



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

⑪ Veröffentlichungsnummer:

0 152 928
A2

⑫

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

⑬ Anmeldenummer: 85101687.3

⑮ Int. Cl.4: **B 22 C 15/00, B 22 C 15/02,**
B 22 C 15/28, B 22 C 15/30

⑭ Anmeldetag: 15.02.85

⑯ Priorität: 23.02.84 DE 3406466

⑰ Anmelder: **BMD Badische Maschinenfabrik Durlach GmbH, Pfinztalstrasse 90, D-7500 Karlsruhe 41 (DE)**

⑲ Veröffentlichungstag der Anmeldung: 28.08.85
Patentblatt 85/35

⑳ Erfinder: **Damm, Norbert, Büchenauer Strasse 22, D-7521 Karlsdorf-Neuthard (DE)**

㉑ Benannte Vertragsstaaten: CH DE FR GB LI

㉒ Vertreter: **Lichti, Heiner, Dipl.-Ing. et al, Patentanwälte Dr. Ing. Hans Lichti Dipl.-Ing. Heiner Lichti Dipl.-Phys. Dr.rer.nat. Jost Lempert Durlacher Strasse 31 Postfach 410760, D-7500 Karlsruhe 41 (DE)**

㉓ Verfahren und Vorrichtung zum Verdichten von Giessereiformstoff.

㉔ Bei einem Verfahren zum Verdichten von Giessereiformstoff, insbesondere Formsand, mittels einer der Formstoffoberfläche unmittelbar aufliegenden Pressplatte, die auf eine Hubgeschwindigkeit bis zu 20 m/s beschleunigt wird, wird eine einwandfreie und gleichmässige Verdichtung über die gesamte Formhöhe dadurch erreicht, dass die Pressplatte in einer Anlaufphase mit bis zu 50% der Gesamthubzeit bis zur maximalen Hubgeschwindigkeit progressiv beschleunigt, in der anschliessenden Hauptphase mit nahezu konstanter Hubgeschwindigkeit bewegt und in der Auslaufphase mit bis zu maximal 30% der Gesamthubzeit degressiv verzögert wird, wobei die Antriebskraft vorzugsweise durch ein hochgespanntes Gasvolumen erzeugt wird, das unter Wirkung einer hydraulischen Gegenlast steht, die für den Verdichtungshub durch schnellen Ablauf des Hydraulikmediums abgebaut wird.

EP 0 152 928 A2

PATENTANWÄLTE
DR. ING. HANS LICHTI
DIPL.-ING. HEINER LICHTI
-PHYS. DR. RER. NAT. JOST LEMPERT

D-7500 KARLSRUHE 41 (GRÖTZINGEN)
DURLACHER STRASSE 31
TEL.: (07 21) 4 85 11

0152928

7476/84

BMD

13. Februar 1985

Badische Maschinenfabrik Durlach GmbH
Pfinztalstraße 90
D-7500 Karlsruhe 41

- 1 -

Verfahren und Vorrichtung zum Verdichten von
Gießereiformstoff

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Verdichten von Gießereiformstoff, insbesondere Formsand, mittels einer der Formstoffoberfläche unmittelbar aufliegenden Preßplatte, die auf eine Hubgeschwindigkeit bis zu 20 m/s beschleunigt wird.

Die Technik der Verdichtung von Gießereiformstoff hat in den letzten Jahren eine sprunghafte Entwicklung gemacht, die weitgehend von der Verbesserung der Arbeitsbedingungen, insbesondere der Umweltbedingungen in der Gießerei bestimmt war. So ist das früher übliche Rütteln und Preßrütteln wegen der erheblichen Lärmentwicklung in zunehmendem Maß durch pneumatisch arbeitende Formmaschinen, beispielsweise Schießmaschinen ersetzt worden, bei denen eine Vorverdichtung durch Abbremsen eines pneumatisch beschleunigten Formstoffvolumens auf dem Modell und der Modellplatte erfolgt. Hierbei ist im allgemeinen ein mechanisches Nachpressen notwendig, um eine ausreichende Formfertigkeit an der Modellkontur zu erreichen.

- In neuerer Zeit sind rein pneumatische Verdichtungsverfahren entwickelt worden, bei denen der Formstoff in den Formkasten eingefüllt und anschließend mit einem schlagartigen Gasdruckstoß beaufschlagt wird. Hierfür wird entweder hochgespanntes Druckgas oder ein zur Explosion gebrachtes gasförmiges Brennstoffgemisch verwendet. Mit diesem Verfahren konnten zwar die Formkosten gegenüber den herkömmlichen Verfahren drastisch gesenkt und die Qualität der Form bei einem großen Anteil von Modellen gesteigert werden, doch ergeben sich bei anderen Modellen wieder unerwartete Schwierigkeiten. Mit diesen Verfahren ist es ferner nicht möglich, Gießtrichter oder Gießtümpel direkt einzufügen, da der Formrücken relativ weich bleibt. Bei einigen Gußarten, z. B. Sphäroguß oder Stahlguß, ist ein harter Formrücken und wegen der Belastung beim Gießen eine durchgehend hohe Härte erwünscht, was wiederum dazu zwingt, die Form mechanisch nachzupressen, womit der technische Aufwand zu groß wird. Insgesamt läßt sich für diese Verdichtungsverfahren feststellen, daß die Formkosten gegenüber herkömmlichen Verdichtungsverfahren zwar gesenkt werden können, die praktischen Einsatzmöglichkeiten aber begrenzt sind.
- Es ist schließlich bereits seit einiger Zeit bekannt, Preßorgane, wie Preßplatten, Preßstempel, Membranen oder dgl. durch Gasdruck zu beaufschlagen, doch haben diese Verfahren bisher keine praktische Bedeutung erlangt, offensichtlich deshalb, weil die Verdichtungswirkung den Bereich bekannter hydraulischer oder pneumatischer Preßverfahren nicht überstieg.
- Es ist schließlich bekannt ("Litejnoe Proizvodstvo in Deutsch" Jg. 1963 H. 3, S. 6 bis 9), eine dem Formstoff frei aufliegende Platte durch Stoßimpuls zu beschleunigen. Dieses sogenannte "Hochgeschwindigkeitspressen" geschieht dadurch, daß ein Schlagkolben in einem Zylinder durch einen gezündeten Explosivstoff schlagartig beschleunigt wird und seine kinetische Energie

beim Aufprall auf die Preßplatte abgibt. Dadurch wird die Preßplatte im Augenblick des Impulses schlagartig auf Maximalgeschwindigkeit beschleunigt und während des Verdichtungshubs durch die innere Reibung der Formstoffpartikel bis zum Stillstand abgebremst. Der zeitliche Verlauf der

5 Verzögerung wird vom Elastizitätsverhalten der Preßplatte und vom Dämpfungsverhalten der Formstoffmasse maßgeblich beeinflußt. Schwingende Eigenschaften der Formstoffmasse, wie sie in der Praxis üblich sind, sowie unterschiedliche Formstoffhöhen bei verschiedenen hohen Modellen führen zu unterschiedlicher Verdichtungswirkung, die im übrigen durch 10 überlagerte Stoßwellen gestört wird. Um den Aufbau axialer Stoßwellen zu vermeiden, wird das Antriebsgas über dem Schlagkolben bereits vor dem Aufschlag auf die Preßplatte durch Auspufföffnungen drucklos entspannt.

15 Es wird ferner in der Literatur darauf hingewiesen, daß es im Bereich des Formrückens zu Abplatzungen und Rissen, sogar zur Kornzerstörung beim Formstoff kommen kann, weil offensichtlich der Formrücken aufgrund der sehr hohen Anfangsbeschleunigung zu stark verdichtet wird, so daß die Form nach dem Entlasten "springt". Dieses Verfahren scheint bisher nur im Labormaßstab durchgeführt worden zu sein. Die Ursachen dürften nicht nur die vorgenannten Nachteile, sondern auch die Tatsache sein, daß 20 bei üblicher Bauhöhe von Formkästen und entsprechend großem Verdichtungshub hochbrisante Explosivstoffe mit entsprechendem Energieinhalt eingesetzt werden müßten, die naturgemäß auch sicherheitstechnische Risiken in sich bergen. Als positiv an diesem dynamischen Pressen muß immerhin die erreichbare Formhärte angesehen werden.

25 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, das letztgenannte Verfahren dahingehend weiterzuentwickeln, daß eine gleichmäßige und reproduzierbare Verdichtung erreicht wird.

30 Ausgehend von dem eingangs genannten Verfahren wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß die Preßplatte in einer Anlaufphase mit bis zu 50% der Gesamthubzeit bis zur maximalen Hubgeschwindigkeit progressiv beschleunigt, in der anschließenden Bewegungsphase mit nahezu konstanter Hubgeschwindigkeit bewegt und in der Auslaufphase mit bis zu maximal 30% 35 der Gesamthubzeit degressiv verzögert wird.

