

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 84108988.1

51 Int. Cl.⁴: **B 22 C 15/00**
B 22 C 15/22, B 22 C 9/00

22 Anmeldetag: 28.07.84

30 Priorität: 02.08.83 DE 3327822

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
02.05.85 Patentblatt 85/18

84 Benannte Vertragsstaaten:
AT CH DE FR GB IT LI

71 Anmelder: Mertes, Josef
Zum Lehrberg 6
D-5928 Bad Laasphe(DE)

72 Erfinder: Mertes, Josef
Zum Lehrberg 6
D-5928 Bad Laasphe(DE)

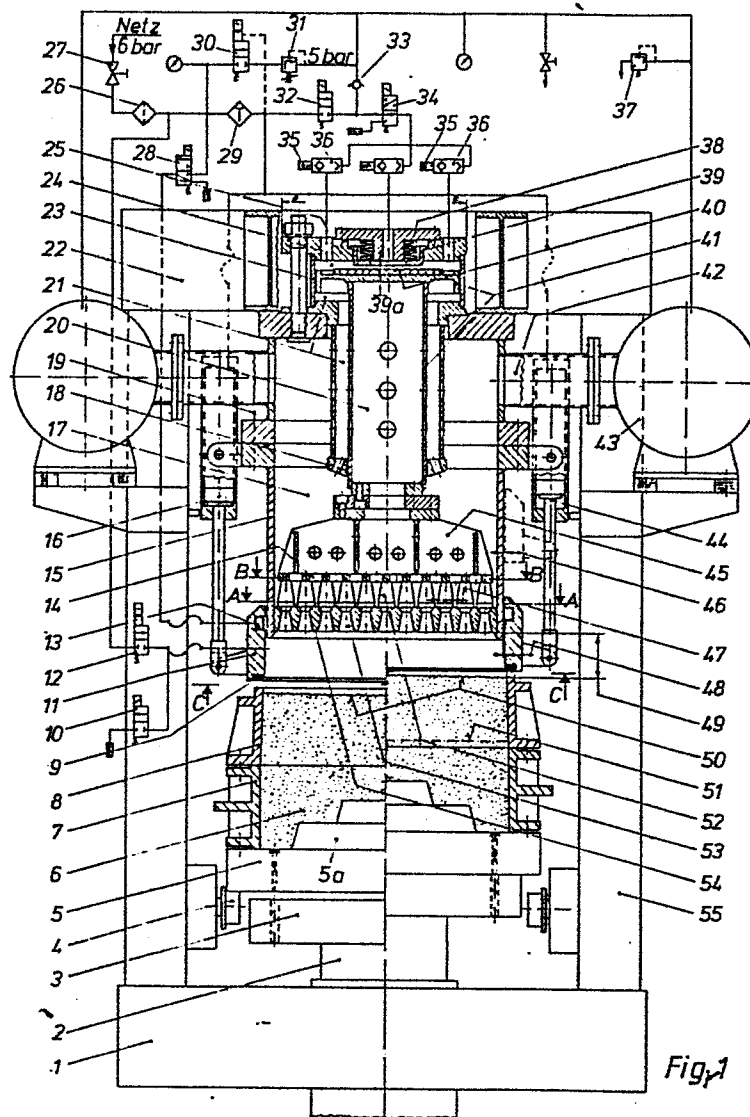
54 Verfahren und Vorrichtung zum Verdichten von kornförmigen Formstoffen z.B. Giessereiformsand.

57 Zur Verdichtung von kornförmigen Formstoffen wird innerhalb eines geschlossenen Systems eine Druckwelle gasförmigen Mediums z.B. Druckluft erzeugt, die auf die Oberfläche eines Formstoffes (50) einwirkt, der lose in einen Modell-Form- und Füllrahmen geschüttet ist. Von wesentlicher Bedeutung ist hierbei, daß die Druckwelle mit hoher Geschwindigkeit senkrecht und gleichmäßig frontal auf die gesamte lose Formstoffoberfläche auftrifft. Die Formstoffmasse wird dadurch beschleunigt und durch nachfolgendes Abbremsen auf der Modellplatte verdichtet.

Die Vorrichtung zur Erzeugung der Druckwelle besteht aus einer Druckgaskammer (17), deren Bodenplatte (54) eine große Anzahl verschließbarer Öffnungen hat (53), aus denen das Druckmedium schlagartig austritt und sich im Verlaufe einer kurzen Distanz zwischen Bodenplatte und der losen Formstoffoberfläche zu einer frontalen Druckwelle ausbildet. Ein beweglicher Flansch mit einer statischen (9) und einer aktivierbaren Dichtung (13) stellt eine druckdichte Verbindung zwischen der Außenwand der Druckgaskammer und dem Füllrahmen her. Die Druckgaskammer mit der Bodenplatte kann durch den Flansch (11) berührungslos hindurchfahren wodurch ein leichtes Andrücken der losen Formstoffoberfläche und ein Nachpressen einer etwas geringer verdichteten, dünnen Oberflächenschicht möglich ist.

Die Summe aller Auslaßquerschnitte in der Bodenplatte und der Querschnitt des darüberliegenden Hauptkolbens bilden zusammen ein Differentialkolbensystem wobei der

Querschnitt des Hauptkolbens größer ist als die Summe aller Auslaßquerschnitte. Der Zylinderraum unter dem Hauptkolben sowie der Kolbenhohlraum (20) sind integrierte Bestandteile der Druckgaskammer. Dadurch wird der Hauptkolben beim Entspannen des oberen Zylinderraumes schlagartig angehoben. Der erforderliche Hub zum Öffnen eines drosselfreien Querschnittes beträgt nur d/4 einer Bodenplattenöffnung, weil die Dichtflächen planparallel verlaufen. Zusammengefaßt bewirken diese Kriterien ein schlagartiges, nur wenige Millisekunden dauerndes Öffnen des gesamten, großflächigen Auslaßquerschnittes.



JOSEF MERTES, Engineering für Gießereianlagen - 5928 Laasphe

Verfahren und Vorrichtung zum Verdichten von kornförmigen
Formstoffen z.B. Gießereiformsand

Die Erfindung betrifft ein Verfahren nach dem Oberbegriff des Anspruches 1 sowie eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach dem Oberbegriff des Anspruches 6.

Neben den rein mechanischen Verfahren zur Formstoffverdichtung durch Rütteln und Pressen sowie durch Einschießen des Formstoffes mit anschließendem Nachpressen, sind Verfahren bekannt, bei denen der Formstoff durch die Druckwirkung eines explodierenden Gases oder durch die unmittelbare Einwirkung von Druckluft verdichtet wird. So sind z.B. entsprechende Vorrichtungen in den Druckschriften DE-3025993 und DE-2949340 (Explosionsverfahren) sowie in den Druckschriften DE-1097622 und DE-3105350 (Druckluftverfahren) beschrieben.

Bei dem Explosionsverfahren ist es nachteilig, daß ein explosives Medium angewendet werden muß. Dieses macht erhebliche Maßnahmen der Sicherheit und des Umweltschutzes erforderlich. Außerdem wird die Vorrichtung und der Formstoff erheblichen Temperaturbelastungen ausgesetzt, was u.a. zu einer starken Austrocknung der Formstoffoberfläche führt. Ferner ist davon auszugehen, daß sich die Druckwelle durch die Explosion sternförmig ausbreitet und somit nicht an allen Stellen gleichmäßig und senkrecht als frontale Druckwelle auf die lose Formstoffoberfläche auftrifft.

Die bekannten Vorrichtungen mit den Druckluftverfahren haben den Nachteil, daß die Druckluft punktuell und nicht gleichmäßig frontal auf die lose Formstoffoberfläche auftrifft. Dies führt zu einer ungleichmäßigen Verdichtung und zu einer aufgewühlten, kraterähnlichen Oberfläche der Formrückseite. Es sind Vorrichtungen bekannt, bei denen die Druckluft nach einem zentralen Auslaß über Schikanen auf die lose Formstoff-

oberfläche geleitet wird, was zu erheblichen Energieverlusten führt. Weitere Nachteile sind, daß die kegelförmigen Ventilteller einen großen Ventilhub erfordern, und daß ein externer Antrieb mit fremder Energiequelle und entsprechenden Abdichtungen das Ventil oder die Ventile öffnet, was insgesamt gesehen die für das Verfahren bedeutsame Schnelligkeit des Systems negativ beeinflußt.

