



(10) **DE 10 2015 201 966 A1** 2016.08.04

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2015 201 966.7**
 (22) Anmeldetag: **04.02.2015**
 (43) Offenlegungstag: **04.08.2016**

(51) Int Cl.: **B30B 11/02 (2006.01)**
B22F 3/02 (2006.01)

(71) Anmelder:
**GKN Sinter Metals Engineering GmbH, 42477
 Radevormwald, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	28 01 225	A1
DE	42 03 572	A1
DE	10 2010 051 513	A1
DE	10 2014 003 726	A1
JP	H10- 156 591	A

(74) Vertreter:
**KNH Patentanwälte Kahlhöfer Neumann Rößler
 Heine PartG mbB, 40476 Düsseldorf, DE**

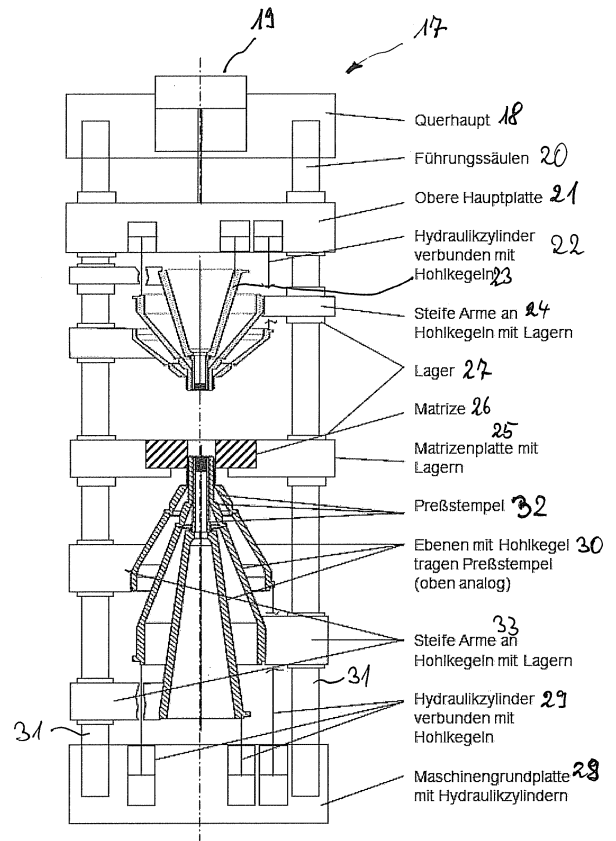
(72) Erfinder:
**Schmitt, Rainer, 53343 Wachtberg, DE; Ernst,
 Eberhard, Dr., 36124 Eichenzell, DE**

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Pulverpresse mit kegeligem Unterbau**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft eine Pulverpresse mit einem Werkzeugaufbau, der einen kegelförmigen Unterbau mit ineinander geschachtelten Unterstempeln hat, wobei jeder Unterstempel eine Längserstreckung, insbesondere eine zylindrische Längserstreckung aufweist, die in einer Matrize geführt wird, wobei sich bei zumindest zwei Längserstreckungen der Unterstempel jeweils ein Bereich mit einer kegelförmigen Verbreiterung anschließt, wobei die kegelförmigen Verbreiterungen ineinander führbar sind, wobei der Bereich der kegelförmigen Verbreiterung eine kegelförmig sich erweiternde Innen- wie Außenwand aufweist, die vorzugsweise länger ist als die Längserstreckung. Des Weiteren wird ein Verfahren zum Betrieb einer Pulverpresse und ein Computerprogrammprodukt mit Computerprogrammcodemitteln, die auf einem Computersystem ablaufbar sind zum Ausführen des Verfahrens vorgeschlagen.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Pulverpresse mit einem kegelförmigen Unterstempel, insbesondere Unterbau sowie ein Herstellungsverfahren und einen Pressling, hergestellt mit der vorgeschlagenen Pulverpresse. Mittels der Pulverpresse werden insbesondere anschließend zu sinternde Körper hergestellt. Insbesondere können metallische Pulver aber auch keramische Pulver verarbeitet werden. Der Pressling ist bevorzugt ein Grünling, der anschließend gesintert wird.

[0002] Ein Pressenaufbau ist entscheidend für die Möglichkeit, was für Teile in welcher Zeit wie gepresst werden können. Aus der DE 10 2014 003 726 der Anmelderin geht eine Presse zum Herstellen maßhaltiger Grünlinge hervor, bei der die verwendeten Werkzeugaufbauten eine Gestaltoptimierung zum Elastizitätsausgleich zwischen einzelnen Werkzeugebenen aufweisen. Hierfür ist ein gewisser technischer Aufwand bei der Auslegung wie auch bei der Herstellung der Werkzeuge notwendig.

[0003] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen vereinfachten Pressenaufbau zu schaffen, der in der Herstellung mit herkömmlichen Methoden erzielbar ist und einen Werkzeugwechsel nebst Zeit beim Einrichten verkürzt.

