

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(21) Anmeldenummer: **90250137.8**

(51) Int. Cl.<sup>5</sup>: **B30B 11/00**

(22) Anmeldetag: **28.05.90**

(30) Priorität: **15.06.89 DE 3919821**

(71) Anmelder: **MANNESMANN Aktiengesellschaft**  
**Mannesmannufer 2**  
**D-4000 Düsseldorf 1(DE)**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**19.12.90 Patentblatt 90/51**

(72) Erfinder: **Hinzmann, Gerd, Dr.-Ing.**  
**In der Haag 55**  
**D-4057 Brüggen(DE)**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT CH DE ES FR GB IT LI SE**

Erfinder: **Nies, Norbert, Dipl.-Ing.**  
**Rosellener Kirchstrasse 28b**  
**D-4040 Neuss 21(DE)**

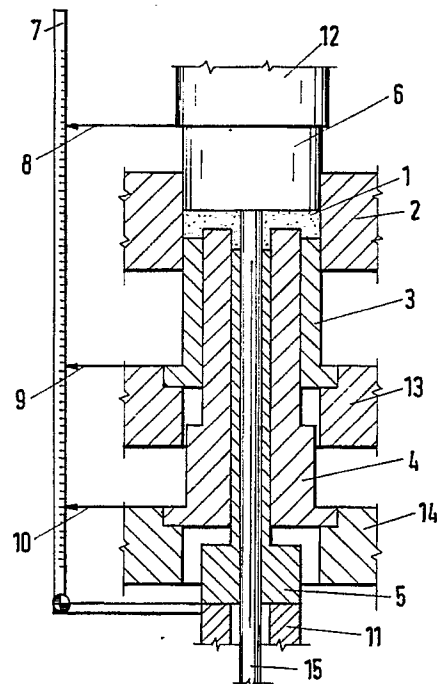
Erfinder: **Radewahn, Siegfried, Ing. (Grad.)**  
**Annakirchstrasse 129**  
**D-4050 Mönchengladbach(DE)**

(74) Vertreter: **Meissner, Peter E., Dipl.-Ing. et al**  
**Patentanwaltsbüro Meissner & Meissner,**  
**Herbertstrasse 22**  
**D-1000 Berlin 33(DE)**

(54) **Verfahren und Vorrichtung zum Herstellen von masshaltigen Presslingen.**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Herstellen von maßhaltigen Preßlingen aus pulverförmigen Massen, insbesondere aus Metallpulver, auf einer Presse in einer Matrize unter Einwirkung mindestens je eines Unter- und eines Oberstempels, wobei die Lage der die Stempel tragenden Bauteile und/oder der Matrize relativ zu einem Fixpunkt gemessen wird und die Stempel tragenden Bauteile jeweils in eine Sollposition zueinander gefahren werden, die unter Berücksichtigung der Stempellängen den Sollabmessungen des Preßlings in Preßrichtung entsprechen. Um ein Verfahren und eine Vorrichtung zu dessen Durchführung anzugeben, mit dem die Genauigkeit der Preßlingsgeometrie auch bei Preßlingen mit mehreren Höhenabsätzen weiter verbessert werden kann, wird vorgeschlagen, daß in der Preßendstellung die Sollposition mindestens eines der Stempel tragenden Bauteile in Preßrichtung um einen Betrag korrigiert wird, der der elastischen Verformung des bzw. der Stempel infolge der Einwirkung der Preßkraft entspricht.

**EP 0 403 038 A2**



## Verfahren und Vorrichtung zum Herstellen von maßhaltigen Preßlingen

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen von maßhaltigen Preßlingen gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 sowie eine Vorrichtung zu dessen Durchführung.

Aus der DE-OS 29 24 704 ist eine Einrichtung an einer Presse zur Festlegung der Höhe von Preßlingen aus pulverförmigem Material bekannt, mit der Auswirkungen von Verformungen des Pressenrahmens während des Pressens im Hinblick auf die Genauigkeit des Preßlings eliminiert werden sollen. Hierzu wird vorgeschlagen, die an sich unbewegt bleibenden Teile eines Längenmeßsystems, mit dem die Positionen der die Preßstempel tragenden Teile des Preßwerkzeugs verfolgt werden, nicht am Pressenrahmen sondern an dem ortsfest bleibenden Teil des Preßwerkzeugs zu befestigen.