Beim Auftreffen der Druckluft auf die lose Formstoffoberfläche, wird die Formstoffmasse beschleunigt und durch nachfolgendes Abbremsen auf der Modellplatte verdichtet. Es entsteht hierbei der charakteristische Formhärteverlauf mit hohen Werten an der Modellseite und niedrigen Werten an der Formrückseite, die von der Druckluft direkt beaufschlagt wurde. Die für die Gießtechnik ideale Charakteristik hat aber den Nachteil, daß die Formrückseite nicht den Anforderungen der Praxis entspricht, insbesondere im Hinblick auf Gießtumpel und Eingußtrichter. Es bedarf daher einer integrierten Einrichtung die diesen Nachteil beseitigt ohne jedoch den vorteilhaften Formhärteverlauf wesentlich zu beeinflussen. Vorteilhaft wäre, wenn diese gleiche Einrichtung auch die lose Formstoffoberfläche vor der Druckeinwirkung leicht andrückt. Dadurch wird einerseits das Luftporenvolumen in der losen Oberfläche des Formstoffes reduziert und andererseits das Eindringen der Druckluft in den Formstoff vermindert. Die zuvor beschriebene Einrichtung ist bei den bisher bekannten Vorrichtungen mit dem Druckluftverfahren nicht vorhanden.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, die beschriebenen Nachteile zu vermeiden und ein Verfahren und eine Vorrichtung vorzuschlagen, womit eine frontale, gleichmäßige und senkrecht wirkende Druckwelle erzeugt wird, die mit hoher Geschwindigkeit den Formstoff gleichmäßig verdichtet und die eine integrierte Einrichtung zur Vor- und Nachbehandlung der Formrückseite aufweist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch die kennzeichnenden Merkmale der Ansprüche 1, 3, 5 und 6. Weitere Merkmale und besondere Ausführungsformen sind in den son-

stigen Ansprüchen angegeben.

Die Vorteile der vorliegenden Erfindung werden insbesondere durch folgende Merkmale gekennzeichnet:

- 5 - die Bodenplatte 54 weist eine große Anzahl kleiner kreisförmiger Öffnungen 53 mit lavaldüsenähnlichen Querschnitten auf, die so ausgebildet sind, daß der Luftstrahl am Ausgang der Düse leicht aufplatzt. Dies bewirkt im Zusammenhang mit einer definierten, minimalen Distanz 49 zwischen Bodenplatte 54 und der losen Formstoffoberfläche 50 die
10 Ausbildung einer frontalen Druckwelle, die senkrecht und gleichmäßig auf die lose Formstoffoberfläche 50 auftrifft und somit zu einer gleichmäßigen Verdichtung führt.
- die Bodenplatte 54 weist an der Unterseite zwischen den kreisförmigen Düsenausgängen eine noch ausreichende
15 ca. 50 prozentige Fläche 59 zum Andrücken und Nachpressen des Formstoffes auf. Die Bodenplatte 54 kann daher als integrierte Preßvorrichtung benutzt werden. Außerdem ist ein Nachverdichten auch durch Druckerhöhung des entspannten Gases möglich.
- 20 - Die Ventilstößel 52,65 und der Hauptkolben 41 bilden zusammen ein Differentialkolbensystem. Das Druckmedium der Druckgaskammer 17 steht ständig als potentielle Energie am Hauptkolben 41 an. Eine fremde Energiequelle ist nicht erforderlich. Die Freigabe des gesamten Auslaßquerschnittes
25 erfordert nur den sehr geringen Hub von $d/4$ einer kleinen kreisförmigen Auslaßöffnung. Zusammen bewirken diese Kriterien ein Öffnen des gesamten Auslaßquerschnittes in nur wenigen Millisekunden.
- Der Hauptkolben 41 benötigt keine Dichtungen, weil er mit
30 dem Medium der Druckgaskammer angetrieben wird und weil der geöffnete Zustand nur Bruchteile von Sekunden dauert.
- Der Rahmen 45 hat zum drosselfreien Nachströmen des Druckmediums die großzügig bemessenen Öffnungen 14,57,67. Der Kolbenhohlraum 20 und der untere Zylinderraum 24 sind
35 integrierte Bestandteile der Druckgaskammer 17. Letzteres bewirkt ein annähernd verzögerungsfreies Reagieren des

Hauptkolbens 41.

Das erfindungsgemäße Verfahren kann insbesondere in der Gießerei zur Verdichtung von Formen und Kernen, sowie in der Bauindustrie zur Verdichtung von Baustoffen Anwendung
5 finden. Außerdem kann das erfindungsgemäße Verfahren auch zur Verdichtung von irgendwelchen anderen Formstoffen verwendet werden.

Nachstehend wird nun die Erfindung anhand der in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiele beschrieben.

10 Hierbei zeigen:

Fig.1 einen Längsschnitt durch die erfindungsgemäße Vorrichtung

linker Halbschnitt : in Ausgangsstellung

rechter Halbschnitt: in Arbeitsstellung

15 Fig.2 einen Querschnitt durch die Ventilstößel gemäß Linie A-A, Fig.1

Fig.3 einen Querschnitt durch den Rahmen gemäß Linie B-B, Fig.1

Fig.4 eine Unteransicht der Bodenplatte
20 gemäß Linie C-C, Fig.1

Fig.5 einen Längsschnitt durch einen Ventilstößel gemäß Linie D-D, Fig.3

Fig.6 ein Anordnungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung

25 Fig.7 einen Teilschnitt einer anderen Ventilstößelausführung

Fig.1 zeigt eine Modellplatte 5 mit Modell 5a zusammen mit einem Formkasten 7 und einem Füllrahmen 8. Darüber befindet sich die Bodenplatte 54, die eine große Anzahl kleiner,
30 kreisförmiger Öffnungen 53 mit lavaldüsenähnlichen Querschnitten aufweist. Die Bodenplatte 54 ist Bestandteil der darüber angeordneten Druckluftkammer 17. Die Druckluftkammer 17 ist zur Vergrößerung des Ausgangsvolumens über die großzügig dimensionierten Leitungen 42 mit den zwei symmetrisch

angeordneten Windkesseln 43 verbunden. Der Druck in der Druckluftkammer beträgt 5 bar. In der Druckluftkammer 17 befindet sich der luftdurchlässige Rahmen 45, der die elastischen Ventilstößel 52,65 trägt. Die großzügig ausgelegten Bohrungen 5 14,57,67 im Rahmen 45 ermöglichen ein drosselfreies Durchströmen der Druckluft. Die elastischen Ventilstößel 52,65 verschließen die Öffnungen 53 in der Bodenplatte 54. Der Rahmen 45 ist am Kolben 41 befestigt. Der Kolben 41, der das Öffnen und Schließen der Bodenplattenöffnungen 53 bewirkt, gleitet 10 in einem Zylinder, dessen unterer Raum 21 integrierter Bestandteil der Druckluftkammer 17 ist. Ebenso ist der Kolbenhohlraum 20 integrierter Bestandteil der Druckluftkammer 17. Am Außenrand des Gehäuses 15 ist ein senkrecht beweglicher Flansch 11 an vier Pneumatikzylindern 44 aufgehängt. Die Pneumatikzylinder stehen kolbenseitig unter Dauerdruck und sie 15 wirken somit als pneumatische Feder. In der Ausgangsstellung werden die Kolben gegen die Anschläge 16 gedrückt. Der Flansch 11 hat die Aufgabe, mit seinen Dichtungen 9 und 13 eine druckdichte Verbindung zwischen dem Gehäuse 15 und dem 20 Füllrahmen 8 herzustellen. Die Dichtung 9 ist eine statische Dichtung, während die Dichtung 13 mit Druckluft aktivierbar ist. Im nicht aktivierten Zustand zieht sich die Dichtung 13 hinter die Flanschinnenfläche zurück und das Gehäuse 15 kann mit dem Spiel 46 berührungslos durch den Flansch 11 bewegt 25 werden. Im aktivierten Zustand wird die Dichtung 13 gegen die Außenwand des Gehäuses 15 gepreßt.