[0004] Diese Aufgabe wird mit einer Pulverpresse mit den Merkmalen des Anspruchs 1, mit einem Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 22, einem Verfahren zum Einrichten mit den Merkmalen des Anspruchs 26, mit einem Pressling mit den Merkmalen des Anspruchs 27, ineinander gleitenden Unterstempeln mit den Merkmalen des Anspruchs 28, einem Unterstempel mit den Merkmalen des Anspruchs 29, einem Aufbau mit den Merkmalen des Anspruchs 30 und einem Computerprogrammprodukt mit den Merkmalen des Anspruchs 31. gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen und Ausgestaltungen gehen aus den jeweiligen Unteransprüchen hervor, wobei ein oder mehrere Merkmale aus der Beschreibung wie auch aus den Figuren zu weiteren Ausgestaltungen kombiniert werden können. Die Formulierung der unabhängigen Ansprüche ist darüber hinaus als ein erster Versuch zu verstehen, den Gegenstand der Erfindung wiederzugeben. Daher können ein oder mehrere Merkmale der unabhängigen Ansprüche mit ein oder mehreren Merkmalen aus der Offenbarung ergänzt, ausgetauscht oder auch gestrichen werden, um den Erfindungsgegenstand näher zu fassen.

[0005] Es wird eine Pulverpresse mit einem Werkzeugaufbau vorgeschlagen, wobei der Werkzeugaufbau einen kegelförmigen Unterbau mit ineinander geschachtelten Unterstempeln hat, wobei jeder Unterstempel eine Längserstreckung, insbesondere eine zylindrische Längserstreckung aufweist, die in ei-

ner Matrize geführt wird, wobei sich bei zumindest zwei Längserstreckungen der Unterstempel jeweils ein Bereich mit einer kegelförmigen Verbreiterung anschließt, wobei die kegelförmigen Verbreiterungen ineinander führbar sind, wobei der Bereich der kegelförmigen Verbreiterung eine kegelförmig sich erweiternde Innen- wie Außenwandung aufweist, die vorzugsweise länger ist als die Längserstreckung. Bevorzugt bildet der Unterstempel hierbei eine Länge aus, die ansonsten nur mit angeschlossenem Aufbau ermöglicht wird. Bevorzugt weist der Unterstempel eine Erweiterung an seinem Ende von einer derartigen Größe auf, dass zum Beispiel ein Stempelhalter direkt an diesem Ende des Unterstempels anschließbar ist.

[0006] Die Längserstreckung verläuft parallel zu einer Verfahrachse der Pulverpresse. Bevorzugt ist die Längserstreckung konzentrisch um die Verfahrachse der Pulverpresse angeordnet. Die Längserstreckung wird bei einem Stempel zum Beispiel durch ein Kopfstück wahrgenommen.

[0007] Der Unterstempel bildet vorzugsweise den Unterbau. Das bedeutet, der Unterstempel erstreckt sich konischförmig als Hohlkegel axial wie auch radial derart, dass ein Fuß des Unterstempels zum Beispiel direkt auf einer Druckplatte aufliegt bzw. in direktem Kontakt mit einem Antrieb steht. Auf diese Weise kann zum Beispiel der Einsatz einer Adapterplatte je Unterstempel eingespart werden. Bevorzugt ist es, wenn in den Stempel die Druckplatte integriert ist. Hierzu kann beispielsweise vorgesehen sein, dass ein Stempelfuß eine Breite und Dicke aufweist, die einen direkten Anschluß eines Antriebs ermöglicht. Eine weitere Ausgestaltung sieht vor, dass am Fuß des Stempels ein Anschluss für die Druckplatte vorgesehen ist, vorzugsweise ein Anschluss, der über eine Relativverdrehung zwischen Druckplatte und Stempel funktioniert.

[0008] Im Übrigen gelten die oben wie auch nachfolgenden Erläuterungen nicht nur für Unterstempel. Vielmehr können ein oder mehrere Oberstempel ebenso ausgelegt bzw. gestaltet sein. Gemäß einem weiteren Gedanken der Erfindung können insbesondere derartige Oberstempel so wie die vorgeschlagenen Unterstempel als eigenständiger Gedanke wie auch in Kombination mit den Unterstempeln weiterverfolgt werden. Gleiches gilt für konische Stempel mit konischen Aufbauten. Im Folgenden werden Ausführungen, Merkmale und weitere Vorteile anhand einer Anwendung an Unterstempeln näher erläutert, ohne aber dieses auf Unterstempel zu beschränken. Vielmehr gilt entsprechendes auch für Oberstempel und Kombinationen aus derartigen Ober- und Unterstempeln. Im weiteren Verlaufe wird hierbei auch nur der Begriff Stempel verwendet. Damit sind dann Oberstempel wie auch Unterstempel gemeint. Ein Oberbau wiederum betrifft die konstruk-

tive Gestaltung hin zu einer Druckplatte des zugehörigen Oberstempels. Ein Unterbau betrifft die konstruktive Gestaltung hin zu einer Druckplatte des zugehörigen Unterstempels. Entsprechendes wie für die Ober- und Unterstempel ist auch für einen Stempel mit konisch sich erweiterndem Aufbau möglich, auf den nachfolgend noch näher eingegangen wird.

[0009] Eine Weiterbildung sieht zum Beispiel vor, dass bis auf einen innersten Unterstempel alle Unterstempel einen sich verbreiternden Bereich aufweisen, der sich kegelförmig, insbesondere konusförmig oder glockenförmig erweitert.

[0010] Eine weitere Ausgestaltung sieht vor, dass sich an zumindest zwei, vorzugsweise allen jeweiligen Unterstempeln, gegebenenfalls ohne den innersten Unterstempel, angeordnet als Aufbau eine kegelförmige Verlängerung befindet, die eine entsprechende kegelförmige Innen- und Außenwandung der kegelförmigen Verbreiterung weiterführt.