Je höher die Anforderungen an die genaue Einhaltung der Geometrie eines Preßlings sind, umso gravierender wird der Störeinfluß, der durch die elastische Verformung der Preßstempel während des Pressens entsteht.

Bei einfachen Preßlingen (z.B. einfache Zylinderform) spielt dieser Effekt keine nennenswerte Rolle, da man die Preßwerkzeuge ohne Schwierigkeiten so steif bauen kann, daß keine nennenswerten elastischen Verformungen im vorgesehenen Preßkraftbereich auftreten. Bei komplizierteren Teilen mit mehreren Absätzen, für die z.B. Mehrplattenadaptorwerkzeuge eingesetzt werden, wie sie etwa aus der DE 31 42 126 C2 bekannt sind, ist die elastische Verformung der Stempel nicht mehr ohne weiteres zu vernachlässigen, weil die Werkzeugbauweise zumindest bei einzelnen Stempeln eine relativ dünnwandige, lange und schlanke Form erfordert. Ein solcher Stempel ist dann nicht mehr ein praktisch starrer Körper, sondern verformt sich, wie im Rahmen der Erfindung festgestellt wurde, unter Einwirkung der Preßkraft elastisch in einem durchaus bemerkenswerten Ausmaß.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein Verfahren und eine Vorrichtung zu dessen Durchführung anzugeben, mit dem die Genauigkeit der Preßlingsgeometrie auch bei Preßlingen mit mehreren Höhenabsätzen weiter verbessert werden kann.

Gelöst wird diese Aufgabe erfindungsgemäß durch ein Verfahren, das mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 ausgestattet und durch die Merkmale des Patentanspruchs 2 in vorteilhafter Weise ausgestaltbar ist. Eine erfindungsgemäße Vorrichtung ist durch die Merkmale des Patentanspruchs 3 gekennzeichnet und bevorzugt mit den zusätzlichen Merkmalen des Patentanspruchs 4 ausgestattet.

Das der Erfindung zugrundeliegende Problem

wäre von vornherein zu vermeiden, wenn man das Wegmeßsystem zur Feststellung der Lage eines Preßstempels in unmittelbarer Nähe der Preßfläche des Stempels anbringen würde, da dann nicht die Stempel, tragenden Bauteile (z.B. Stempelplatten) sondern die Preßflächen selbst in ihre jeweilige Sollposition gefahren und direkt meßtechnisch verfolgt werden könnten.

Damit wären elastische Stempelverformungen völlig bedeutungslos. Aus baulichen Gründen ist man jedoch im allgemeinen nicht in der Lage, das Wegmeßsystem in dieser Weise zu befestigen. Erfindungsgemäß ist daher vorgesehen, die elastische Verformung der Preßstempel über eine direkte oder indirekte Messung der Preßkraft zu ermitteln und die relative Position gegenüberliegender Preßstempel in der Preßendstellung entsprechend dem/den ermittelten Verformungswert/en zu korrigieren. Die Sollpositionen der die Stempel tragenden Bauteile, an denen die beweglichen Teile des verwendeten Längenmeßsystems befestigt sind, ergeben sich dabei zunächst als vorläufige Werte entsprechend der Geometrie des zu erzeugenden Preßlings unter Berücksichtigung der Länge jedes einzelnen Stempels. Die Korrektur der Sollpositionen erfolgt dann in der Weise, daß die Preßflächen der Ober- und Unterstempel etwa um den Betrag der infolge Einwirkung der Preßkraft hervorgerufenen stärkeren oder schwächeren elastischen Einfederung des oder der Preßstempel näher bzw. weniger nah zusammengefahren werden. Die Korrekturwerte können dabei anhand der z.B. in Vorversuchen ermittelten Federkennlinie des jeweiligen Preßstempels und der während des Pressens gemessenen Preßkraft errechnet werden. Es ist nicht unbedingt erforderlich, diese Korrektur für alle Stempel durchzuführen. Bei einem Mehrstempelwerkzeug kann vielfach an solchen Stempeln, die relativ kurz und/oder dickwandig ausgebildet sind, wegen der nur geringfügigen elastischen Verformung, die ursprüngliche Sollposition unverändert bleiben, während lediglich der oder die Stempel mit einer weniger steifen Federkennlinie hinsichtlich ihrer Sollposition im erfindungsgemäßen Sinn korrigiert werden.