Fig.1 linker Halbschnitt zeigt die Vorrichtung in der Ausgangsstellung. Die Modellplatte 5 mit Modell 5a, Formkasten 7 und Füllrahmen 8 ist über die Rollenbahn 4 unter die Bodenplatte 54 gefahren. Der Formstoff 6 ist bis zur Oberfläche 50 30 lose und gleichmäßig aufgeschüttet. Mit dem Hubtisch 3 wird die Modellplatte 5 von der Rollenbahn 4 abgehoben und mit der weiteren Aufwärtsbewegung wird der Füllrahmen 8 unter den Flansch 11 gedrückt, der dann gegen den pneumatischen Federdruck 44 ebenfalls nach oben bewegt wird. Die Aufwärtsbewegung 35 wird soweit geführt bis die Bodenplatte 54 die lose Formstoffoberfläche 50 zur Verminderung ihres Luftporenvolumens leicht angedrückt hat. Danach wird durch eine Abwärtsbewegung die

lose Formstoffoberfläche 50 in eine definierte Distanz 49 zur Bodenplatte 54 gebracht (Schußposition). Es kann aber auch darauf verzichtet werden, die Formstoffoberfläche leicht anzudrücken. Die Aufwärtsbewegung wird dann direkt bis zur
5 definierten Distanz 49 (Schußposition) geführt.

Fig.1 rechter Halbschnitt zeigt die Vorrichtung in Schußposition, wobei mit "Schuß" das schlagartige Austreten der Druckluft gemeint ist. In dieser Position wird zunächst die Dichtung 13 aktiviert. Der pneumatische Federdruck 44 bewirkt
10 eine Anpressung der Dichtung 9. Außerdem wirkt dieser pneumatische Federdruck der Kraft entgegen, die durch die Druckeinwirkung auf den Spalt 48 entsteht. Das System ist damit druckdicht verschlossen und die Druckwellenverdichtung kann freigegeben werden. Das Gehäuse der Druckluftkammer 17 ist
15 über den Kopfrahen 22, den Säulen 55, dem Grundrahmen 1 und dem Zylinder 2 mit Hubtisch 3 zu einem kraftschlüssigen System verbunden.

Durch Anheben des Kolbens 41 werden über den biegesteifen Rahmen 45 alle Auslaßbohrungen 53 gleichzeitig geöffnet.
20 Weil zum Öffnen eines drosselfreien Querschnittes nur ein kleiner Hub von wenigen Millimetern ($d/4$ einer Auslaßbohrung) erforderlich ist und weil weitere noch zu beschreibende, vorteilhafte Kriterien vorliegen, werden nur wenige Millisekunden zum Öffnen eines drosselfreien Querschnittes benötigt. Die Druckluft kann somit aus den Öffnungen 53 der
25 Bodenplatte 54, die insgesamt einen sehr großen Querschnitt ausmachen, schlagartig austreten. Die kreisförmigen Öffnungen 53, die gemäß Fig.4 in einem Rastersystem sehr nah beieinanderliegen, haben lavaldüsenähnliche Querschnitte.
30 Durch eine entsprechende Ausbildung der Düse wird erreicht, daß der Luftstrahl am Ausgang der Düse leicht aufplatzt. Dies hat zur Folge, daß die nah nebeneinander austretenden Luftstrahle sich vermischen und im weiteren Verlauf der Distanz 49 eine Druckwelle bilden. Die Druckwelle trifft mit hoher
35 Geschwindigkeit auf die lose Formstoffoberfläche 50 auf. Der Formstoff 6 wird beschleunigt und durch nachfolgendes Abbremsen auf der Modellplatte 5 verdichtet. Die Druckluft entspannt dabei in dem geschlossenen System mit adiabatischem

Verlauf auf einen definierten Enddruck. Die stärkste Verdichtung entsteht im Bereich der Modellplatte, weil diese als starre und unnachgiebige Masse die stärkste Verzögerung der Formstoffmassenteilchen bewirkt und weil hier noch die
5 vollständige Masse des Formstoffes wirksam ist. Im Verlauf zur Oberfläche 51 hin nimmt die Formstoffverdichtung leicht ab, weil die Formstoffmasse und somit die Massenenergie abnimmt und weil die oberen Schichten des Formstoffes nicht mehr unmittelbar auf der starren Modellplatte sondern in den
10 Zwischenschichten des Formstoffes abgebremst werden. Es entsteht hierdurch der charakteristische und gießtechnisch ideale Formhärteverlauf. Falls die Formhärte der Oberflächenschicht 51 nicht ausreicht, um Gießtümpel und Gießtrichter einzufräsen, so kann die Formstoffoberfläche 51 nachverdichtet werden ohne
15 jedoch den idealen Formhärteverlauf wesentlich zu beeinflussen. Hierzu wird nach dem Verschließen der Bodenplattenöffnungen 53 das Ventil 12 geöffnet. Der Restdruck über der Formstoffoberfläche 51 wird dabei wieder auf den Systemdruck 6 bar erhöht und dieser wird für eine kurze Zeit als statischer Druck über der Formstoffoberfläche 51 gehalten. Über
20 das Ventil 10 wird der Raum zwischen Bodenplatte 54 und Formstoffoberfläche 51 wieder drucklos gemacht. Eine weitere Möglichkeit der Nachverdichtung besteht darin, daß die Formstoffoberfläche 51 mittels Hubtisch 3 gegen die Bodenplatte
25 54 gedrückt wird. Dies geschieht, indem zuvor der Restdruck über der Formstoffoberfläche 51 durch das Ventil 10 abgelassen und die Dichtung 13 entspannt wird. Die wirksame Preßfläche 59 zwischen den Öffnungen 53 beträgt ca. 50% der gesamten Formstoffoberfläche 51.

30 Nach dem Verdichtungsverfahren wird der Hubtisch wieder abgesenkt, wodurch sich die Modellplatte 5 mit Modell 5a, Formkasten 7, Füllrahmen 8 und der verdichteten Form wieder auf die Rollenbahn 4 absetzt. Die Modellplatte 3 mit den aufliegenden Einheiten wird herausgefahren. Gleichzeitig wird
35 von der entgegengesetzten Seite die andere Modellhälfte unter die Bodenplatte 54 gefahren und mit Anheben des Hubtisches 3 beginnt ein neuer Verdichtungszyklus. Dieses vorteilhafte Anordnungsbeispiel einer Druckgaskammer für zwei

Modellhälften ist in Fig.6 dargestellt. Darüberhinaus sind viele andere Anordnungsvarianten möglich.

Die Summe der Querschnittsflächen 47,60 und die Querschnittsfläche des Kolbens 41 bilden zusammen ein Differentialkolben-
 5 system. Die Querschnittsfläche des Kolbens 41 ist größer als die Summe aller Querschnittsflächen 47,60. In den Zylinderräumen 21 und 24 sowie über den Ventilstößeln 52 stehen die gleichen Druckwerte der Druckluftkammer 17 an. Hieraus ergibt sich eine resultierende Kraft, die die Ventilstößel 52,65 auf
 10 ihren Sitz drücken. Diese Kraft entspricht dem Produkt aus der Summe aller Querschnittsflächen 47,60 und dem Druck der Druckluftkammer 17. Wird der Druck im Zylinderraum 24 auf atmosphärischen Druck entspannt, dann ergibt sich eine nach oben gerichtete Kraft, weil die Querschnittsfläche des Kolbens
 15 41 größer ist als die Summe aller Querschnittsflächen 47,60. Im Zeitpunkt, in dem die Ventilstößel zu öffnen beginnen, entspricht diese Kraft dem Produkt aus der Differenzquerschnittsfläche und dem Druck der Druckluftkammer. Im weiteren Verlauf des Ventilstößelhubes erhöht sich diese Kraft, weil durch
 20 das Freiwerden der Ventilstößel die gesamte Querschnittsfläche des Kolbens 41 wirksam wird. Zu berücksichtigen ist jedoch hierbei, daß der Druck entsprechend der Volumenverhältnisse und des adiabatischen Verlaufes von 5 bar auf ca. 3,5 bar abnimmt. Die Flächenverhältnisse sind so ausgelegt,
 25 daß im Zeitpunkt des Hubbeginns der Ventilstößel eine Kraft zur Verfügung steht, die die Überwindung des Eigengewichtes und der Reibung sowie die erforderliche Beschleunigung sicherstellt. Die weitere Krafterhöhung kann somit eine zusätzliche Beschleunigung bewirken, was wiederum für das schnelle Öff-
 30 nen von Bedeutung ist.