[0011] Bevorzugt kann die Kombination aus dem Bereich mit kegelförmiger Verbreiterung und kegelförmiger Verlängerung länger sein als die Längserstreckung. Insbesondere wird auf diese Weise ein Unterbau gebildet. Der Unterbau ist wie ein Hohlkegel geformt.

[0012] Weiterhin kann vorgesehen sein, dass die Kegelwinkel von ineinander schiebbaren Unterstempeln bzw. Unterstempeln mit Verlängerungen, entlang dem sich die kegelförmige Verbreiterung und die kegelförmige Verlängerung von einer Pressenachse aus sich erstrecken, zumindest annähernd gleich sind. Bevorzugt ist somit, dass ein jeweiliger Kegelwinkel der Unterstempel von Innen nach Außen zumindest in etwa gleich bleibt. Auch eine Abweichung der Kegelwinkel voneinander ist jedoch möglich, wobei sich die Kegelwinkel von Innen nach Außen bevorzugt weiter aufspreizen.

[0013] Eine Kegelwinkelkonstanz über die radiale Erstreckung hat den Vorteil, dass ein Einfluss von Biegung bzw. eine Gefahr in Bezug auf Knickung bei Durchleitung der Presskräfte sich sehr stark verringert und dafür aber eine Spannungsverteilung sich über die Erweiterung sehr vergleichmäßig. Vorzugsweise können mittels der vorgeschlagenen Lösung Biegespannungen in eine Längsrichtung sehr stark abgesenkt werden.

[0014] Des Weiteren ist beispielsweise vorgesehen, dass die ineinandergeschobenen Unterstempel sich im Bereich ihrer Aufweitung, d.h. mit jeweiliger Innenwandung des einen Stempels und gegenüberliegenden Außenwandung des gegenüberliegenden Stempels, nicht berühren, vorzugsweise zumindest zum überwiegenden Teil der sich aufweitenden Erstreckung nicht berühren. Entsprechendes ist bei-

spielsweise ebenfalls für einen sich erweiternden Stempel mit konisch sich erweiterndem Aufbau und benachbartem Stempel mit benachbartem, sich erweiterndem Aufbau vorgesehen. Beispielsweise ist vorgesehen, dass ein Kontakt zwischen den Stempeln nur über einen Bereich einer Längserstreckung der Stempel erfolgt, vorzugsweise nur entlang einer Erstreckung von 10 bis 30 mm erfolgt, weiterhin vorzugsweise nur in einem Bereich einer Matrize der Pulverpresse. Gemäß einer Weiterbildung ist beispielsweise vorgesehen, dass eine Längserstreckung eines Stempels eine sogenannte Freimachung aufweist. Eine Freimachung bedeutet, dass das vorherige Abmaß des Durchmessers der Längserstreckung eines Stempels soweit geändert wird, dass keine Berührung mit einem benachbarten Stempel stattfindet, wo aber im Bereich der Matrize ansonsten ein Kontakt herrscht. Der kontaktierende Bereich in der Matrize dient als Führung, insbesondere als eine Oberführung für Unterstempel und als Unterführung für entsprechende Oberstempel.

[0015] Wiederum eine Ausgestaltung der Pulverpresse sieht vor, dass in einer gemeinsamen Endstellung Füße der jeweiligen Unterstempel in voneinander unterschiedlichen Höhe enden.

[0016] Bevorzugt ist es, wenn die ineinander gleitenden Unterstempel im Vergleich zueinander eine annähernd gleiche Elastizität im sich kegelförmig erweiternden Bereich aufweisen. Beispielsweise kann vorgesehen sein, dass die ineinander gleitenden Unterstempel mit kegelförmigen Aufbau im Vergleich zueinander eine annähernd gleiche Elastizität aufweisen.

[0017] Auch besteht die Möglichkeit, dass Füße der Unterstempel in einer gemeinsamen Endstellung in gleicher Höhe entlang einer Ebene enden. Insbesondere gelingt es durch die vorgeschlagene Lösung, dass ein äußerster Unterstempel bzw. ein äußerster Unterstempel mit konisch sich erweiterndem Aufbau ungefähr gleich einfedert wie ein innerer Unterstempel bzw. ein Unterstempel mit konisch sich erweiterndem Aufbau. Hierfür kann zum Beispiel das Elastizitätsmodul wie auch die jeweilige Konstruktion zur Einstellung einer gewünschten Steifigkeit entsprechend ausgelegt sein. Vorzugsweise kann eine Steifheit durch konstruktive Maßnahmen erhöht werden. Hierüber gelingt es, dass die beispielsweise am äußersten Stempel auftretenden hohen Reibungskräfte, die sich dadurch ergebenden Längenänderungen aufgrund eines wärmer werdenden Materials mit im Betrieb einhergehender Reibungsänderung in den Griff zu bekommen.

[0018] Insbesondere gelingt es, eine konstruktive Kompensation und darüber eine Annäherung des Einfederns zu schaffen, auch bei unterschiedlichen Längen wie zum Beispiel beim inneren Stempel, da

dessen große Länge zu größeren Längenänderungen und höherem Einfedern führen kann als bei kürzeren Stempeln. Zu berücksichtigen ist hierbei auch, dass zum Beispiel die Kombination möglich ist von konischförmigen, langen Unterstempeln ohne zusätzlich sich konischförmig erweiternden Aufbauten und Unterstempeln mit sich konischförmig erweiternden Aufbauten. Letztere weisen im Bereich ihrer Aufweitung vorzugsweise keinen Kontakt zum benachbarten Stempel auf, zumindest aber zum überwiegenden Teil ihrer Erstreckung keinen Kontakt zum benachbarten Stempel.

