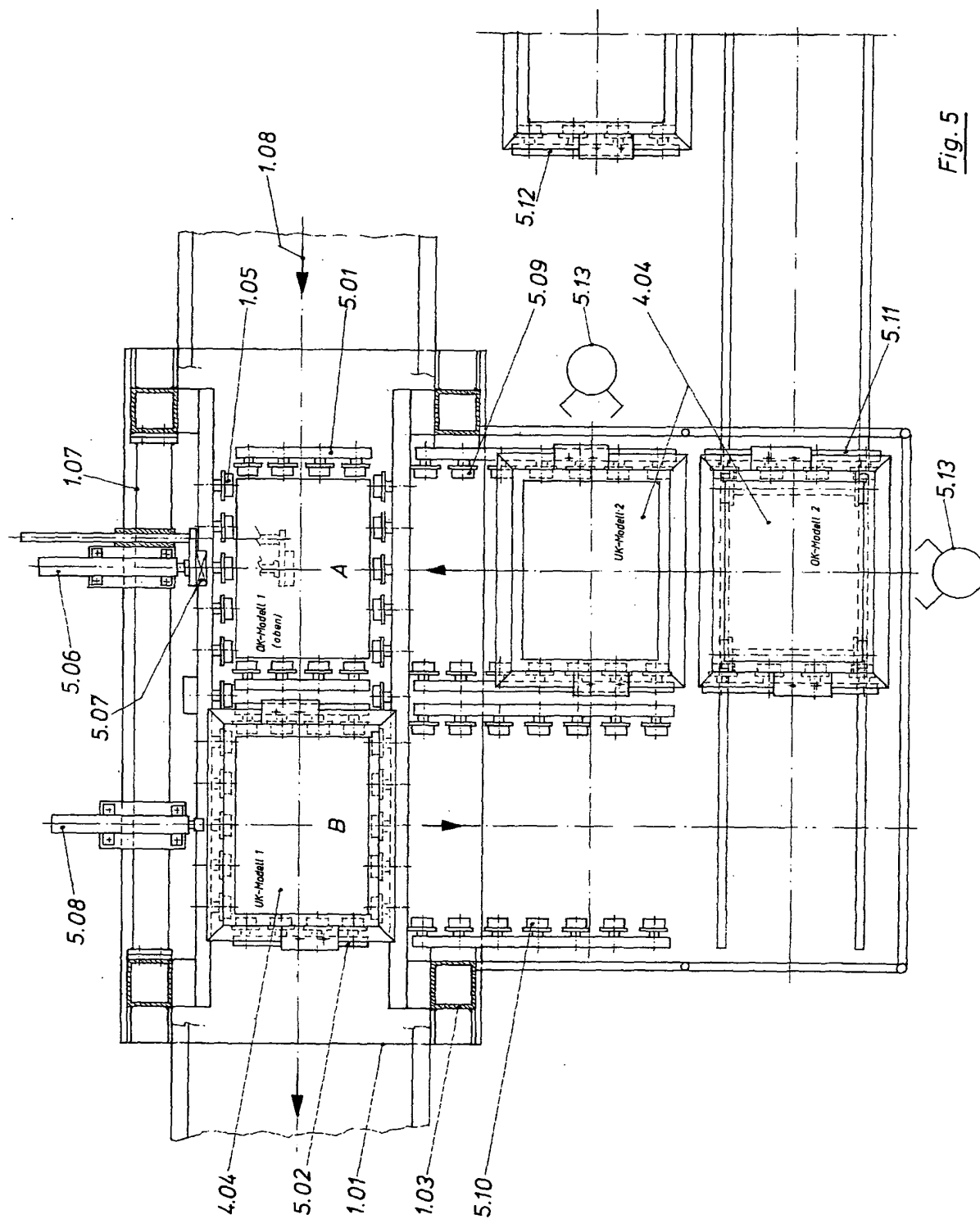


Fig. 5