- Durch das erfindungsgemäße Verfahren ergibt sich zunächst eine weiche Anfangsbeschleunigung der Preßplatte und damit auch des Formstoffs, wodurch eine zu starke Vorverdichtung im Bereich des Formrückens vermieden wird. Die Verdichtung setzt sich nach dieser Anlaufphase in der Haupt-
- 5 phase, in der die maximale Hubgeschwindigkeit erreicht und annähernd konstant beibehalten wird, fort und führt zu einer zunehmenden Verdichtung des Formstoffs über die gesamte Formstoffhöhe. Gegenüber der reinen Stoßverdichtung wird der Vorteil erreicht, daß der Verdichtungsdruck aufgrund des Geschwindigkeitsverlaufs längere Zeit an-
- 10 hält und erst in der Auslaufphase degressiv abgebaut wird. Diese Drucknachführung führt zu einer gleichmäßigen Formhärte über die gesamte Formstoffhöhe. Der Absolutwert der Formhärte läßt sich durch die Einstellung der maximalen Hubgeschwindigkeit vorbestimmen.
- 15 Ein weiterer Lösungsgedanke der Erfindung, der insbesondere in Verbindung mit dem vorgenannten Verfahren, aber auch bei reinen Gasdruck- und Stoßverdichtungsverfahren anwendbar ist, besteht darin, daß die Hubgeschwindigkeit der Preßplatte umgekehrt proportional zur Formstoffhöhe gewählt wird.
- 20 Es hat sich nämlich gezeigt, daß - anders als an sich zu erwarten - bei einer niedrigen Form eine höhere Hubgeschwindigkeit erforderlich ist, um zu einer gleich guten Verdichtung zu kommen wie bei einer höheren Form.
- Mit Vorteil beträgt die Hubgeschwindigkeit für Formen bis zu 200 mm Form-
- 25 stoffhöhe zwischen 20 und 12 m/s und für Formen mit 200 bis 400 mm Formstoffhöhe zwischen 12 und 7 m/s und für Formen größer 400 mm zwischen 7 und 2 m/s. Hierdurch lassen sich reproduzierbare

Verdichtungsgrade in Abhängigkeit von der Formstoffhöhe bzw. der Höhe der herzustellenden Form erhalten.

Gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung wird die

- 5 Preßplatte mittels eines vorgespannten Federantriebs, vorzugsweise mittels einer Gasfeder in Form eines abgeschlossenen, hochgespannten Druckgasvolumens angetrieben. Die von dem Druckgasvolumen erzeugte Antriebskraft wird also unmittelbar auf die Preßplatte übertragen und nicht, wie beim gattungsgemäßen Stand der Technik, zunächst in die Beschleunigung
10 eines Stoßkolbens umgesetzt, der dann auf der Preßplatte abgebremst wird. Durch den erfindungsgemäßen Direktantrieb läßt sich der gewünschte Verlauf der Hubgeschwindigkeit mit reproduzierbaren Verdichtungsergebnissen erreichen.
- 15 Mit Vorteil wird das Druckgas nach dem Entspannen rückkomprimiert, so daß das Antriebsgas stets im Antriebssystem verbleibt. Gegenüber den üblichen Druckgas-Verdichtungsverfahren ergibt sich der große wirtschaftliche Vorteil, daß nicht bei jedem Verdichtungstakt neue Gasvolumina zur Verfügung gestellt werden müssen, und gegenüber dem Explosions-
20 verfahren entfällt die Notwendigkeit der Abgasbeseitigung und Belüftung.

Gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung wird die maximale Hubge-

schwindigkeit der Preßplatte durch die Höhe des Gasdrucks eingestellt und

der zeitliche Gasdruckabfall und damit der zeitliche Verlauf der Hubge-

- 25 schwindigkeit der Preßplatte durch hydraulischen Gegendruck gesteuert.

Die Höhe des Gasdrucks bestimmt die maximale Hubgeschwindigkeit und

wird entsprechend der Formstoffhöhe und/oder der gewünschten Verdichtung

eingestellt. Dabei ist die Regel zu befolgen, daß der Gasdruck umso höher

liegen muß, je höher die gewünschte Verdichtung sein soll und je niedriger

- 30 die Formstoffhöhe ist. Der zeitliche Gasdruckabfall, der den Verlauf der Be-

schleunigung bzw. Verzögerung der Preßplatte bestimmt, läßt sich bei gering-

stem maschinentechnischem und apparativem Aufwand durch den hydraulischen

Gegendruck steuern.

0152928

Eine weitere Steuerungsmöglichkeit für den Geschwindigkeitsverlauf ergibt sich gemäß einem Ausführungsbeispiel dadurch, daß das Druckgasvolumen mit ein oder mehr abgeschlossenen, hochgespannten Gasvolumina in Verbindung steht, die im Verlauf des Druckabfalls zugeschaltet werden.

- 5 Dadurch läßt sich beispielsweise bei gegebenem kleinem Druckgasvolumen die maximale Hubgeschwindigkeit über einen längeren Zeitraum bzw. einen längeren Hub aufrechterhalten, ohne daß hierfür große Druckspeicher erforderlich sind. Eine solche Serienschaltung mehrere Gasvolumina ermöglicht eine einfache Steuerung durch Zu- und Abschalten einzelner
- 10 Gasvolumina.

- Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung wird die Preßplatte in der Auslaufphase der Hubbewegung von der Antriebskraft des Gasvolumens abgekoppelt und allein aufgrund des ihrer Massenträgheit entgegenwirkenden Widerstands des Formstoffs bis zu ihrer Endlage verzögert.

- Statt eines pneumatischen Antriebs kann das erfindungsgemäße Verfahren auch dadurch verwirklicht werden, daß die Preßplatte elektromagnetisch angetrieben wird, da mit einem solchen Antrieb gleichfalls schnelle Beschleunigungen und hohe Geschwindigkeiten möglich sind.
- Zur Steuerung des Geschwindigkeitsverlaufs können entlang des Hubwegs der Preßplatte Magnetfelder steuerbarer Intensität zur Wirkung gebracht werden.

- 25 Zur Durchführung des Verfahrens geht die Erfindung aus von einer Vorrichtung, die in herkömmlicher Weise aus einer Modellplatte, einem

0152928

den Formstoff aufnehmenden Formkasten mit Füllrahmen und einer darüber angeordneten Preßplatte mit einem Antrieb besteht, unter dessen Wirkung die Preßplatte in den Füllrahmen unter Verdichtung des Formstoffs ein- taucht. Solche bekannten Vorrichtungen werden beispielsweise zum sta-
5 tischen Pressen mit hydraulischem Antrieb verwendet.

Eine solche Vorrichtung zeichnet sich erfindungsgemäß dadurch aus, daß als Antrieb ein Speicher mit hochgespanntem Druckgas dient, dessen eine Begrenzung von einem Antriebskolben gebildet ist, an dem die Preßplatte
10 angeschlossen ist, und daß der Antriebskolben an seiner gegenüberliegen- den Seite unter Wirkung einer hydraulischen Gegenlast steht. Die hydrau- lische Gegenlast ist durch die Abflußgeschwindigkeit des Hydraulikmediums entsprechend dem gewünschten Verlauf der Hubgeschwindigkeit der Preß- platte abbaubar. Dabei sollte die Abflußgeschwindigkeit im Bereich > 10 m/s
15 liegen, um die maximale Hubgeschwindigkeit von bis zu 20 m/s zu erreichen. Gemäß einem Ausführungsbeispiel ist die Abflußgeschwindigkeit des Hydru- likmediums steuerbar.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist das Volumen des Druckgas-
20 speichers voreinstellbar, so daß der Gesamthub und die Druckhöhe an die Formstoffhöhe angepaßt werden können. Der Druckverlauf über den Gesamt- hub läßt sich ferner dadurch beeinflussen, daß der Druckgasspeicher mit wenigstens einem zuschaltbaren externen Druckgasspeicher verbunden ist.
25 Weitere vorteilhafte Ausführungsmerkmale des Antriebssystems und der Steuerung ergeben sich aus den Ansprüchen 15 bis 17 und 20 bis 27.

Gemäß einem weiteren vorteilhaften Ausführungsbeispiel ist die Preß- platte an dem Antriebskolben begrenzt axial verschieblich geführt. Dies

gibt die Möglichkeit, die Preßplatte bei Entspannung des Gasvolumens direkt anzutreiben und nach erfolgter Entspannung aufgrund ihrer kinetischen Energie weiterzubewegen, um die Restverdichtung in der Auslaufphase zu bewirken.

5

In weiterer vorteilhafter Ausführung ist die Preßplatte entsprechend der Modellkontur profiliert. Sie kann insbesondere im Bereich tiefer Modellkonturen einzelne Erhöhungen aufweisen, um über die gesamte Formstoffhöhe unabhängig von der jeweiligen Modellhöhe eine gleichmäßige Verdichtung zu erreichen.

10

Mit Vorzug wird die Masse der Preßplatte umgekehrt proportional der Formstoffhöhe bzw. der Formstoffmasse gewählt. Für die durch Aufprallverzögerung des Formstoffs über der Modellkontur stattfindende Formstoffverdichtung ist die zu verzögernde Masse aus Formstoff und Pressplatte mitentscheidend. Durch die umgekehrte Proportionalität der Masse wirkt bei geringer Formstoffhöhe die anteilig höhere Plattenmasse ersatzweise anstelle der geringeren Formstoffmasse und führt zusammen mit der angestrebт höheren Hubgeschwindigkeit bei geringen Formstoffhöhen zu einem vergleichbar höherem Verdichtungs-20 impuls mit entsprechend hoher Verdichtungsintensität.