[0019] Eine weitere Ausgestaltung sieht vor, dass ein äußerster Unterstempel nebst Aufbau zumindest annähernd gleich einfedert wie ein innerer Unterstempel mit Aufbau. Der Vorteil dieser Ausgestaltungen ergibt sich beim Pressen und insbesondere beim Entlasten des verpressten Materials, da dadurch eine vereinfachte Entlastung über alle Stempel ermöglicht wird, ohne dass es zu einem Bruch des Grünlings kommt.

[0020] Gemäß einem weiteren Gedanken, der unabhängig wie auch abhängig von dem Obigen wie auch dem Nachfolgendem sein kann, wird ein Auslegungsverfahren zum Ermitteln einer konstruktiven Lösung der ineinander verfahrbaren konischförmigen Unterstempel bzw. konischförmigen Unterstempel mit konischförmigen Aufbauten vorgeschlagen. Hierbei wird eine erste Berechnung von jedem Unterstempel bzw. angeschlossenen Aufbau vorgenommen, überprüft, ob ein Abbruchkriterium wie zum Beispiel die jeweilige Elastizität sich gemäß einem vorgebbaren Abbruchkriterium angenähert hat, ansonsten zumindest ein Parameter geändert, bis zumindest dieses eine Abbruchkriterium erfüllt ist. Auf diese Weise können je nach Vorgabe die entsprechenden ineinander verfahrbaren Unterstempel bzw. Unterstempel mit Aufbau berechnet und beispielsweise zu einer angenäherten, insgesamt jeweils einheitlichen Elastizität hin ausgelegt werden.

[0021] Vorzugsweise ist des Weiteren vorgesehen, dass ein jeweiliger Kegelwinkel der Unterstempel von innen nach außen zunimmt, während die jeweilige Längserstreckung der Unterstempel bzw. der Längserstreckung der Unterstempel mit den jeweiligen Aufbauten von innen nach außen abnimmt.

[0022] Weiterhin ist vorzugsweise vorgesehen, dass an die kegelförmige Verbreiterung ein Stempelhalter direkt anschließt. Die kegelförmige Verbreiterung des jeweiligen Unterstempels verbreitert sich vorzugsweise soweit, dass ein zugehöriger Stempelhalter seitlich außen bündig mit dem Unterstempel abschließt. Eine Weiterbildung sieht vor, dass alternativ wie auch ergänzend Innen eine Bündigkeit vorliegt. Hierbei kann vorgesehen sein, dass die kegelförmige Verbreiterung des Unterstempels in einen zylindrischen Abschnitt übergeht, wobei der zylindrische Abschnitt Befestigungsmittel für einen Stempelhalter aufweist, bevorzugt lösbare Befestigungsmittel. Bevorzugt sind zum Beispiel Drehverschlüsse, die insbesondere eine Verschraubung überflüssig machen. Weiterhin bevorzugt ist es, wenn ein Stempelhalter direkt mit einem Unterstempel mittels eines Bajonettverschlusses verbunden ist. Insbesondere ist ermöglicht, dass eine Verbindung zwischen Stempelhalter und Unterstempel ohne Druckplatte und Klemmplatte erfolgt.

[0023] Bei einem Bajonettverschluss hat sich herausgestellt, dass es vorteilhaft ist, wenn eine Passung des Bajonettverschlusses radial mehr Spiel als axial aufweist. Das radiale Spiel kann dabei um den Faktor 10 bis 50 größer sein.

[0024] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung ist vorgesehen, dass die Stempel mit oder ohne Aufbau eine derartige sich erweiternde Breite einnehmen, dass an diesen direkt und/oder über eine Adapterplatte ein Antrieb, insbesondere ein oder mehrere Hydraulikzylinder angeordnet werden können. Vorzugsweise ist ein Fuß des Stempels bzw. des Aufbaus so stabil, dass auch eine direkte Kontaktierung ermöglicht ist. Hierzu kann zum Beispiel das der Längserstreckung gegenüberliegende Ende des Aufbaus bzw. des Stempels einen Kragen aufweisen.

[0025] Hinsichtlich des Aufbaus der Stempel kann vorgesehen sein, dass zumindest ein Oberstempel und/oder ein Unterstempel einstückig hergestellt ist. Auch besteht die Möglichkeit, dass zumindest ein Oberstempel und/oder ein Unterstempel mehrteilig hergestellt ist.

[0026] Weiterhin ist vorgesehen, dass die ineinander gleitenden Stempereinheiten mit jeweils unterschiedlichem Verhältnis von Länge des Kopfstücks zu Länge des sich verbreiternden Bereichs versehen sind.