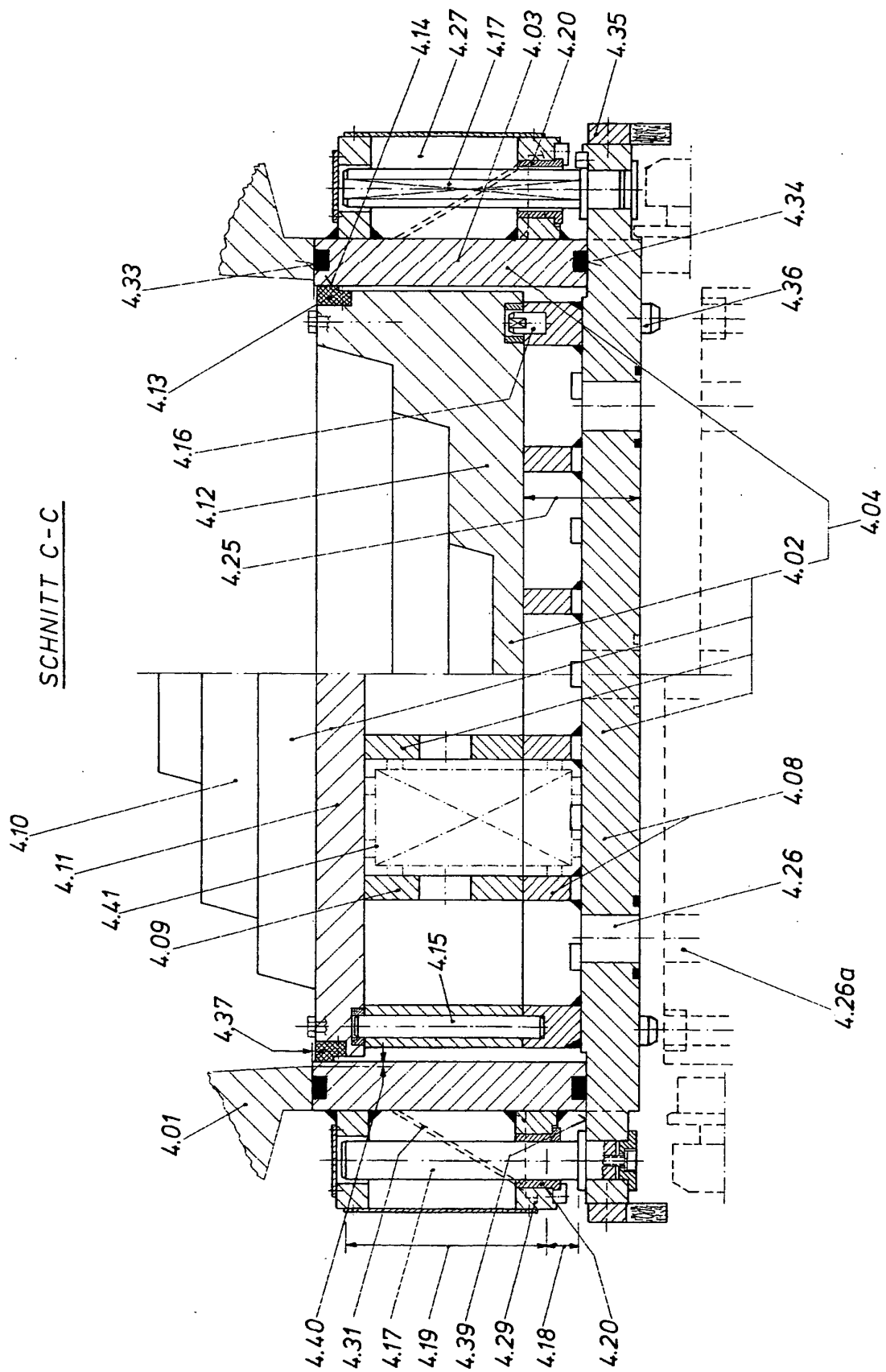


Fig. 6