20

Im übrigen ist es von Vorteil, wenn die Preßplattenmasse und die Formstoffmasse in einem Verhältnis zwischen 1 : 1 und 1 : 10 stehen. Auch durch Wahl der Preßplattenmasse lassen sich die Hubgeschwindigkeit und der Geschwindigkeitsverlauf in einfacher Weise beeinflussen. Bei gleicher Antriebskraft wird mit einer kleineren Preßplattenmasse eine kürzere Anlaufphase bei höherer Hubgeschwindigkeit erreicht.

25

Wird die Antriebskraft zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens auf elektromagnetischem Wege erzeugt, so zeichnet sich erfindungsgemäß eine zur Durchführung des Verfahrens geeignete Vorrichtung dadurch aus, daß der Antrieb aus mehreren axial hintereinander angeordneten elektromagnetischen Spulen besteht und die Preßplatte einen in diesen eintauchenden Spulenkörper aufweist. Damit läßt sich die Preßplatte entsprechend dem gewünschten Geschwindigkeitsverlauf beschleunigen.

30

35

0152928

Gegebenenfalls kann die Stromstärke jeder Spule steuerbar sein, um die Höhe der Hubgeschwindigkeit und ihren zeitlichen Verlauf zu beeinflussen. Dies lässt sich zusätzlich durch getrenntes Zu- und Abschalten der Spulen erreichen.

5

Mit Vorteil ist der Spulenkörper freifliegend innerhalb der Spulen angeordnet und in der angehobenen Ausgangslage von einer Zentrier- und Rückhaltespule gehalten.

10

Nachstehend ist die Erfindung anhand von in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen beschrieben.

In der Zeichnung zeigen:

15

Figur 1 ein Hub-Zeitdiagramm für das Verdichtungsverfahren gemäß dem Stand der Technik und gemäß der Erfindung;

20

Figur 2 ein aus dem Diagramm gemäß Figur 1 abgeleitetes Diagramm Hubgeschwindigkeit/Hubzeit;

25

Figur 3 einen schematischen Schnitt durch eine Ausführungsform der Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens;

Figur 4 einen der Figur 3 ähnlichen Schnitt einer weiteren Ausführungsform;

30

Figur 5 ein Schaltbild für die hydraulische Steuerung;

Figur 6 einen der Figur 3 und 4 ähnlichen Schnitt einer weiteren Ausführungsform der Vorrichtung und

30

Figur 7 einen der Figur 3 und 4 ähnlichen Schnitt einer Ausführungsform mit elektromagnetischem Antrieb.

In dem Hub/Zeitdiagramm der Figur 1 ist mit der Kurve a der Verlauf einer durch Stoß beschleunigten Bewegung gemäß dem Stand der Technik, das als sogenanntes "Hochgeschwindigkeitspressen" bekannt ist, wieder-
gegeben. Aus dem Kurvenverlauf läßt sich erkennen, daß der Hub pro
5 Zeiteinheit zwar schnell anwächst, über den Gesamtverlauf jedoch stetig abnimmt. Die Kurve b gibt den Verlauf beim erfindungsgemäßen Ver-
fahren wieder, indem die Pressplatte zunächst langsam anläuft und in der Hauptphase mit einer annähernd gleichbleibenden Geschwindigkeit be-
wegt wird, um schließlich in der Auslaufphase degressiv abgebremst zu
10 werden. Die Anlaufphase nimmt dabei etwa 10 bis 50% des Gesamthub-
zeit ein, während die Auslaufphase bis maximal 30%, vorzugsweise
zwischen 10 und 20% der Gesamthubzeit beträgt

Das Diagramm gemäß Figur 2 gibt Auskunft über den bei dem bekannten
15 und dem erfindungsgemäßen Verfahren auftretenden Verlauf der Geschwindigkeit der Preßplatte. Bei dem bekannten Verfahren gemäß Kurve a nimmt die Hubgeschwindigkeit im Augenblick des Aufpralls des Stoßkolbens ihren Höchstwert an und fällt danach kontinuierlich über einen größeren Bereich linear und in der Auslaufphase degressiv ab. Bei dem erfindungsgemäßen
20 Verfahren gemäß Kurve b nimmt die Geschwindigkeit demgegenüber langsam und progressiv zu bis zum Erreichen der maximalen Hubgeschwindigkeit, die dann über einen größeren Bereich, die Hauptphase, annähernd konstant bleibt, um schließlich relativ schlagartig in eine degressive Verzögerung in der Auslaufphase überzugehen. Dabei wird die maximale Hubgeschwindigkeit an die Formstoffhöhe und den gewünschten Verdichtungsgrad angepaßt.
25

Figur 3 zeigt eine Ausführungsform einer vorrichtungstechnischen Lösung. Auf einer heb- und senkbaren Platte 1 sitzt ein Modell 2 und ein dieses umgebender Formkasten 3, auf den ein Füllrahmen 4 aufgesetzt ist. Form-
30 kasten 3 und Füllrahmen 4 werden in herkömmlicher Weise vor dem Ver-
dichten mit Formstoff, z. B. bentonitgebundenem Formsand 5 gefüllt.

0152928

Oberhalb dieser Formeinheit ist eine insgesamt mit 6 bezeichnete Verdichtungseinheit angeordnet, die im wesentlichen aus einem Druckzylinder 7 und einer Preßplatte 8 besteht. Die Preßplatte 8 weist beim wiedergegebenen Ausführungsbeispiel einen nach unten gezogenen Umfangsrund 8a auf und ist mittels Führungsstangen 9 in dem ortsfesten Teil 6a der Verdichtungseinheit 6 geführt. Die Preßplatte 8 ist weiterhin mittels eines Ansetzes 8b in ihrem Zentrum an einem Zapfen 10 geführt und auf diesem begrenzt axial beweglich, wobei als Begrenzungsanschlag ein am Ende des Führungszapfens 10 angeordneter Bund 11 dient, der mit dem Boden 12 einer Ausnehmung 12a in der Preßplatte 8 zusammenwirkt.

Der Führungszapfen 10 sitzt an der Kolbenstange 13 eines Antriebskolbens 15, der - ebenso wie die Kolbenstange 13 - mit einem zylindrischen Hohlraum 14 versehen ist. Die Kolbenstange 13 und der Kolben 15 stellen die untere Begrenzung eines Zylinderraums 16 dar, der als Gasdruckspeicher dient. Die obere Begrenzung des Volumens des Gasdruckspeichers 16 ist durch einen Stellkolben 17 gebildet, der mit einem Ansatz 18 in den zylindrischen Raum 14 des Kolbens 15 hineinragt. Der Stellkolben 17 begrenzt wiederum einen Druckraum 19, der über eine Öffnung 20 hydraulisch beaufschlagt ist. An dem Kolben 17 greift ferner eine Schaltstange 21 an, die den oberen Deckel des Druckzylinders 7 durchgreift.

Von dem Antriebskolben 15, der Kolbenstange 13, dem Druckzylinder 7 und dem unteren Zylinderdeckel wird ein Hydraulikraum 22 begrenzt, der über Anschlüsse 23, die ferner als Abfluß dienen, mit Hydrauliköl beaufschlagt werden kann.

Der Gasdruckspeicher 16 kann über Anschlüsse 24 an ein oder mehr weitere Gasdruckspeicher konstanten Volumens angeschlossen sein, die

zum Nachführen von Lekageluft oder aber als zu- und abschaltbare Gasvolumina zur Veränderung des Gesamthubs dienen können. Oberhalb des Antriebskolbens 15 steht ein Gasdruck zwischen 50 und 200bar an, während der Hydraulikraum 22 an ein Hydrauliksystem mit Arbeitsdrücken zwischen 100 und 350 bar je nach Verhältnis der Kolbenflächen angeschlossen ist.

In Figur 3 ist die Ausgangslage vor einem Verdichtungshub wiedergegeben. Die Preßplatte 8 ist zuvor unter Auflage auf der Oberfläche der Formstofffüllung 5 zusammen mit dem Formkasten 3 und dem Füllrahmen 4 durch Anheben der Modellplatte 1 in ihre obere Lage verbracht worden, wobei sie auf dem Führungszapfen 10 bis zum Anschlag der oberen Stirnseite 25 ihres zentrischen Ansatzes 8b an einer Anschlagscheibe 26 der Kolbenstange 13 geführt worden ist. Der Antriebskolben 15 steht unter einer Gasvorspannung im Zylinderraum 16 und einem hydraulischen Gegendruck im Hydraulikraum 22.

Bei Freigabe der im Hydraulikraum 22 eingespannten Hydrauliksäule werden der Arbeitskolben 15 mit der Kolbenstange 13 sowie die Preßplatte 8 und schließlich auch die Formstoff-Füllung 5 in Richtung auf das Modell 2 beschleunigt. Der Querschnitt des Abflusses 23 wird so ausgelegt, daß die Abflußgeschwindigkeit in jedem Fall über 10 m/s liegt, so daß Kolbengeschwindigkeiten zwischen 2 und 20 m/s erzeugt werden können. Der zeitliche Abbau des Gasdrucks im Gasdruckspeicher 16, die wirksame Fläche des Antriebskolbens 15, die Kolbenmasse, die Masse der Preßplatte 8, die Hydraulik-Abflußleistung sowie die Formkastenfläche und die Höhe des Verdichtungshubs bestimmen die Verdichtungsgeschwindigkeit und damit das Verdichtungsergebnis. Mit mehreren Abflüssen 23 in der Größenordnung bis ca. 100 mm lassen sich kurzzeitig Abflußgeschwindigkeiten bis zu 40 m/s erreichen. Weitere Details dieser Steuerung sind später mit Bezug auf Figur 5 beschrieben.