[0027] Gemäß einem weiteren Gedanken der Erfindung, der unabhängig wie auch abhängig von dem obigen Gedanken verfolgt werden kann, wird ein Verfahren zum Betrieb einer Pulverpresse vorgeschlagen, bei der ineinander gleitende Stempereinheiten wie oben und/oder nachfolgend beschrieben verfahren werden, wobei eine Überwachung in Form einer Steuerung oder Regelung eingesetzt wird, die einen Ausgleich zwischen einem unterschiedlichen Federn der ineinander gleitenden Stempereinheiten bei einem Entlasten eines gepressten Werkstücks vornimmt. Vorzugsweise erfolgt eine elektronische Kompensation des Ausgleichs. Insbesondere kann hierfür ein Ausgleich beim Verfahren der Unterstempel über eine Positionsregelung erfolgen. Bevorzugt wird das Verfahren genutzt, um einen Pressling umfassend Metallpulver zu erzeugen. So kann zum Beispiel hierbei vorgesehen sein, dass ein Stempel federt,

während ein anderer Stempel fährt, wenn der verpresste Grünling entlastet wird. Eine weitere Ausgestaltung sieht vor, dass bei einem Einrichten ein Ausgleich aufgrund eines unterschiedlichen Federns der jeweiligen Stempel bzw. Stempel mit Aufbauten unterbleibt. Vielmehr wird ein Ausgleich ausschließlich durch eine Positionserkennung und Positionssteuerung bzw. -regelung ausgeführt, ohne eine Vorababstimmung hinsichtlich der Elastizitätsunterschiede.

[0028] Gemäß einem weiteren Gedanken der Erfindung, der unabhängig wie auch abhängig von dem obigen Gedanken verfolgt werden kann, wird ein Einbauen eines Satzes ineinander gleitender Stempelinheiten in eine Pulverpresse wie oben und auch nachfolgend näher beschrieben vorgeschlagen, wobei diese Stempelinheiten zuerst zusammen eingesetzt und dann gemeinsam befestigt werden, d.h. gerüstet werden. Dadurch entfällt ein einzelnes Einsetzen und einzelnes Ausrichten wie bisher. Auch kann im Anschluss daran ein gemeinsames Einrichten erfolgen. Bei einem Einrichten wird vorzugsweise die Füllposition, die Transferposition, das Verdichten, die Entlastung und das Entformen mit allen Stempelinheiten miteinander geprüft und fein eingestellt. Eine Stempelinheit umfasst im Übrigen den vorgeschlagenen kegelförmigen Stempel wie auch den kegelförmigen Stempel mit kegelförmigen Aufbau umfassen.

[0029] Ein Vorteil der vorgeschlagenen Pulverpresse ist es, dass ein Pressling herstellbar ist, der eine gleichbleibende Dichte entlang eines Querschnitts des Presslings aufweist. Auch besteht die Möglichkeit, komplexe Formgebungen zu erfüllen, da das Wegfahren der Stempel aufgrund annähernd gleicher Elastizitäten ein Brechen des Grünlings vermeidet. Vorzugsweise wird eine Elastizität so ausgelegt, dass unter Betriebsbedingungen ein jeweiliges Ein- bzw. Ausfedern von 5/10 mm oder weniger über alle Stempel erfolgt.

[0030] Des Weiteren wird vorgeschlagen, ineinander gleitende Unterstempel einer Pulverpresse vorzusehen, die zumindest eine Mehrzahl an Unterstempeln wie oben bzw. nachfolgend beschreiben aufweisen.

[0031] Die vorliegende Erfindung ermöglicht gemäß einer Ausgestaltung ebenfalls einen vereinfachten Werkzeugaufbau bei gleichzeitigem Verzicht auf ein übliches Zubehör, insbesondere Druckplatten, mit zum Beispiel dem Ziel der:

- Kraftfußoptimierung durch geometrisch einfache, trichterförmige Werkzeuggestaltung, besonders bei rotationssymmetrischen Werkzeugen einsetzbar;
- Reduzierter Aufwand in der Konstruktion durch Verzicht auf die Gestaltoptimierung;
- Verzicht auf additive Herstellverfahren, da die einfachen Werkzeugelemente in der Regel auf

Standard-Werkzeugmaschinen durch spanabhebende Verfahren hergestellt werden können;

- Verkürzung der inneren Werkzeugelemente, auch unter Inkaufnahme der Verlängerung der äußeren Werkzeugelemente;
- Verzicht auf einen vollkommenen Elastizitätsausgleich: der Ausgleich wird in der Regel nach wie vor durch die Positionsregelung der Maschine vorgenommen.

[0032] Die Werkzeugaufbauten können sowohl einstückig als auch durch Verbindungstechnik mehrteilig aus ggf. Kopfstück, Verbindungselement und Fußstück bestehen. Des Weiteren wird im Umfang der Offenbarung hinsichtlich einer möglichen Ausgestaltung von ineinander verschiebbaren Unterstempeln auch auf die DE 10 2015 201 784.2 der Anmelderin sowie auf die DE 10 2015 201 785.0 der Anmelderin verwiesen. Hinsichtlich eines möglichen Herstellungsverfahrens wird im Rahmen der Offenbarung Bezug genommen auf die DE 10 2015 201 775.3 der Anmelderin.

[0033] Insbesondere unter dem Aspekt einer gleichmäßigen Druckaufprägung wie vor allem auch Druckentlastung über eine Breite des Presslings ist es vorteilhaft, dass die Unterstempel rotationssymmetrisch aufgebaut sind. Eine weitere Ausgestaltung sieht nichtrotationssymmetrische, insbesondere unsymmetrische Stempel mit ihren Stempelfüßen auf rotationssymmetrischen Aufbauten vor. Die Stempelfüße sind hierbei vorzugsweise ebenfalls rotationssymmetrisch. Auch kann zum Beispiel eine asymmetrische Fußsteifheit vorgesehen sein, die dazu dient, einen Ausgleich zwischen einer Lastseite und einer weniger belasteten Seite des unsymmetrischen Stempels zu schaffen.