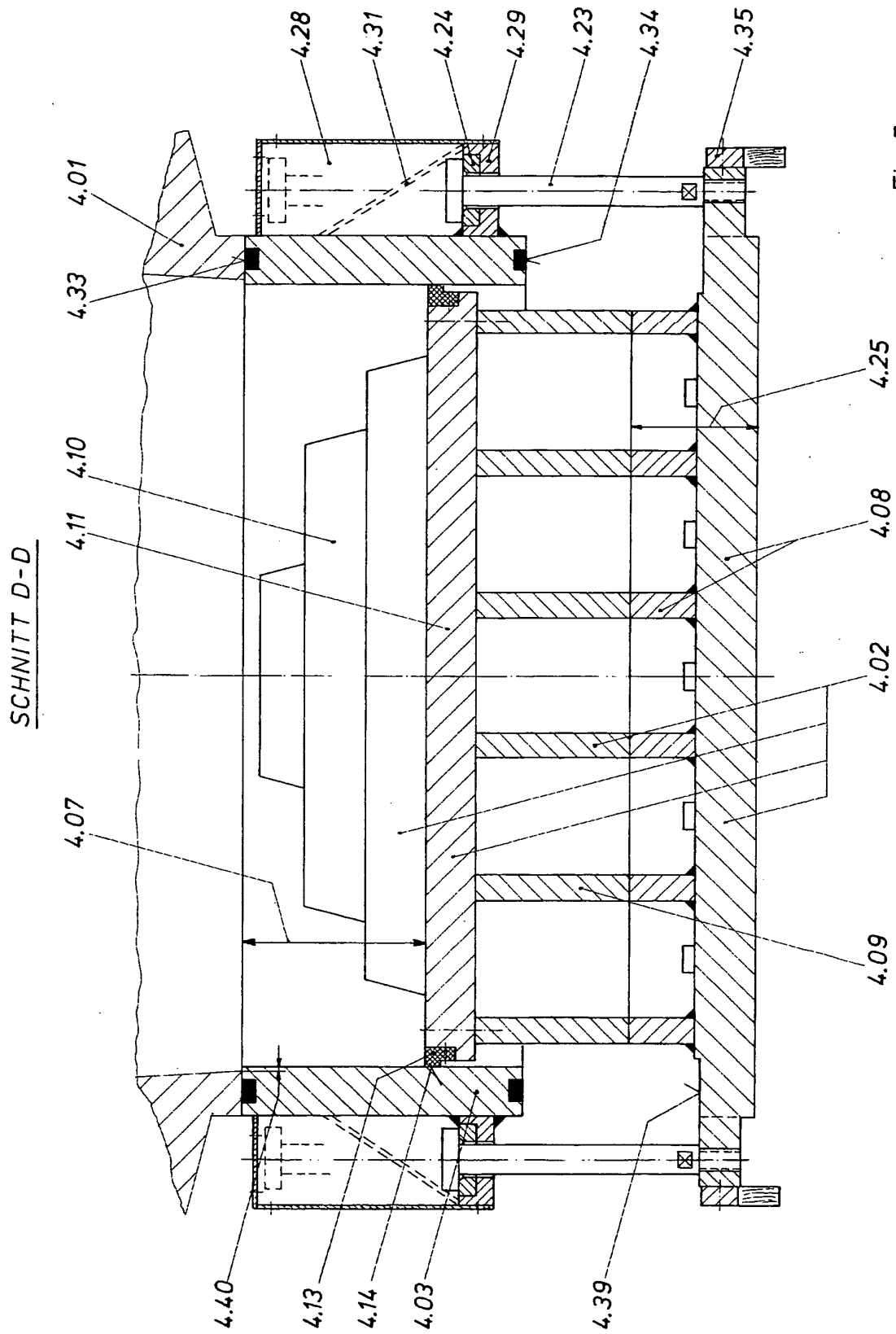


Fig. 7