Vor Erreichen seiner Endlage wird der Antriebskolben 15 abgebremst. Hierzu weist die Kolbenstange 13 an ihrem oberen Ende eine konische Erweiterung 13a auf. Ferner ist in das untere Ende des Zylinders 7 ein Dämpfungsring 7a

eingesetzt, durch dessen Öffnung 7b die Kolbenstange 13 hindurchgreift.

Der Querschnitt des zwischen der Kolbenstange 13 und der Wandung der Öffnung 7b vorhandenen Ringraums ist nennenswert größer als der Querschnitt der Abflüsse 23. Sobald die Erweiterung 13a an der Kolbenstange 13 in die

- 5 Öffnung 7b einzutauchen beginnt, verengt sich deren Querschnitt zunehmend, so daß die Hydraulikflüssigkeit gedrosselt wird, bis schließlich der Antriebskolben zum Stehen kommt.

Die begrenzte Verschieblichkeit der Preßplatte 8 auf dem Führungszapfen 10

- 10 führt zu einem Freihub, der in Figur 3 mit 27 angedeutet ist. Damit können schwankende Eigenschaften des Formstoffs und damit verbundene unterschiedliche Verdichtungshübe automatisch ausgeglichen werden. Hat nämlich der Arbeitskolben 15 seine Endlage erreicht, so wird die Preßplatte 8 sich aufgrund ihrer Massenträgheit bis zur Endlage, die von dem noch vorhandenen Fließvermögen der Formstoffpartikel bestimmt wird weiterbewegen und darüber hinaus auf dem Formrücken eine zusätzliche Verdichtungswirkung erzeugen.

Da es bei hohen Verdichtungsgeschwindigkeiten zu Lufteinschlüssen inner-

- 20 halb der Formstoffsäule und unterhalb der Preßplatte 8 kommen kann, ist die Preßplatte 8 zur Vermeidung von Formfehlern mit Schlitten, Löchern oder Düsen 28 versehen.

Das Volumen des Gasdruckspeichers 16, das auch das Volumen des zylindri-

- 25 rischen Hohlraums 14, der aus Gründen der Gewichtersparnis vorgesehen ist, einschließt, kann über den Stellkolben 17 eingestellt werden. Dadurch läßt sich der Ausgangsdruck und damit die Anfangsbeschleunigung des Arbeitskolbens variieren. Der Enddruck bleibt unabhängig von der Anordnung des Stellkolbens 17 bei konstantem Kolbenhub gleichfalls konstant. Der zeitliche Ablauf der Beschleunigung läßt sich aber, wie bereits angedeutet, durch Zuschaltung externer Gasspeicher über die Anschlüsse 24 variieren. Auch diese zusätzlichen Gasspeicher werden bei der Rückstellung des Arbeitskolbens 15 mittels des Hydraulikmediums wieder auf ihren Ausgangsdruck zurückkomprimiert.

In Figur 4 ist eine Ausführungsform gezeigt, die eine Einstellung des Verdichtungshubs, z. B. zur Anpassung an unterschiedliche Modellgeometrien ermöglicht. Im unteren Bereich des Hydraulikraums 22 ist statt des ortsfesten Dämpfungsringes 7a der Figur 3 eine Dämpfungshülse 29 angeordnet,

5 die auf einem Teil ihrer Mantelfläche vom Druckzylinder 7 durch einen Ringraum 30 abgesetzt ist. Die Dämpfungshülse 29 ist ferner mit mehreren Durchbrüchen 31 versehen, die die Verbindung zwischen dem Hydraulikraum und den Anschlüssen 23 herstellen. Die Dämpfungshülse 29 kann über eine auf ihre Unterseite wirkende Hydraulik mit einem Anschluß 32 axial angehoben und eingestellt werden, während das Absenken durch die Hydraulikflüssigkeit im Hydraulikraum 22 geschieht. Die Hublänge der Dämpfungshülse 29 sollte dabei ca. 20 bis 30% des Verdichtungshubs betragen. Statt dieser Variation der Dämpfungslage des Antriebskolbens 15 ist es auch möglich, die Hublage der Modellplatte 1 mittels eines entsprechenden Hubaggregates einzustellen, so daß ein beliebiger Teil des in Figur 3 mit 27 bezeichneten Freihubs als freier Vorlauf 33 der Preßplatte 8 zur Verfügung steht, so daß sich bei vollem Hub des Arbeitskolbens 15 ein geringerer Hub der Preßplatte 8 ergibt. Vor allem bei dieser Ausführungsform kann es vorteilhaft sein, an der Stirnseite 25 des zentralen Ansatzes 8b der Preßplatte 8 einen elastischen Aufschlagring 34 einzulegen, um Aufschlaggeräusche zu vermeiden.

Bei ausgefallenen Modellen mit stark unterschiedlicher Modellhöhe sind bereichsweise unterschiedliche Verdichtungshübe notwendig. Dies läßt sich durch zusätzliche Massen an der Preßplatte 8 verwirklichen, die an die Modellkontur angepaßt sind. Dabei ist es besonders vorteilhaft, auch diese zusätzlichen Massen an der Preßplatte 8 axial beweglich zu führen, um ein selbsttätigiges Nachlaufen dieser Massen bei formstoffbedingten Schwankungen des Verdichtungshubs zu ermöglichen. In Figur 4 ist eine solche zusätzliche Verdichtungsmasse 35 wiedergegeben, die für ein großes Ballenmodell vorgesehen ist, dessen Grundfläche 36 bis unterhalb der Trennebene 37 reicht. Die zusätzliche Preßplattenmasse 35 ist über Stehbolzen 38 an der Preßplatte 8 geführt. In der Ausgangslage ist aufgrund der Hubbewegung der Modellplatte 1 die zusätzliche Preßplattenmasse 35 zur Anlage an die Unterseite der Preßplatte 8 gebracht

0152928

worden. Beim nachfolgenden Verdichtungshub wird zunächst der Formstoff unterhalb der zusätzlichen Preßplattenmasse 35 vorbeschleunigt, bis schließlich die restliche Unterfläche der Preßplatte auf den Formstoffrücken aufläuft. Danach wird die gesamte Formstoffmasse weiterbeschleunigt. Hat der Antriebskolben 15 seine Endlage erreicht, werden die Preßplatte 8 und die zusätzliche Preßplattenmasse 35 infolge Massenträgheit jeweils unabhängig voneinander und abhängig von der bereichsweise erreichten Verdichtung des Formstoffs in ihre jeweilige Endlage weiterlaufen.

5 10 Figur 6 zeigt eine Variante, die insbesondere für größere Formkästen geeignet ist. Hierbei sind auf einem gemeinsamen Träger 39 zwei Verdichtungsaggregate 6 mit je einer Preßplatte 8 nebeneinander angeordnet, wobei jede Preßplatte 8 etwa den halben Querschnitt des Formkastens 3 bzw. des Füllrahmens 4 überdeckt. Der Verdichtungshub der beiden Verdichtungsaggregate 6 kann gemeinsam ausgelöst werden, erfordert jedoch keine exakte Gleichlaufbewegung. Zweckmäßig sind jedoch die Schaltorgane, die den Abfluß des Hydraulikmediums aus dem Hydraulikraum 22 des Druckzylinders 7 steuern, parallel angeordnet und vor den Schaltorganen eine Druckausgleichsleitung vorgesehen. Die Variante gemäß Figur 6 kann auch in der
15 20 Weise abgewandelt werden, daß zugleich Ober- und Unterkasten einer kompletten Kastenform in einem einzigen Arbeitstakt hergestellt werden können.

25 In Figur 5 ist ein vorteilhaftes Ausführungsbeispiel der hydraulischen Steuerung wiedergegeben. Die Anschlüsse 23 liegen in einem Hydraulik-Hochdruckkreislauf, dessen Quelle, z. B. eine Hydraulikpumpe, mit 41 bezeichnet ist. Sie wird aus einem Tank 46 gespeist. Von der Hochdruckquelle 41 gelangt das Druckmittel über einen Steuerschieber 42 und ein Rückschlagventil 43 in Zweigleitungen 44, die das Druckmittel zu den