Die Kolbengleitflächen 18 und 23 sind mit Führungsbändern versehen, die einen sehr niedrigen Reibwert haben und hoch verschleißfest sind. Sie verhindern außerdem eine metallische Berührung des Kolben- und Zylindermaterials. Dichtungen sind
 35 an den Kolbengleitflächen 18 und 23 nicht erforderlich, weil der Kolben 41 im geschlossenen Zustand der Öffnungen 53 beidseitig vom gleichen Systemdruck beaufschlagt wird. Der ge-

öffnete Zustand, indem der Zylinderraum 24 über die reich-
lich dimensionierten Schnellentlüfterventile 36 auf atmo-
sphärischen Druck entlastet wird, dauert maximal nur 1 Se-
kunde. Die dabei auftretenden geringfügigen Leckagen werden
5 in Kauf genommen, weil sie die Funktion nicht beeinflussen.

Nachfolgend werden nochmals die Kriterien zusammengefaßt,
die für das schnelle, nur wenige Millisekunden dauernde
Öffnen von besonderer Bedeutung sind:

- kleiner, nur wenige Millimeter langer Hub
- 10 - Kolbenflächen 18 und 23 ohne Dichtung
- Kolbenflächen 18 und 23 mit reibungsarmen Führungsbändern
- auf Grund des kleinen Hubes nur ein kleiner Zylinderraum 24,
der über die Schnellentlüftungsventile 36 sehr schnell ent-
lüftet werden kann.
- 15 - Druck steht im Zylinderraum 21 als potentielle Energie an
- große Beschleunigungskraft zum Anheben des Systems

Die hohe Beschleunigung führt trotz des geringen Hubes zu
einer hohen Kolbengeschwindigkeit. Um bei Hubende ein zu
hartes Aufschlagen des Kolbens 41 zu vermeiden, ist im Zyl-
inderraum 24 eine Federdämpfung 39 eingebaut, die den Kolben
20 41 über einen definierten Bremsweg zum Stillstand bringt. Auf
der Kolbenfläche ist eine entsprechend belastbare Kunststoff-
scheibe 40 aufgebracht, die ein metallisches Aufschlagen des
Kolbens auf die Fläche der Federdämpfung 39 verhindert. Wenn
25 der Kolben 41 den zum Öffnen des gesamten Auslaßquerschnittes
erforderlichen Hub 39a zurückgelegt hat, schlägt die Kunst-
stoffscheibe 40 am Flansch 39 an. Die Federn 38 haben in
dieser Ausgangsstellung nur eine sehr geringe Vorspannung,
sodaß der Bremsbeginn annähernd stoßfrei ist. Die Federn 38
30 sind so ausgelegt, daß sie den Kolben 41 zum Stillstand
bringen, bevor er den Zylinderflansch 25 berührt.

Die Führungen 56, die auch als Rollen ausgebildet sein können,
verhindern ein Verdrehen des Rahmens 45. Sie sind mit einem
geringfügigem Spiel eingestellt, sodaß die Hubbewegung des
35 Rahmens nicht behindert wird.

Die Ventilstößel 52,65 bestehen aus einem elastischen Material 64 (z.B. Gummi), welches auf einem Stahlkern 63 aufvulkanisiert ist. Der Stahlkern 63 und der Schraubenkopf 62 stützen das elastische Material gegen den nach Außen wirkenden Systemdruck ab. Die Flächen 68 und 70 verlaufen genau planparallel. Die Länge 69 der Ventilstößel 52,65 entspricht in einem definierten Toleranzbereich diesem planparallelen Abstand. Toleranzdifferenzen werden durch die Elastizität der Ventilstößel angeglichen. Die genaue Länge 69 wird innerhalb des vorgegebenen Toleranzbereiches durch die Distanzscheiben 66 festgelegt. Die Distanzscheiben werden in einer Schablone ermittelt und dem Ventilstößel während einer Zwischenlagerung unverlierbar beigegeben. Für das Auswechseln der Ventilstößel 52,65 wird das Gehäuseunterteil 15 am Schnellverschluß 19 gelöst und mit dem Hubtisch 3 abgesenkt und mittels einer einfachen Palette über die Rollenbahn 4 seitlich weggefahren. Die Ventilstößel 52,65 sind dann von unten frei zugänglich.

Fig.1 zeigt neben der mechanischen Vorrichtung auch das pneumatische Steuerungssystem. Die Druckluft wird vom Netz mit dem Nenndruck 6 bar über den Absperrhahn 27 und über das Filter 26 eingespeist. Die Arbeitsluft wird von dort über das Ventil 30 und über den Druckregler 31 den zwei Windkesseln 43 zugeführt. Die Steuerluft wird hinter dem Druckluftöler 29 abgenommen und über die Ventile 32 und 34 dem Zylinderraum 24 zugeführt. Die Schnellentlüfterventile 36 dienen zum schnellen Entlüften des Zylinderraumes 24. Das Ventil 12 dient zum Nachverdichten der Formstoffoberfläche 51 und das Ventil 10 dient zum Entlasten des Raumes über der Formstoffoberfläche 51. Ventil 37 ist das Hauptsicherheitsventil. Mit dem Druckregelventil 31 wird der Arbeitsdruck auf 5 bar gehalten.

In der Ausgangsstellung ist das Ventil 34 stromlos geöffnet (Sicherheitsschaltung), das Ventil 32 stromlos geschlossen und das Ventil 30 stromführend geöffnet. Die Ventile 10, 12 und 28 sind stromlos geschlossen. In dieser Schaltstellung steht der Druck der Druckluftkammer 17 und der Windkessel 43

über das Rückschlagventil 33, dem Ventil 34 und den Schnell-
entlüfterventilen 36 im Zylinderraum 24 an. Der Kolben 41
wird nach unten gedrückt und die Ventilstößel 52,65 ver-
schließen somit die Öffnungen 53. Wenn die Vorrichtung sich
5 in Schußposition befindet, wird zunächst das Ventil 28 ge-
schaltet und somit die Dichtung 13 aktiviert. Danach wird
das Ventil 34 eingeschaltet und das Ventil 30 ausgeschaltet.
Das Ventil 30 unterbricht die weitere Zufuhr der Arbeits-
luft. Das Ventil 34 unterbricht die Zufuhr der Steuerluft
10 und entlastet gleichzeitig die Schnellentlüfterventile 36.
Über einen großen und drosselfreien Querschnitt der Schnell-
entlüfterventile 36 und der nachgeschalteten Schalldämpfer 35
wird der Zylinderraum 24 in sehr kurzer Zeit entlastet. Der
Kolben 41 hebt die Ventilstößel 52,65 an und die Bodenplatten-
15 Öffnungen 53 werden in wenigen Millisekunden freigegeben. Die
Druckluft tritt aus der Druckluftkammer aus und verdichtet
- wie bereits beschrieben - den Formstoff. Der Druck sinkt
dabei entsprechend der Volumensveränderung und unter Berück-
sichtigung des adiabatischen Verlaufes von 5 bar auf ca. 3,5
20 bar ab. Nach der Druckwellenverdichtung werden die Ventile 32
und 34 geöffnet. Der Kolben 41 wird mit dem Netzdruck von
6 bar nach unten bewegt und die Ventilstößel 52,65 ver-
schließen wieder die Öffnungen 53. Zum Nachverdichten wird
das Ventil 12 für kurze Zeit geöffnet. Danach wird das
25 Ventil 32 geschlossen und das Ventil 30 geöffnet, wodurch
die Druckluftkammer 17 und die Windkessel 43 wieder auf den
Ausgangsdruck von 5 bar gebracht werden und der Zylinderraum
24 wieder vom 6 bar-System auf das 5 bar-System der Druckluft-
kammer 17 geschaltet wird. Zum Entlasten des Druckraumes über
30 der verdichteten Formstoffoberfläche 51 wird das Ventil 10
kurzzeitig geöffnet. Danach wird die Dichtung 13 über das
Ventil 28 entlastet. Der Verdichtungs Vorgang ist beendet und
der Hubtisch 3 kann die Modellplatte 5 wieder auf die Rollen-
bahn 4 absenken.