Ein erheblicher Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens ist darin zu sehen, daß es in der Lage ist, Teile mit präziser Preßlingsgeometrie zu liefern, auch wenn die Preßkräfte und somit die Größe der elastischen Verformung der Preßstempel während der laufenden Produktion stärkeren Schwankungen unterliegen, die z.B. durch Veränderungen der Preßbarkeit des verwendeten Pulvers begründet sind.

Anhand des in der einzigen Abbildung darge-

stellten einfachen Ausführungsbeispiels wird die Erfindung nachfolgend näher erläutert.

Das Bild zeigt schematisch einen Schnitt durch ein Preßwerkzeug in der Preßendstellung mit einem ringförmigen Preßling 1 aus Stahlpulver. Der Preßling 1, der von einer mantelförmigen Matrize 2 umgeben ist, weist im Querschnitt drei Stufen auf. Aus diesem Grunde sind zur Pulververdichtung drei koaxial ineinander geführte, unabhängig voneinander verfahrbare Unterstempel 3, 4, 5 vorgesehen, die die gestufte Unterseite formen, während die glattflächige Oberseite des Preßlings 1 von einem einzigen Oberstempel 6 geformt wird. Um eine exakte Preßlingsgeometrie zu erhalten, müssen in der Preßendstellung die Abstände der Preßflächen von Oberstempel 6 und den Unterstempeln 3, 4, 5 genau auf die Höhe der Preßlingsstufen eingestellt werden. Zu diesem Zweck sind Wegmeßsysteme vorgesehen, die schematisch als Maßstab 7 und Zeiger 8, 9, 10 dargestellt sind. Der Maßstab 7 ist starr mit dem den Unterstempel 5 tragenden Bauteil 11 verbunden, während die Zeiger 8, 9 und 10 in entsprechender Weise an die die Unterstempel 3 und 4 bzw. den Oberstempel 6 tragenden Bauteile 12 und 13 bzw. 14 angekoppelt sind. Da die Abstände der Zeiger 8, 9, 10 von der Preßfläche der Stempel 3, 4 und 6 sowie der Abstand der Preßfläche des Unterstempels 5 von dem Nullpunkt des Maßstabs 7 bekannt sind, können die Sollpositionen der Zeiger 8, 9 und 10 leicht ermittelt werden, bei denen die Abstände der Unterstempel 3, 4, 5 von Oberstempel 6 genau der Höhenstufung des Preßlings 1 entspricht. Allerdings handelt es sich noch um vorläufige Sollpositionen, da bei ihrer Ermittlung von theoretisch starren Preßstempeln 3, 4, 5, 6 ausgegangen wurde. Tatsächlich tritt jedoch eine elastische Verformung aller Stempel 3, 4, 5, 6 ein.

Während in diesem Beispiel der Oberstempel 6 relative kurz und sehr massiv ausgeführt werden konnte, so daß dessen elastische Verformung praktisch vernachlässigt werden kann, sind die Verformungen der Unterstempel 3, 4, 5 wegen ihrer Baulänge und vergleichsweise dünnwandigen Ausführung zu beachten. Insbesondere der Unterstempel 5, in dessen Mitte noch ein Dorn 15 geführt ist, weist einen hohen Schlankheitsgrad auf.