- beiden Anschlüssen 23 des Hydraulikraums 22 führen. Die Zweigleitungen 44 sind über ein aufsteuerbares Rückschlagventil 45 an einen Ablauftank 47 angeschlossen, dessen Abfluß 48 in den Tank 46 mündet und der ferner eine Entlüftung 50 aufweist. Das Rückschlagventil 45 liegt
- 5 über eine Steuerleitung 49 am Steuerschieber 42 und kann somit von der Hydraulikpumpe 41 beaufschlagt werden. Gegebenenfalls kann der Hydraulikraum 22 noch über eine Leitung 51 und eine Drossel 52 zur Feineinstellung mit den Zweigleitungen 44 verbunden sein.
- 10 In der Position "B" des Steuerschiebers 42 wird der Hydraulikraum 22 von der Hydraulikpumpe 41 beaufschlagt, so daß der Arbeitskolben 15 das Gasvolumen im Speicher 16 auf den gewünschten Enddruck bringt. Das aufsteuerbare Rückschlagventil 45 befindet sich dabei in der Schließstellung. Die Preßplatte 8 ist durch Nachführen der Modellplatte 1 mit
- 15 Formkasten 3 und Füllrahmen 4 in ihre obere Ausgangslage bewegt worden.
- Durch Umschalten des Steuerschiebers 42 in die Position "A" wird der Hydraulikraum 22 über das Rückschlagventil 43 gegenüber der Hydraulikpumpe 41 abgeschlossen, während zugleich die Pumpe über die Steuerleitung 49 das Rückschlagventil 45 öffnet. Die Hydraulikflüssigkeit kann
- 20 über die Anschlüsse 23, die Zweigleitungen 44 und das offene Rückschlagventil 45 schlagartig in den Ablauftank 47 abfließen, dessen Volumen groß genug ist, um die gesamte Hydraulikmenge des Systems aufzunehmen und den Druck schlagartig abzubauen. Dabei bewegen sich der
- 25 Arbeitskolben 15 und die Preßplatte 8 mit dem gewünschten Geschwindigkeitsverlauf nach unten, um die Formstoff-Füllung 5 zu verdichten.
- Figur 7 zeigt schließlich eine Ausführungsform eines Verdichtungsaggregates 6 mit einem induktiven Antrieb. In einem Maschinengestell 53
- 30 ist ein Spulenkörper 54 mit mehreren axial übereinander angeordneten,

0152928

getrennt erregbaren und steuerbaren Spulen 55, 56, 57 und 58 angeordnet. Ferner ist eine Stabilisierungs- und Haltespule 59 oberhalb des Spulenpakets 55 bis 58 vorhanden. Die Preßplatte 8 ist mittels Stangen 60 an einem Spulenkern 61 befestigt, der von der Kolbenstange 62 mit endständigem Mitnehmer 63 eines Rückholzylinders 64 durchgriffen ist.

Die zylindrischen Spulen 55 bis 59 erzeugen ein homogenes, gerichtetes elektromagnetisches Kraftfeld, das den Spulenkern 41 in der Ruhelage, wie auch bei der Bewegung selbsttätig axial ausrichtet. Der Verdichtungshub lässt sich durch die Anzahl der zugeschalteten Spulen 55 bis 58 in Stufen ändern. Der Beschleunigungsverlauf wird durch die auf den Spulenkern 61 wirkende Feldstärke beeinflusst und hängt bei gegebener Dimensionierung innerhalb des Sättigungsbereichs des Materials des Spulenkerne von der Stromstärke ab. Das Verdichtungsergebnis lässt sich somit nicht nur durch die Variation des Verdichtungshubs, sondern auch durch Änderung der Stromstärke der Spulen variieren.

Nach erfolgter Verdichtung wird die Preßplatte 8 mittels des Rückholzylinders 64 wieder in ihre Ausgangslage gebracht und durch Aktivieren der Rückhaltespule 59 fixiert. Vor jedem Verdichtungshub wird die Kolbenstange 62 wieder in ihre in Figur 7 wiedergegebene Lage ausgefahren.

0152928

PATENTANWÄLTE

DR. ING. HANS LICHTI

DIPL.-ING. HEINER LICHTI

DIPL.-PHYS. DR. RER. NAT. JOST LEMPERT

D-7500 KARLSRUHE 41 (GRÖTZINGEN)
DURLACHER STRASSE 31
TEL.: (07 21) 4 85 11

7476/84

13. Februar 1985

BMD

Badische Maschinenfabrik Durlach GmbH

Pfinztalstraße 90

D-7500 Karlsruhe 41

- 1 -

Patentansprüche

1. Verfahren zum Verdichten von Gießereiformstoff, insbesondere Formsand, mittels einer der Formstoffoberfläche unmittelbar aufliegenden Preßplatte, die auf eine Hubgeschwindigkeit bis zu 20 m/s beschleunigt wird,
- 5 dadurch gekennzeichnet, daß die Preßplatte in einer Anlaufphase mit bis zu 50% der Gesamthubzeit bis zur maximalen Hubgeschwindigkeit progressiv beschleunigt, in der anschließenden Bewegungsphase mit nahezu konstanter Hubgeschwindigkeit bewegt und in der Auslaufphase mit bis zu maximal 30% der
- 10 Gesamthubzeit degressiv verzögert wird.
- 15 2. Verfahren, insbesondere nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Hubgeschwindigkeit der Preßplatte umgekehrt proportional zur Formstoffhöhe gewählt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Hubgeschwindigkeit bis zu 200 mm Formstoffhöhe zwischen 20 und 12 m/s von 200 bis 400 mm Formstoffhöhe zwischen 12 und 7 m/s und für Formstoffhöhen größer 400 mm zwischen 7 und 2 m/s beträgt.

0152928

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Preßplatte mittels eines vorgespannten Federantriebs, vorzugsweise mittels einer Gasfeder in Form eines abgeschlossenen hochgespannten Druckgasvolumens angetrieben wird.

5

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Druckgas nach dem Entspannen rückkomprimiert wird.

10

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die maximale Hubgeschwindigkeit der Preßplatte durch die Höhe des Gasdrucks eingestellt und der zeitliche Gasdruckabfall durch hydraulischen Gegendruck gesteuert wird.

15

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Druckgasvolumen mit ein oder mehr abgeschlossenen hochgespannten Gasvolumina in Verbindung steht, die im Verlauf des Druckabfalls zugeschaltet werden.

20

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Preßplatte in der Auslaufphase der Hubbewegung von der Antriebskraft des Gasvolumens abgekoppelt und allein aufgrund des ihrer Massenträgheit entgegenwirkenden Widerstandes des Formstoffs bis zu ihrer Endlage verzögert wird.

25

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Preßplatte elektromagnetisch angetrieben wird.

30

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß entlang des Hubwegs der Preßplatte Magnetfelder steuerbarer Intensität zur Wirkung gebracht werden.

0152928

11. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 8, bestehend aus einer Modellplatte, einem den Formstoff aufnehmenden Formkasten mit Füllrahmen und einer darüber angeordneten Preßplatte mit einem Antrieb, unter dessen Wirkung die Preßplatte in den Füllrahmen unter Verdichten des Formstoffs eintaucht dadurch gekennzeichnet, daß als Antrieb ein Speicher (16) mit hochgespanntem Druckgas dient, dessen eine Begrenzung von einem Antriebskolben (15) gebildet ist, an den die Preßplatte (8) angeschlossen ist, und daß der Antriebskolben (15) an seiner gegenüberliegenden Seite unter Wirkung einer hydraulischen Gegenlast steht.
12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die hydraulische Gegenlast durch die Abflußgeschwindigkeit eines Hydraulikmediums aus einem Hydraulikraum (22) entsprechend dem gewünschten Verlauf der Hubgeschwindigkeit der Preßplatte (8) abbaubar ist.
13. Vorrichtung nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Abflußgeschwindigkeit des Hydraulikmediums steuerbar ist.
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Hydraulikraum (22) mit großen Abflußquerschnitten (23) versehen ist und diesen eine verstellbare Dämpfungs- hülse (29) im Hydraulikraum (22) vorgeschaltet ist, mittels der die Endlage des Antriebskolbens (15) einstellbar ist.
15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Abflußquerschnitte (23) des Hydraulikraums (22) so ausgelegt sind, daß das Hydraulikmedium mit einer Geschwindigkeit von mehr als 10 m/s ablaufen kann.
16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Abfluß des Hydraulikraums (22) über Schaltelemente (45) vom sonstigen Hydraulik-Kreislauf abkoppelbar und über eine Leitung relativ großen Querschnitts an einen Ablauftank (47) angeschlossen ist.

17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß der Druck der Hydraulikquelle zwischen 100 und 300 bar liegt.
- 5 18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß der Arbeitsdruck des Druckgasspeichers (16) durch Volumenveränderung voreinstellbar ist.
- 10 19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß der Druckgasspeicher mit wenigstens einem zuschaltbaren externen Druckgasspeicher verbunden ist.
- 15 20. Vorrichtung nach Anspruch 18 oder 19, dadurch gekennzeichnet, daß der Druckgasspeicher (16) von einem den Antriebskolben (15) führenden Druckzylinder (7) gebildet ist und sein Volumen mittels eines Stellkolbens (17) veränderbar ist.
- 20 21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß der Antriebskolben (15) doppelt wirkend ausgebildet ist und einerseits den beweglichen Abschluß des Gasdruckspeichers (16) andererseits den beweglichen Abschluß des Hydraulikraums (22) bildet.
- 25 22. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß der Antriebskolben (15) über eine hohle, zum Druckgasspeicher (16) offene Kolbenstange (13) mit der Preßplatte (8) verbunden ist, und daß der Stellkolben (17) mit einem zylindrischen Ansatz (18) in die Kolbenstange (13) mit Spiel hineinragt.
- 30 23. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß der Druckgasspeicher (16) in der Ausgangslage der Preßplatte (8) unter einem Gasdruck zwischen 50 und 200 bar steht.

24. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß das Verhältnis von Druckgasspeichervolumen und Verdrängungsvolumen des Antriebskolbens mindestens 5 : 1 beträgt.
- 5 25. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 24, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens zwei Zu- und Ablauföffnungen (23) des Hydraulikraums (22) in wenigstens je einem Zu- und Ablaufkanal (44) münden.
- 10 26. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 25, dadurch gekennzeichnet, daß die Hydraulikquelle (41) über einen Steuerschieber (42), ein Rückschlagventil (43) und eine Ringleitung (44) mit den beiden Kanälen (23) des Hydraulikraums (22) verbunden ist, und daß die Ringleitungen (44) über ein aufsteuerbares Rückschlagventil (45) an den Ablauftank (47) angeschlossen ist.
- 15 27. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 26, dadurch gekennzeichnet, daß der Steuerschieber (42) in einer ersten Stellung den Hydraulikraum (22) mit der Hydraulikquelle (41) verbindet und die Steuerleitung (49) des aufsteuerbaren Rückschlagventils (45) druckentlastet, so daß dieses schließt und in einer zweiten Stellung die Steuerleitung (49) mit der Hydraulikquelle (41) verbindet, so daß das Rückschlagventil (45) gegen den Druck in der Ringleitung (44) öffnet und den Hydraulikraum (22) mit dem Ablauftank (47) verbindet.
- 20 28. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 27, dadurch gekennzeichnet, daß die Preßplatte (8) an dem Antriebskolben (15) begrenzt axial verschieblich geführt ist.
- 25 29. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 28, dadurch gekennzeichnet, daß der Kolben (15) an seinem freien Ende mit einer Führungsstange (10) versehen ist, auf der die Preßplatte (8) axial beweglich angeordnet ist, und daß die Führungsstange (10) mit einem die axiale Beweglichkeit der Preßplatte (8) begrenzenden Anschlag (11) versehen ist.
- 30

30. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 29, dadurch gekennzeichnet, daß die Preßplatte (8) entsprechend der Modellkontur profiliert ist.

5 31. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 30, dadurch gekennzeichnet, daß die Masse der Preßplatte (8) umgekehrt proportional der Formstoffhöhe bzw. der Formstoffmasse gewählt wird.

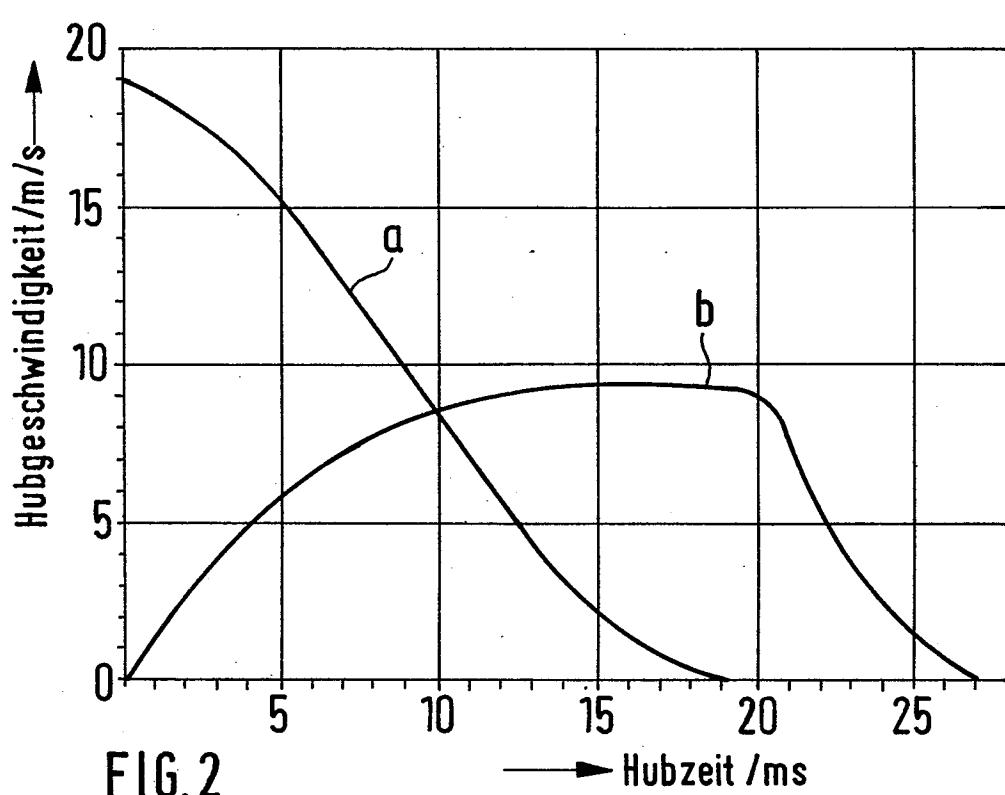
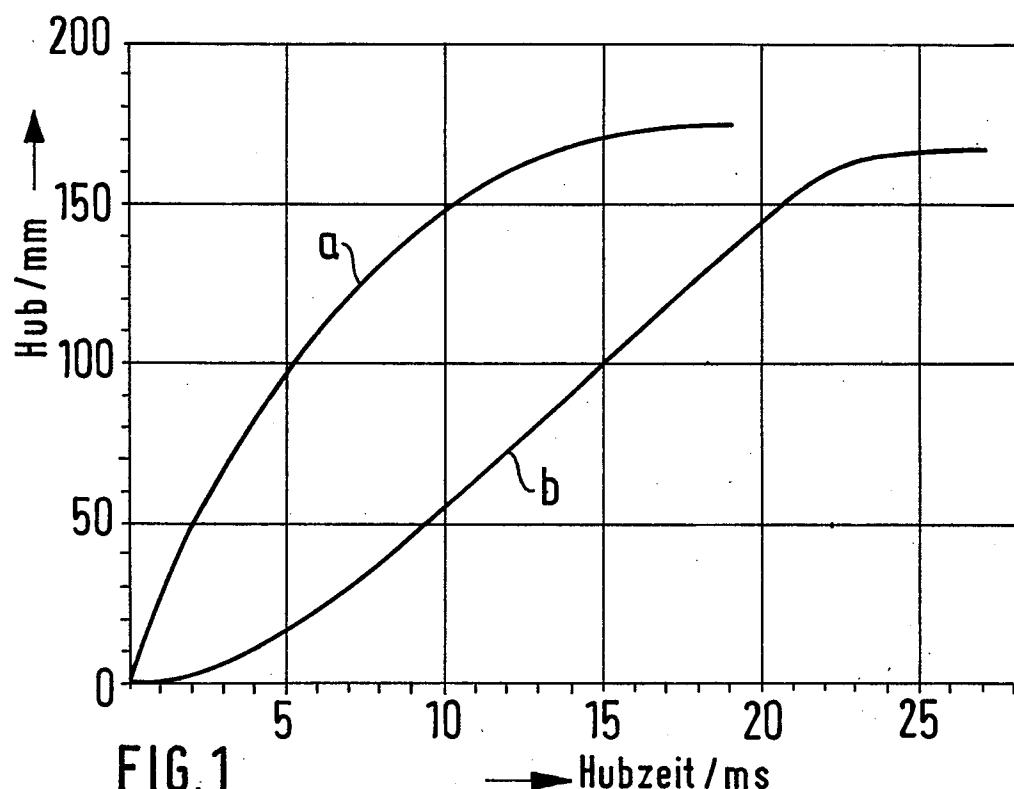
10 32. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 31, dadurch gekennzeichnet, daß das Verhältnis von Preßplattenmasse und Formstoffmasse zwischen 1 : 1 und 1 : 10 beträgt.

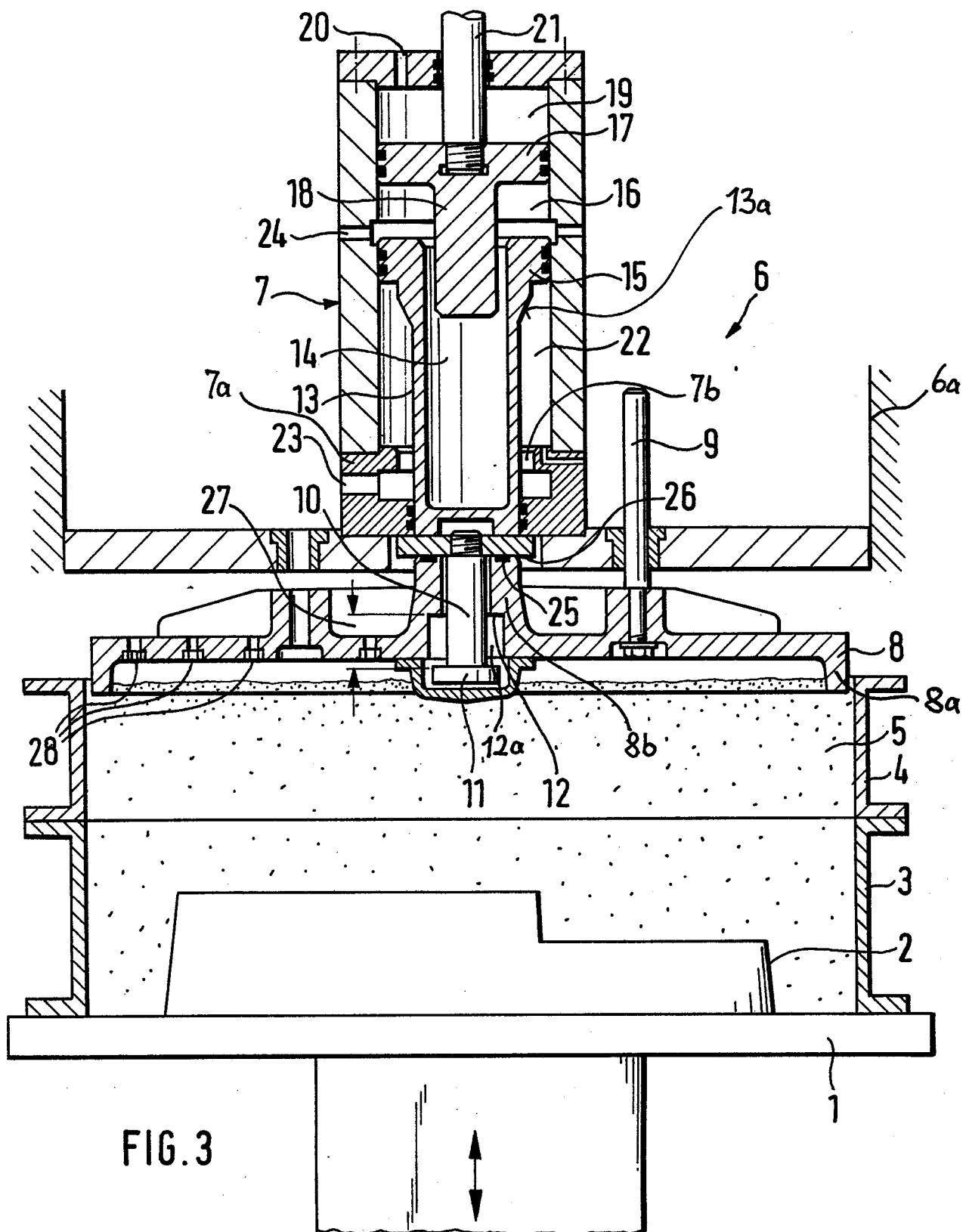
15 33. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 32, dadurch gekennzeichnet, daß an der Preßplatte (8) axial verschiebbare Zusatzmassen (35) anbringbar sind.