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Verfahren zum Verdichten von kornförmigen Formstoffen
z.B. Gießereiformsand durch eine mit hoher Geschwindigkeit
auf die Oberfläche des losen Formstoffes einwirkende Druck-
welle gasförmigen Mediums z.B. Druckluft, dadurch gekenn-
5 zeichnet, daß das Druckmedium gleichmäßig aus einer Boden-
platte (54), die annähernd die gesamte Oberfläche (50) des
losen Formstoffes überdeckt und eine große Anzahl ver-
schließbarer Öffnungen (53) hat, austritt und senkrecht
sowie an allen Stellen gleichmäßig als Druckwelle auf die
10 Oberfläche (50) des losen Formstoffes auftrifft.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die
Bodenplatte (54) und/oder die Oberfläche des losen Form-
stoffes (50) - letzteres bewirkt durch die Modellplatte (5)-
in senkrechter Richtung zueinander bewegt werden können.
- 15 3. Verfahren nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeich-
net, daß die Oberfläche (50) des losen Formstoffes zur
Verminderung der in ihr befindlichen Luftporen von der
Bodenplatte (54) vor Einwirkung der Druckwelle leicht an-
gedrückt werden kann.
- 20 4. Verfahren nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeich-
net, daß die Bodenplatte (54) vor Einwirkung der Druck-
welle in eine definierte Distanz (49) zur Oberfläche (50)
des losen Formstoffes gebracht wird, um eine gleichmäßige,
frontale Ausbildung der Druckwelle zu erzielen.
- 25 5. Verfahren nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeich-
net, daß nach der Druckwellenverdichtung eine dünne, etwas
geringer verdichtete Oberflächenschicht (51) nachverdichtet
werden kann und zwar durch Nachpressen mit der Bodenplatte
(54) und/oder durch eine Druckerhöhung des Gases über der
30 festen Formstoffoberfläche (51).

- 6.Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, bestehend aus einem Tisch (3), der die Modellplatte (5) aufnimmt, einem darauf aufliegenden Form- (7) und Füllrahmen (8) und einer darüber angeordneten Druckgaskammer (17), dadurch gekennzeichnet, daß die elastischen Ventilstößel (52,65), die eine große Anzahl von Öffnungen (53) in der Bodenplatte (54) verschließen, an einem biegesteifen und gasdurchlässigen Rahmen (45) befestigt sind und daß der Rahmen (45) an einem Kolben (41) befestigt ist, der unmittelbar unter Einwirkung des Gasdruckes der Druckgaskammer (17) steht und dessen Querschnittsfläche größer ist als die Summe aller Öffnungsquerschnitte (47,60) in der Bodenplatte (54).
- 7.Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Kolben (41), der das Öffnen und Schließen der Öffnungen (53) in der Bodenplatte (54) bewirkt, in beiden Richtungen vom Gasdruck der Druckgaskammer (17) beaufschlagt wird und daß somit keine fremde Energiequelle erforderlich ist.
- 8.Vorrichtung nach den Ansprüchen 6 und 7, dadurch gekennzeichnet, daß durch eine schnelle Druckentspannung im Zylinderraum (24) der Kolben (41) durch den als potentielle Energie im Zylinderraum (21) anstehenden Gasdruck schlagartig angehoben wird.
- 9.Vorrichtung nach den Ansprüchen 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Kolbengleitflächen (18) und (23) ohne Dichtungen sein können.
- 10.Vorrichtung nach den Ansprüchen 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Kolbenhohlraum (20) und der Zylinderhohlraum (21) integrierte Bestandteile der Druckgaskammer (17) sind.
- 11.Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Dichtflächen (61) der elastischen Ventilstößel (65) planparallel zur Innenfläche (70) der Bodenplatte (54)

sind, um mit minimalstem Hub (z.B. $d/4$ einer kreisförmigen Öffnung (60) einen drosselfreien Ausgangsquerschnitt zu erreichen.

12. Vorrichtung nach den Ansprüchen 6 und 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Bodenplatte (54) eine große Anzahl Öffnungen (53) mit lavaldüsenähnlichen Querschnitten aufweist, die in einem rechtwinkligen Rastersystem nah beieinander liegen (Fig. 4) und die so ausgebildet sind, daß die mit Überschallgeschwindigkeit austretenden Luftstrahle an den Düsenausgängen leicht aufplatzen und sich im Verlauf der definierten Distanz (49) miteinander vermischen, wodurch sich eine frontale Druckwelle ausbildet.
13. Vorrichtung nach den Ansprüchen 11 und 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Rahmen (45) zwischen den nach oben konisch verlaufenden Ventilstößeln (52, 65) Öffnungen (14, 57, 67) aufweist, die einen größeren Querschnitt haben, als die Öffnungen (47, 60) in der Bodenplatte (54) und daß die Querschnitte (58) zwischen den Ventilstößeln (52, 65) gleich oder größer sind als die der Öffnungen (14, 57, 67) im Rahmen (45).
14. Vorrichtung nach den Ansprüchen 6 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Kolben (41) einen nur sehr geringen Hub ($d/4$ einer kreisförmigen Öffnung (47, 60) zurücklegen muß, um den gesamten Auslaßquerschnitt in der Bodenplatte (54) drosselfrei zu öffnen, was für die erforderliche, schnelle Öffnung des gesamten Auslaßquerschnittes von besonderer Bedeutung ist.
15. Vorrichtung nach den Ansprüchen 6, 11 und 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Ventilkegel (52, 65) aus einem elastischem Material (64) besteht z.B. Gummi, welches auf einem Stahlkern (63) aufvulkanisiert ist und daß der Schraubenkopf (62) und der Stahlkern (63) das elastische Material (64) gegen den einwirkenden Gasdruck abstützt.
16. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach den An-

sprüchen 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß ein am Gehäuse (15) aufgehängter Flansch (11) eine druckdichte Verbindung zwischen dem Gehäuse (15) und dem Füllrahmen (8) herstellt und daß der Flansch (11) durch eine pneumatische Federkraft (44) auf den Füllrahmen (8) gedrückt wird.