[0034] Gemäß einem weiteren Gedanken der Erfindung, der unabhängig wie auch abhängig von einem der obigen und/oder der nachfolgenden Gedanken verfolgt werden kann, wird ein Unterstempel und/oder Oberstempel einer Pulverpresse wie oben bzw. nachfolgend beschrieben vorgeschlagen.

[0035] Gemäß einem weiteren Gedanken der Erfindung, der unabhängig wie auch abhängig von einem der obigen und/oder der nachfolgenden Gedanken verfolgt werden kann, wird ein Aufbau zum Anschluß an einen Unterstempel und/oder Oberpresse einer Pulverpresse wie oben bzw. nachfolgend beschrieben vorgeschlagen.

[0036] Gemäß einem weiteren Gedanken der Erfindung, der unabhängig wie auch abhängig von einem der obigen wie auch nachfolgenden Gedanken verfolgt werden kann, wird ein Computerprogrammprodukt mit Computerprogrammcodemitteln, die auf einem Computersystem ablaufbar sind zum Ausfüh-

ren eines Verfahrens wie oben bzw. nachfolgend beschrieben vorgeschlagen.

[0037] Weitere vorteilhafte Merkmale und Ausgestaltungen gehen aus den nachfolgenden Figuren hervor. Ein oder mehrere Merkmale aus ein oder mehreren Figuren wie auch aus der obigen wie auch nachfolgenden Beschreibung können dabei zusammen zu weiteren Ausgestaltungen verbunden werden. Insbesondere dienen die Figuren der Erläuterung der Erfindung und sollen diese nicht beschränken. Anmerkungen und Ausführungen, die Unterstempel bzw. Unterstempel mit konischem Aufbau betreffen, sind nicht auf Unterstempel beschränkt sondern dienen der exemplarischen Verdeutlichung. Die jeweiligen Merkmale und Ausgestaltungen sind ebenfalls bei vorgeschlagenen Oberstempeln bzw. vorgeschlagenen Oberstempeln mit zusätzlichem konischem Aufbau einer Pulverpresse verwendbar. Es zeigen:

[0038] Fig. 1 einen Ausschnitt aus einer Pulverpresse, wie sie aus dem Stand der Technik bekannt ist,

[0039] Fig. 2 einen beispielhaften, schematischen Adapteraufbau ohne Werkzeug und Unterbau aber mit Adapterplatten und Säulenstruktur aus dem Stand der Technik,

[0040] Fig. 3 eine beispielhafte, schematische Ansicht von ineinander verfahrenen Unterstempeln, wie sie aus dem Stand der Technik bekannt sind,

[0041] Fig. 4 eine erfindungsgemäße, beispielhafte, schematische Ausgestaltung von Unterstempeln und angeschlossenen Aufbauten im Vergleich zur Darstellung aus Fig. 3,

[0042] Fig. 5 zeigt eine beispielhafte schematische konstruktive Lösung mit sich erweiternden Unterstempeln gemäß der vorgeschlagenen Erfindung,

[0043] Fig. 6 eine Gegenüberstellung der unterschiedlichen Federung bzw. Elastizität die Nutzung der unterschiedlichen Systematik nach Fig. 3 und nach Fig. 4, und

[0044] Fig. 7 zeigt eine vorgeschlagene Pulverpresse in schematischer Ansicht.

[0045] Fig. 8 zeigt die Pulverpresse aus Fig. 7 in einer Vergrößerung zur Darstellung von Anschlägen.

[0046] Fig. 1 zeigt einen Ausschnitt aus einer Pulverpresse **1**, wie sie aus dem Stand der Technik bekannt ist. Dieser Ausschnitt zeigt einen Teil eines Werkzeugs **2**, wobei allerdings weder eine Matrize noch ein Oberstempel oder sonstige Komponenten der Pulverpresse **1** dargestellt sind. Gezeigt wird ein Adapterplattenaufbau **3** mit Unterstempel **4**. Als Zu-

behör werden ein verschraubter Überwurf **5**, eine Druckplatte **6** und ein Stützring **7** eingesetzt. Mittels des Überwurfs **5** wird ein Stempelfuß **8** an der Druckplatte befestigt. Der Aufbau der Stempel zeigt zum Einen die notwendige Größe, die für eine derartige Pulverpresse vorgesehen sein muss. Zum Anderen erfordert das Einrüsten einen gewissen Aufwand, da hierfür die Überwürfe oder auch Klemmplatten und Druckplatten mit eingebaut werden müssen, wobei dieses einzeln erfolgt.

[0047] Fig. 2 zeigt einen Adapterplattenaufbau aus dem Stand der Technik in einer vereinfachten, übersichtlichen Darstellung. Für die Ober- wie auch die Unterstempel, die hier nicht näher gezeigt sind, muss jeweils pro Stempel eine Adapterplatte eingerüstet werden. Nach und nach kann eine Adapterplatte nach der anderen nach oben wie auch nach unten angeschlossen werden, wofür der jeweilige Aufbau in der Presse verfahren werden müssen. Dieser Vorgang ist sehr zeitintensiv und benötigt eine Vielzahl an Einzelteilen.

[0048] Fig. 3 zeigt ebenfalls in einer vereinfachten Schnittansicht zur besseren Verdeutlichung ein aus dem Stand der Technik bekannten Aufbau mit Unterstempel **9** und angeschlossenen Aufbauten **10**. Diese erstrecken sich wie in Fig. 1 schon dargestellt im Wesentlichen entlang einer Verfahrenachse der Presse. Insbesondere gleiten die jeweilige Innen- und benachbarte Außenwand benachbarter Stempel aufeinander ab, da bei einem derartigen Aufbau die Stempel darüber ihre Führung erhalten.