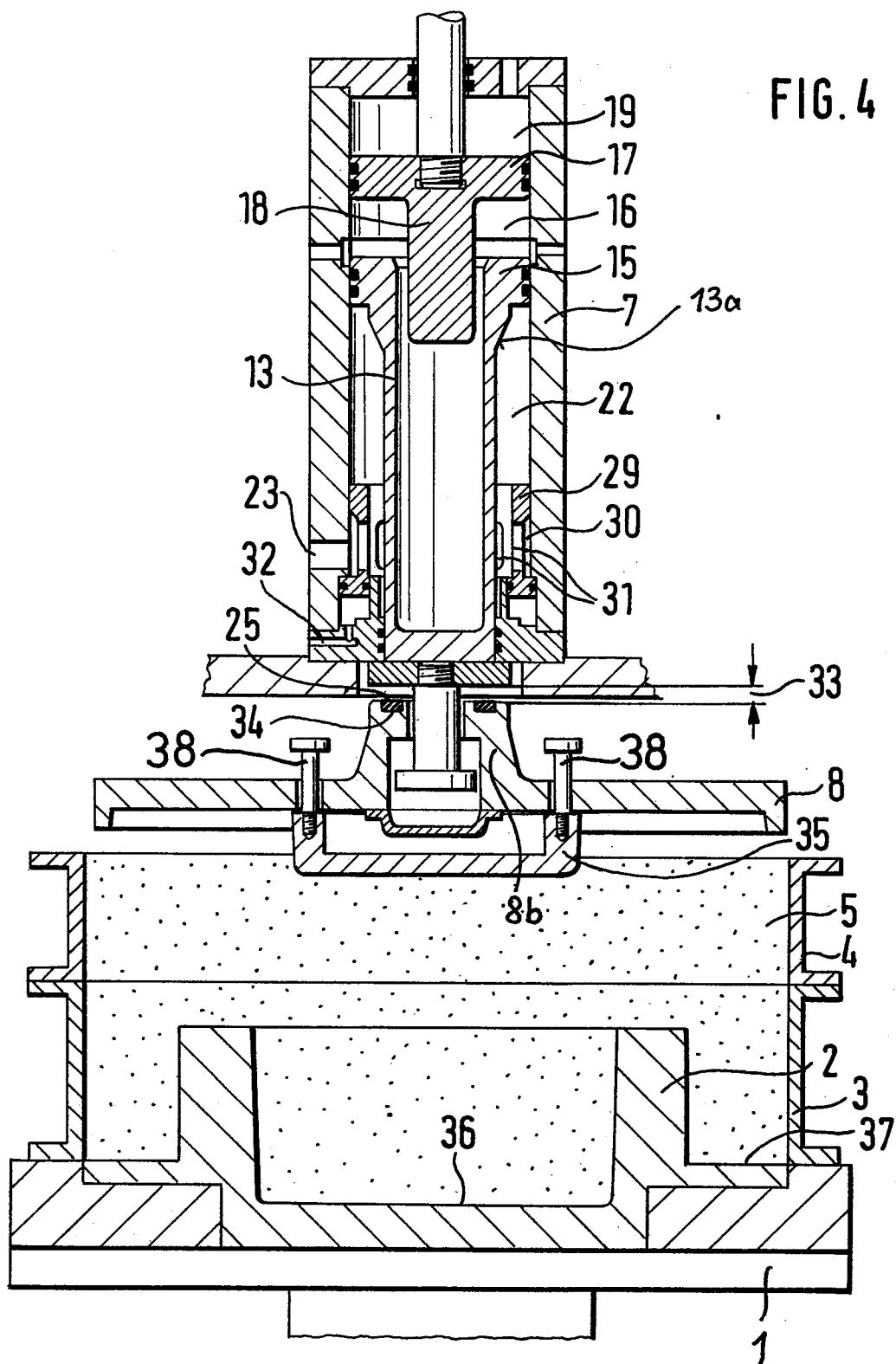
20 34. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bestehend aus einer Modellplatte, einem den Formstoff aufnehmenden Formkasten mit Füllrahmen und einer darüber angeordneten Preßplatte mit einem Antrieb, unter dessen Wirkung die Preßplatte in den Füllrahmen unter Verdichten des Formstoffs eintaucht, dadurch gekennzeichnet, daß der Antrieb (6) aus mehreren axial hintereinander angeordneten elektromagnetischen Spulen (55 bis 58) besteht und daß die Preßplatte (8) einen in diese eintauchenden Spulenkern (61) aufweist.

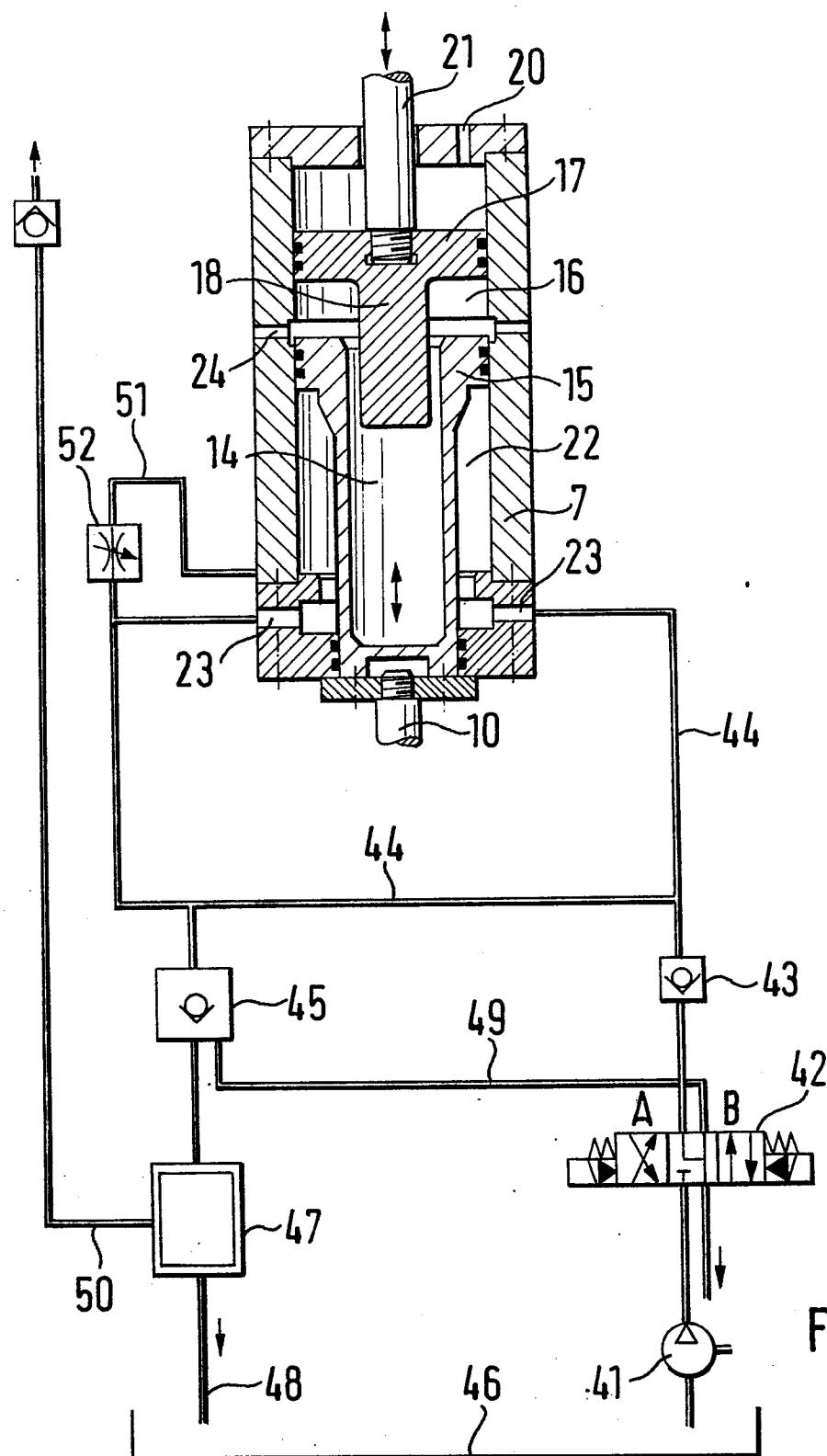
25 35. Vorrichtung nach Anspruch 34, dadurch gekennzeichnet, daß die Stromstärke jeder Spule (55 bis 58) steuerbar ist.