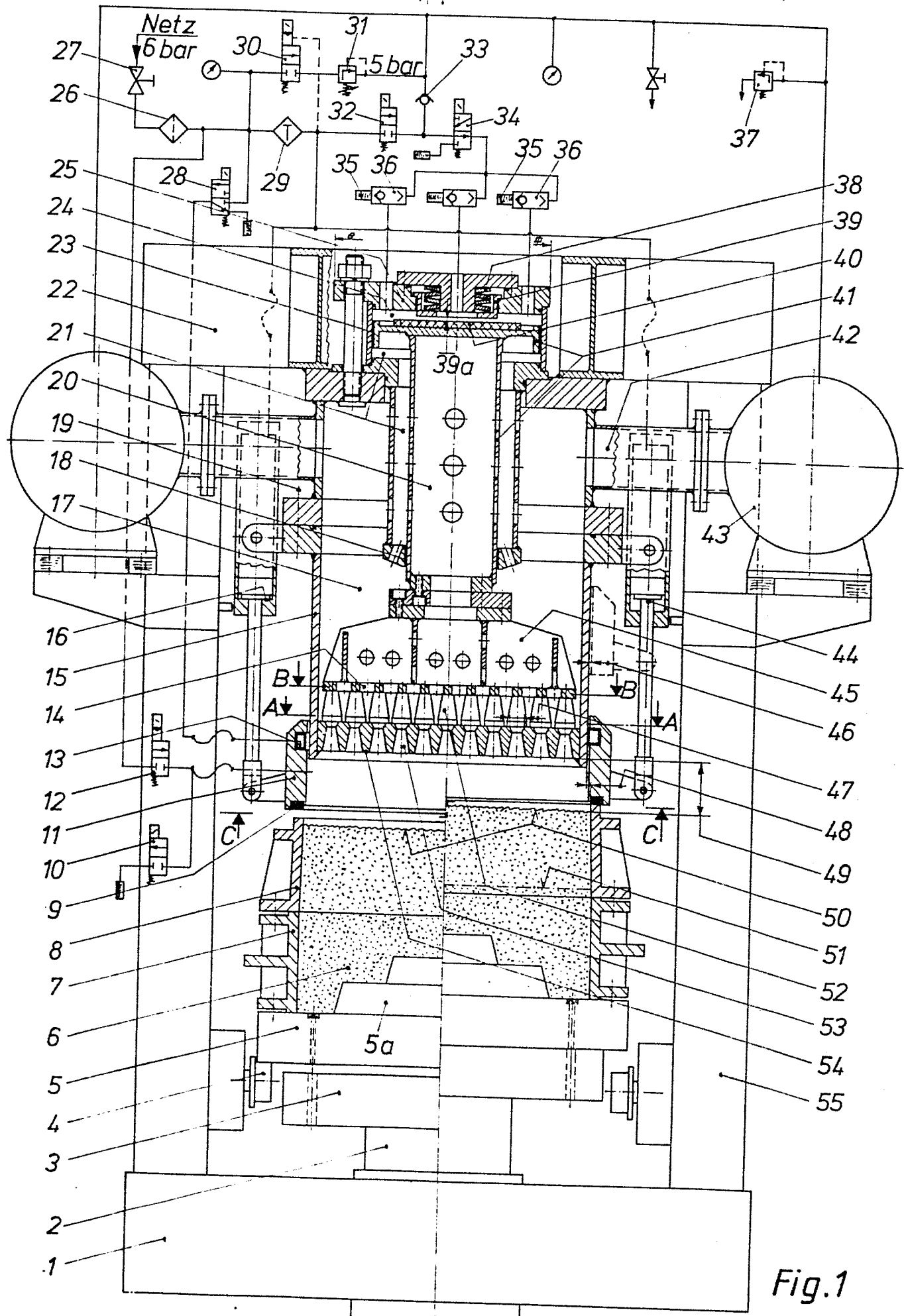
17.Vorrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß der Flansch (11) eine statische Dichtung (9) zum Füllrahmen (8) sowie eine mit Druckgas aktivierbare Dichtung (13) zum Gehäuse (15) aufweist.

18.Vorrichtung nach den Ansprüchen 16 und 17, dadurch gekennzeichnet, daß die aktivierbare Dichtung (13) in einer Vertiefung des Flansches (11) eingelassen ist und sich im nichtaktivierten Zustand durch seine Elastizität hinter die Flanschinnenfläche zurückzieht, wodurch das Gehäuse (15) berührungsfrei mit einem definierten Spiel (46) durch den Flansch (11) bewegt werden kann.

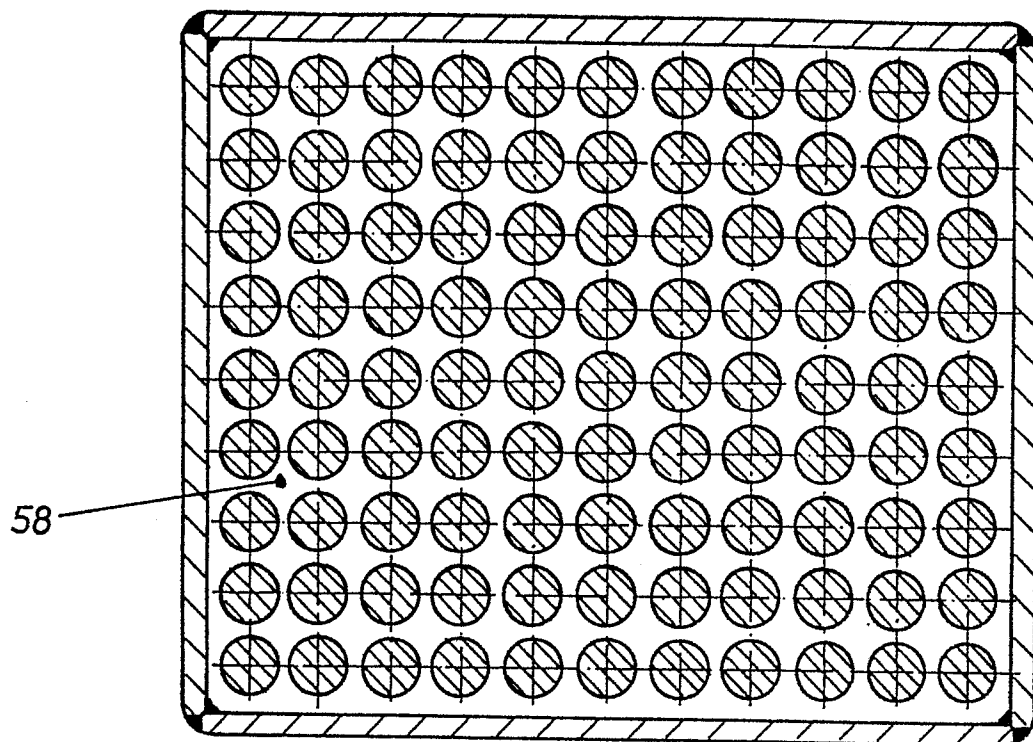
19.Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach den Ansprüchen 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Flansch (11) bei einem definierten Maß (49) auch fest mit dem Gehäuse (15) verbunden sein kann und nur die statische Dichtung (9) hat.

20.Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Ventilstößel (73) auch einen eigenen Antriebskolben (75) nach den Ansprüchen 6 bis 12 haben kann und daß der Ventilstößel (73), der für eine große Auslaßöffnung (71) ausgebildet ist, eine Kugelgelenkaufhängung (74) mit definiertem, allseitigem Winkelausschlag hat, der eine planparallele Auflage der Dichtfläche (72) ermöglicht.

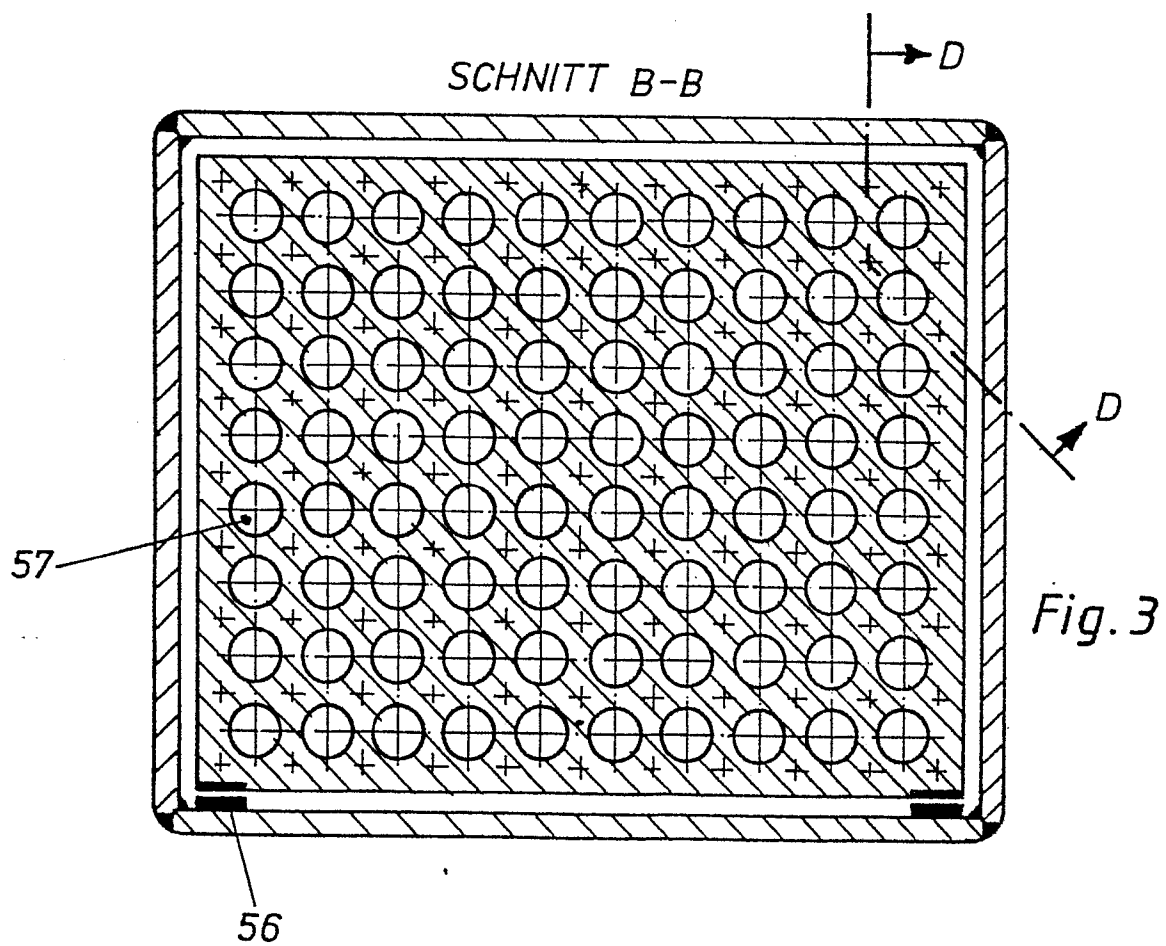
21.Vorrichtung nach Anspruch 6 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die am Rahmen (45) befestigten Ventilstößel (52) auch die Merkmale nach Anspruch 20 haben können.