Zur Ermittlung der Verformungen werden daher mit nicht dargestellten Kraftmeßeinrichtungen, die z.B. als piezoelektrischer Aufnehmer, Dehnungsmeßstreifen oder sonstiges Meßsystem ausgebildet sein können, die Preßkräfte an den Unterseiten der Unterstempel 3, 4, 5 gemessen. Eine nicht dargestellte elektronische Steuerung, der die gemessenen Werte zugeführt werden, errechnet daraus anhand der Federkennlinien der Unterstempel 3, 4, 5 die in Vorversuchen bestimmt oder berechnet wurden, die tatsächlich vorliegende Verformung der

Unterstempel 3, 4, 5. Die vorläufigen Sollpositionen der Unterstempel 3, 4, 5 werden dann um diesen Verformungsbetrag korrigiert, d.h. die Preßkraft der Unterstempel 3, 4, 5 wird so lange erhöht, bis die Abstände der Preßflächen der Unterstempel 3, 4, 5 zu derjenigen des Oberstempels 6 unter Berücksichtigung der elastischen Stempelverformungen genau den gewünschten Höhenstufungen des Preßlings 1 entsprechen.

Es ist grundsätzlich möglich, die Korrektur der Stempelsollpositionen jeweils erst im nächsten Preßzyklus vorzunehmen. Dies ergibt im Regelfall immer noch eine ausreichend genaue Preßlingsgeometrie, da die Störeinflüsse sich im allgemeinen nicht sprunghaft um größere Beträge verändern. Besonders vorteilhaft ist jedoch eine Regelung, die aufgrund der aktuell in demselben Preßzyklus gemessenen Preßkräfte erfolgt.

## Ansprüche

1. Verfahren zum Herstellen von maßhaltigen Preßlingen aus pulverförmigen Massen, insbesondere aus Metallpulver, auf einer Presse in einer Matrize unter Einwirkung mindestens je eines Unter- und eines Oberstempels, wobei die Lage der die Stempel tragenden Bauteile und/oder der Matrize relativ zu einem Fixpunkt gemessen wird und die Stempel tragenden Bauteile jeweils in eine Sollposition zueinander gefahren werden, die unter Berücksichtigung der Stempellängen den Sollabmessungen des Preßlings in Preßrichtung entsprechen, dadurch gekennzeichnet,

daß in der Preßendstellung die Sollposition mindestens eines der Stempel tragenden Bauteile in Preßrichtung um einen Betrag korrigiert wird, der der elastischen Verformung des bzw. der Stempel infolge der Einwirkung der Preßkraft entspricht.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Preßkraft an mindestens einem der Stempel während des Preßzyklus gemessen und zur Berechnung der korrigierten Sollposition in demselben Preßzyklus benutzt wird.

3. Presse zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 mit einer Matrize (2), mit mindestens je einem relativ zueinander bewegbaren Ober- (6) und Unterstempel (3, 4, 5), mit Meßeinrichtungen (7, 8, 9, 10) zur Feststellung der Position von durch Kraftmittel verfahrbaren, die Stempel (3, 4, 5, 6) tragenden Bauteilen (11, 12, 13, 14) und mit einer regelungstechnisch damit verbundenen elektronischen Steuerung zum Verfahren der die Stempel (3, 4, 5, 6) tragenden Bauteile (11, 12, 13, 14) sowie mit mindestens einer mit der elektronischen Steuerung verbundenen Meßeinrichtung zur direkten oder indirekten Messung der Preßkraft an

mindestens einem der Stempel (3, 4, 5, 6),  
dadurch gekennzeichnet,  
daß in der elektronischen Steuerung Korrekturwerte  
für die durch die Preßkraft hervorgerufene elasti- 5  
sche Verformung des bzw. der Stempel (3, 4, 5, 6)  
abruflbar oder anhand der Federkennlinie des be-  
treffenden Stempels (3, 4, 5, 6) errechenbar sind.

4. Presse nach Anspruch 3,  
dadurch gekennzeichnet, 10  
daß die Meßeinrichtung ein piezoelektrischer Auf-  
nehmer oder ein Dehnungsmeßstreifen ist.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