36. Vorrichtung nach Anspruch 34 oder 35, dadurch gekennzeichnet, daß die Spulen (55 bis 58) jeweils getrennt zu- und abschaltbar sind.
- 5 37. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 34 bis 36, dadurch gekennzeichnet, daß der Spulenkern (61) freiliegend innerhalb der Spulen (55 bis 58) angeordnet und in der angehobenen Ausgangslage von einer Zentrier- und Rückhaltespule (59) gehalten ist.









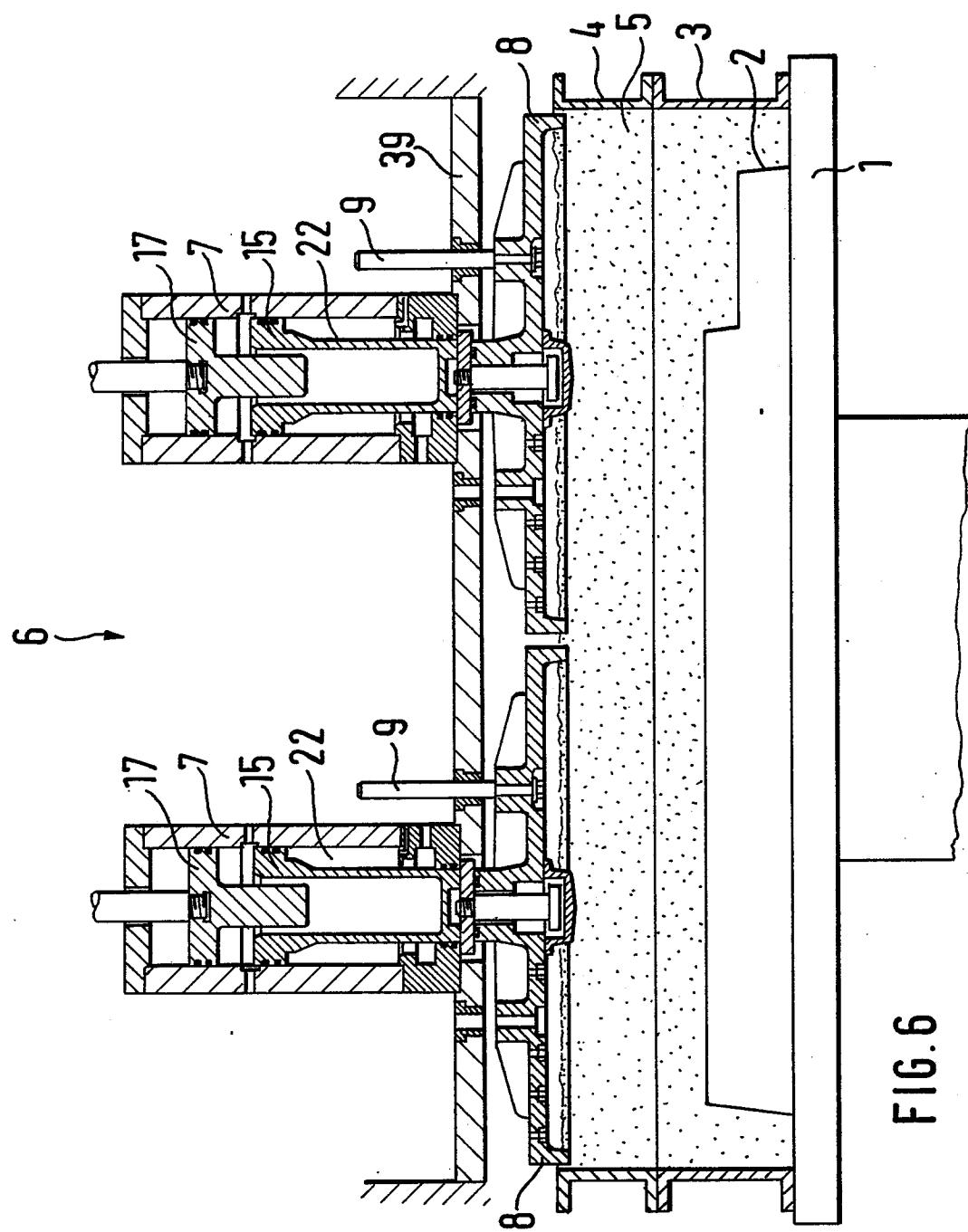


FIG. 6

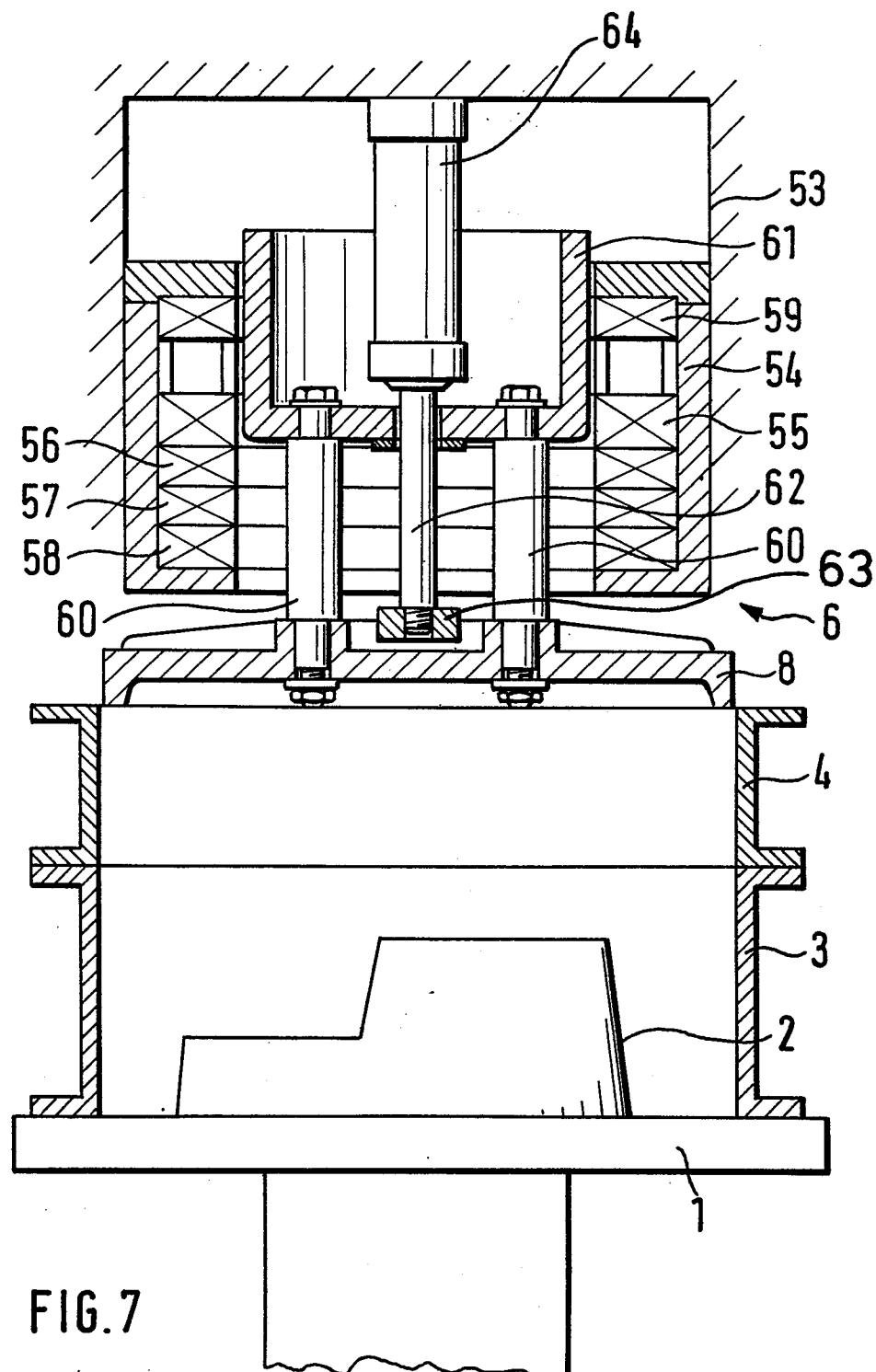


FIG. 7