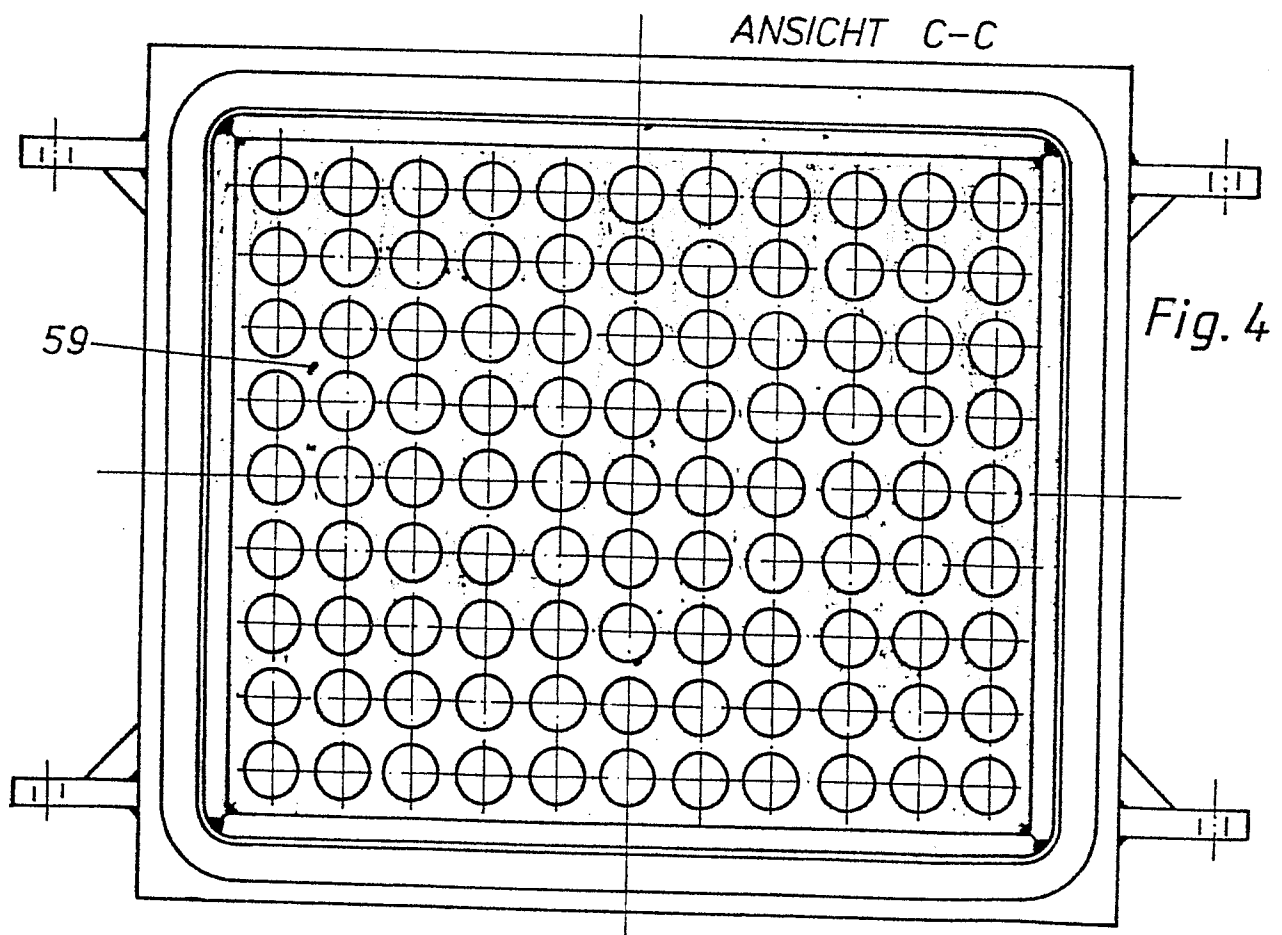
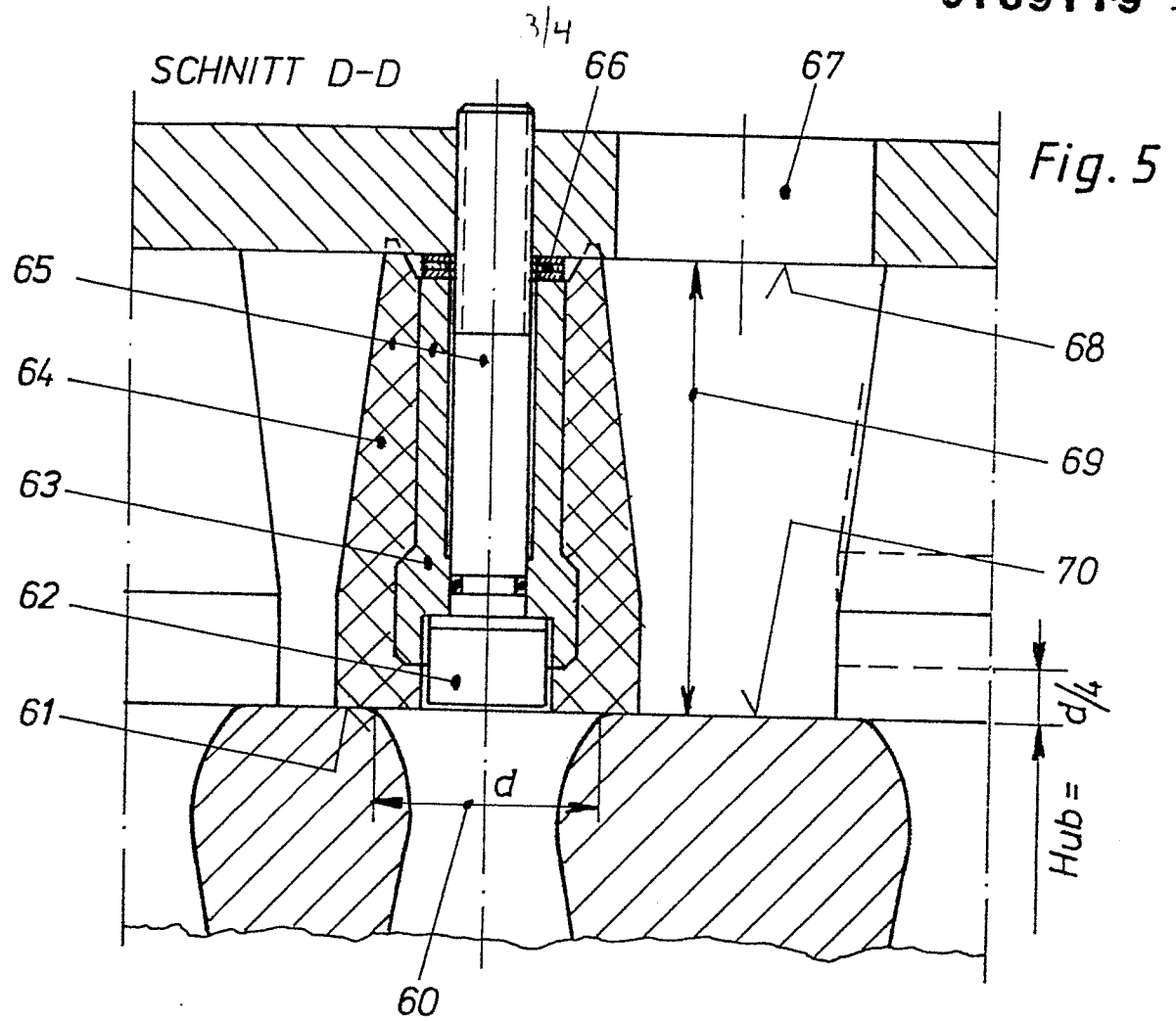