[0049] Fig. 4 zeigt einen erfindungsgemäßen Aufbau mit Unterstempeln **11**, die eine konische Erweiterung aufweisen, an die jeweilige konusförmige Aufbauten **12** angeschlossen sind, an die dann direkt zum Beispiel ein Stempelhalter anschließbar ist. Die Aufbauten **12** sind über nur schematisch dargestellte Füße **13** mit den Unterstempeln **11** hier verbunden. Bevorzugt ist es, wenn so wie dargestellt, ein Winkel der konischen Erweiterung des jeweiligen Unterstempels **11** von dem konusförmigen Aufbau **12** übernommen und weitergeführt wird. Eine beispielhafte Ausgestaltung ist eine im Wesentlichen konisch-geradlinige Ausführung der Erweiterung. Ebenfalls möglich ist eine glockenähnliche Gestaltung der Erweiterung. Wie dargestellt, kommt es nur im Bereich der Unterstempel und dort nur im Bereich von deren Längserstreckung **11. 1** zu einem Kontakt. Ansonsten stehen die Wandungen voneinander ab.

[0050] Fig. 5 zeigt eine beispielhafte, schematische, konstruktive Lösung, bei der die dargestellten Unterstempel **13** ineinander verfahren und sich insgesamt eine konische Aufweitung ergibt. An die Stempelfüße sind konische Aufbauten **14** angeschlossen, deren konischer Verlauf sich bis zu den dargestellten Adapterplatten **15** hinzieht.

[0051] Fig. 6 zeigt eine Gegenüberstellung der jeweiligen Elastizität zum Einen mit dem System Type 1 aus Fig. 3 und zum Anderen mit dem System Type 2 aus Fig. 4. Wie dargestellt, gelingt es, die entsprechenden Eigenschaften der jeweiligen Unterstempel bzw. Unterstempel mit Aufbau wie vorgeschlagen sehr stark aneinander anzunähern. Dieses kann insbesondere dazu führen, dass zum Beispiel die Pressensteuerung keinen Elastizitätsausgleich zwischen den Stempeln beim Verfahren, insbesondere beim Entlasten vorsehen braucht.

[0052] Fig. 7 zeigt in schematischer, vereinfachter Ansicht eine Pulverpresse 17 gemäß der Erfindung. Zur besseren Übersichtlichkeit sind die einzelnen Bestandteile der Pulverpresse 17 in der Figur mit Bezugszeichen versehen und nachfolgend erläutert. Der dargestellte Schnitt ist nicht eben sondern teilweise der Übersichtlichkeit wegen verdreht. Dadurch werden auch diejenigen Komponenten sichtbar, die über einen Umfang der Pulverpresse 17 angeordnet ansonsten nicht sichtbar wären. Ein Querhaupt 18 der Pulverpresse 17 ist mit einem hydraulischen Hauptzylinder 19 für eine Preßkraft verbunden. Es kann aber auch ein anderer Antrieb vorgesehen sein, zum Beispiel ein Schneckentrieb. Des Weiteren ist das Querhaupt 18 mit zwei dargestellten Führungssäulen 20 fest verbunden. Eine obere Hauptplatte 21 ist bewegbar, wobei beispielsweise zumindest zwei diagonal gegenüberliegende Hydraulikzylinder 22 pro Ebene zum Einsatz kommen. Jede Ebene weist bevorzugt Hohlkegel 23 als konische Erweiterung eines Aufbaus bzw. eines Stempels mit jeweils mindestens zwei steifen Armen 24 mit Führungslagern 27 auf, jeweils auf zwei diagonal gegenüberliegende Säulen bezogen. Eine Matrizenplatte 25 mit der Matrize 26 ist beweglich gehalten. Dadurch kann ein Abzugsverfahren eingesetzt werden. Ein Antrieb hierfür kann auch in einer Grundplatte vorgesehen sein. Die Maschinengrundplatte 28 der Pulverpresse 17, auch Fundamentplatte genannt, weist mindestens zwei diagonal gegenüberliegende Zylinder, vorzugsweise Hydraulikzylinder 29 pro Ebene auf, die mit einem Hohlkegel 30 verbunden sind, und zwar je einer pro Werkzeug-Stempel-Ebene. Die Maschinengrundplatte 28 trägt die Hydraulikzylinder 29 und ist mit den Säulen 31 fest verbunden. Die Hydraulikzylinder 29 können zum Beispiel vollständig oder zum Teil durch einen anderen Antrieb ersetzt werden, zum Beispiel durch einen jeweiligen elektrischen Spindeltrieb. Dargestellt sind auch die Unterstempel 32 mit angeschlossenen Aufbauten in Form der Hohlkegel 30. Auch im Bereich des Unterbaus erhalten die Unterstempel bzw. die Hohlkegel 30 über steife Arme 33 eine Lagerung. Im Übrigen ist zu berücksichtigen, dass der Vereinfachung wegen nur die Schnitte der formgebenden Werkzeuge und der kegelförmigen Aufbauteile schraffiert dargestellt sind.

[0053] Gemäß einem weiteren Gedanken, der unabhängig wie auch abhängig von dem Obigen wie auch dem Nachfolgendem sein kann, wird eine Führung der Stempereinheiten vorgeschlagen, die einen ersten kontaktierenden Bereich in der Matrize als Führung aufweisen, insbesondere als eine Oberführung für Unterstempel und als Unterführung für entsprechende Oberstempel. Eine zweite Führung erfolgt als Außenführung der Hohlkegel wie oben dargestellt und erläutert. Auf diese Weise kann eine definierte Beweglichkeit entlang einer Pulverpressenachse geschaffen werden.