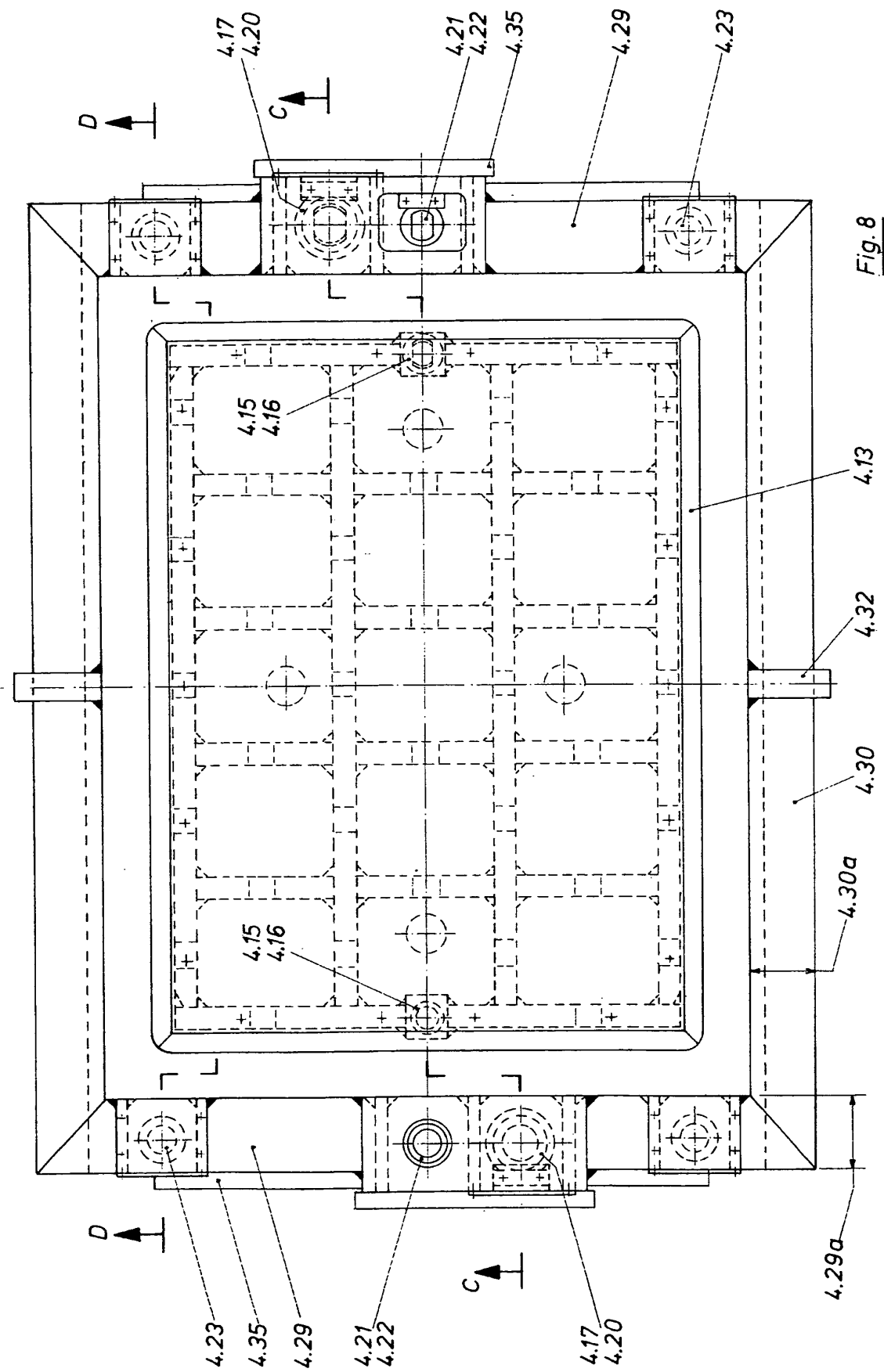


Fig. 8