SCHNITT A-A



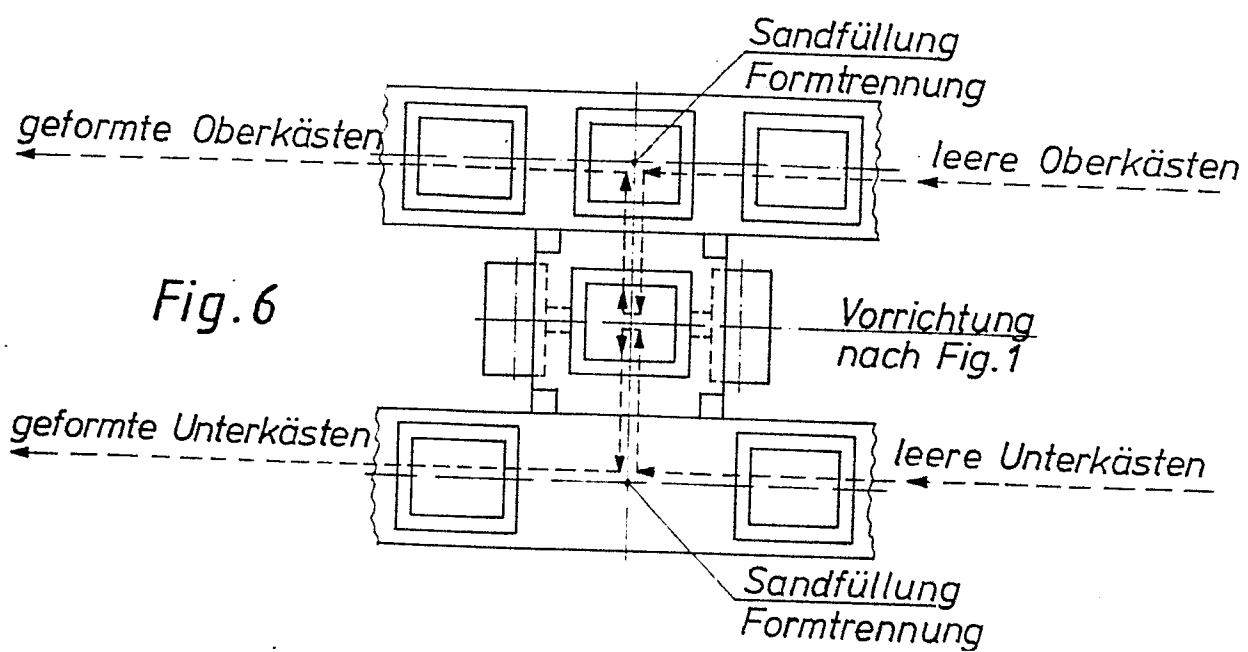
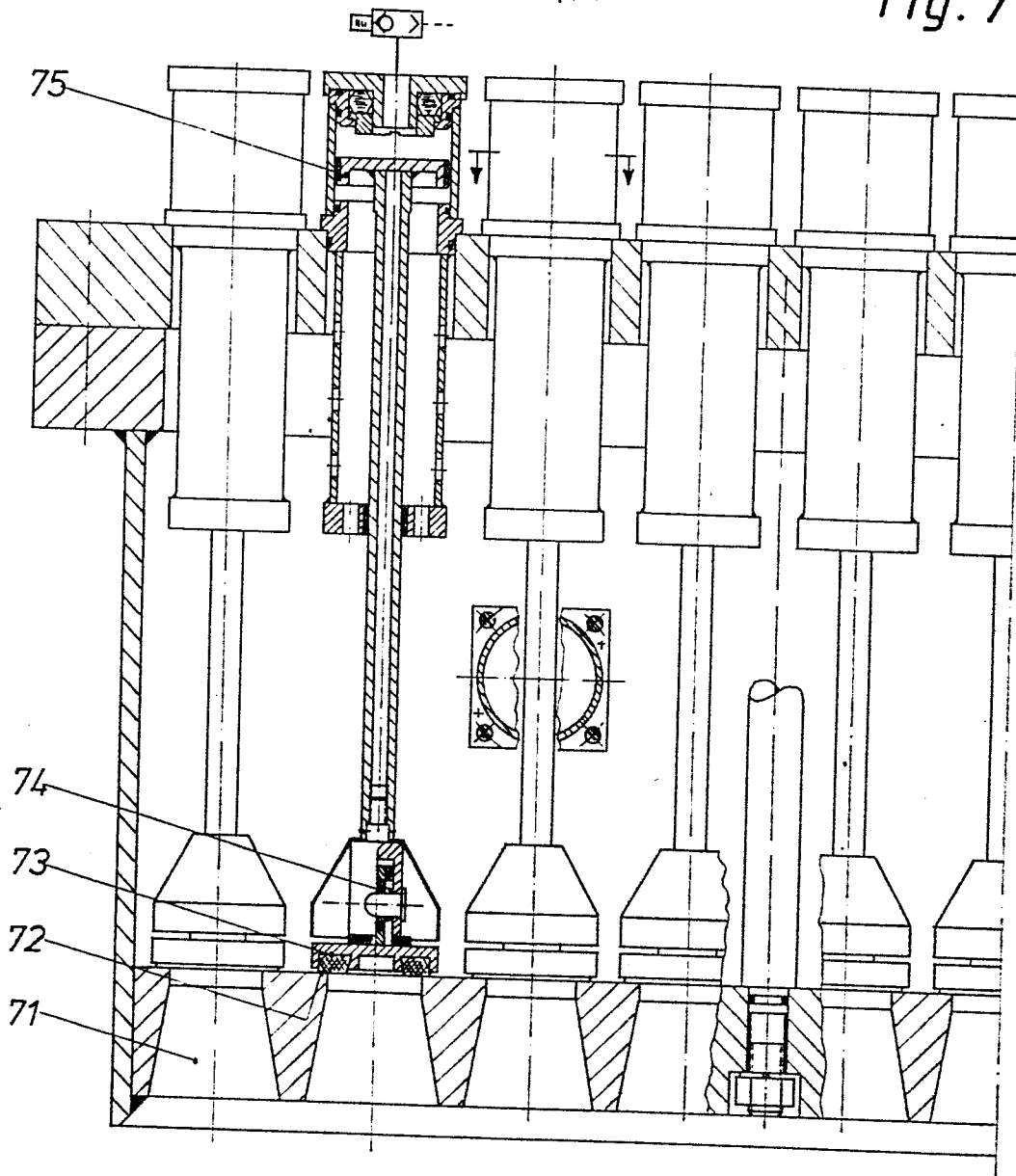
SCHNITT B-B





4/4

Fig. 7





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

0139119

Nummer der Anmeldung

EP 84 10 8988

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 4)
A	EP-A-0 036 434 (E. BÜHLER) * Ansprüche 1, 5; Seite 4, Zeilen 9-16 *	1,6	B 22 C 15/00 B 22 C 15/22 B 22 C 9/00
P, A	--- EP-A-0 084 627 (BADISCHE MASCHINENFABRIK DURLACH) * Ansprüche 1, 3, 9; Seite 3, Zeilen 25-29 *	1,6	
D, A	--- DE-A-3 025 993 (SINTOKOGIO LTD.)		
D, A	--- DE-A-2 949 340 (G. FISCHER AG.)		
D, A	--- DE-A-3 105 350 (G. FISCHER AG.)		
D, A	--- DE-C-1 097 622 (D. PULVERMACHER) -----		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. 4)
Recherchenort BERLIN		Abschlußdatum der Recherche 24-10-1984	Prüfer GOLDSCHMIDT G
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			