[0054] Fig. 8 zeigt einen Ausschnitt aus der Darstellung aus Fig. 7. Zur besseren Übersichtlichkeit sind allerdings die Hydraulikzylinder weggelassen und dafür verschiedene Anschläge 34 dargestellt. Diese können gemäß einer Ausgestaltung zum Einsatz kommen. Ein Anschlag kann stationär wie auch verstellbar angeordnet sein.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 102014003726 [0002]
- DE 102015201784 [0032]
- DE 102015201785 [0032]
- DE 102015201775 [0032]

Patentansprüche

1. Pulverpresse mit einem Werkzeugaufbau, der einen kegelförmigen Unterbau und/oder Oberbau mit ineinander geschachtelten Stempeln, Ober- und/oder Unterstempeln hat, wobei jeder Stempel eine Längserstreckung, insbesondere eine zylindrische Längserstreckung aufweist, die in einer Matrize geführt wird, wobei sich bei zumindest zwei Längserstreckungen der Stempel jeweils ein Bereich mit einer kegelförmigen Verbreiterung anschließt, wobei die kegelförmigen Verbreiterungen ineinander führbar sind, wobei der Bereich der kegelförmigen Verbreiterung eine kegelförmig sich erweiternde Innen- wie Außenwandung aufweist, die länger ist als die Längserstreckung.

2. Pulverpresse nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass bis auf einen innersten Stempel, insbesondere Unterstempel, alle Stempel einen sich verbreiternden Bereich aufweisen, der sich kegelförmig, insbesondere konusförmig oder glockenförmig erweitert.

3. Pulverpresse nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich an zumindest zwei, vorzugsweise allen jeweiligen Stempeln, gegebenenfalls ohne den innersten Stempel, angeordnet als Aufbau eine kegelförmige Verlängerung befindet, die eine entsprechende kegelförmige Innen- und Außenwandung der kegelförmigen Verbreiterung weiterführt.

4. Pulverpresse nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kombination aus dem Bereich mit kegelförmiger Verbreiterung und kegelförmiger Verlängerung länger ist als die Längserstreckung.

5. Pulverpresse nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Kegelwinkel, entlang dem sich die kegelförmige Verbreiterung und die kegelförmige Verlängerung von einer Pressenachse aus sich erstrecken, zumindest annähernd gleich ist.

6. Pulverpresse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass in einer gemeinsamen Endstellung Füße der jeweiligen Stempel in voneinander unterschiedlichen Höhe enden.

7. Pulverpresse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die ineinander gleitenden Stempel im Vergleich zueinander eine annähernd gleiche Elastizität im sich kegelförmig erweiternden Bereich aufweisen.

8. Pulverpresse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die ineinander gleitenden Stempel, insbesondere Unterstempel, mit kegelförmigen Aufbau im Vergleich

zueinander eine annähernd gleiche Elastizität aufweisen.

9. Pulverpresse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass Füße der Stempel in einer gemeinsamen Endstellung in gleicher Höhe entlang einer Ebene enden.

10. Pulverpresse mit ineinander gleitenden Ober- und/oder Unterstempeln nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein äußerster Stempel annähernd gleich einfedert wie ein zugehöriger innerer Stempel.

11. Pulverpresse mit ineinander gleitenden Ober- und/oder Unterstempeln nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein äußerster Stempel nebst Aufbau annähernd gleich einfedert wie ein zugehöriger innerer Stempel mit Aufbau.

12. Pulverpresse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein jeweiliger Kegelwinkel der Stempel eines Oberbaus und/oder Unterbaus von innen nach außen zunimmt, während die jeweilige Längserstreckung der Stempel bevorzugt von innen nach außen abnimmt.

13. Pulverpresse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein jeweiliger Kegelwinkel der Stempel eines Oberbaus und/oder Unterbaus von innen nach außen zumindest in etwa gleich bleibt.

14. Pulverpresse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass an die kegelförmige Verbreiterung ein Stempelhalter direkt anschließt.

15. Pulverpresse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die kegelförmige Verbreiterung des jeweiligen Ober- und/oder Unterstempels sich soweit verbreitert, dass ein zugehöriger Stempelhalter seitlich außen bündig mit dem Ober- bzw. Unterstempel abschließt.

16. Pulverpresse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die kegelförmige Verbreiterung des jeweiligen Ober- und/oder Unterstempels in einen zylindrischen Abschnitt übergeht, wobei der zylindrische Abschnitt Befestigungsmittel für einen Stempelhalter aufweist, bevorzugt lösbares Befestigungsmittel.

17. Pulverpresse nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Stempelhalter direkt mit einem Unterstempel mittels eines Bajonettverschlusses verbunden ist.

18. Pulverpresse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Verbindung zwischen Stempelhalter und Stempel ohne Druckplatte und Klemmplatte erfolgt.

19. Pulverpresse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest ein Oberstempel und/oder ein Unterstempel einstückig hergestellt sind.

20. Pulverpresse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest ein Oberstempel und/oder ein Unterstempel mehrteilig hergestellt sind.

21. Pulverpresse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die ineinander gleitenden Stempelinheiten mit jeweils unterschiedlichem Verhältnis von Länge des Kopfstücks zu Länge des sich verbreiternden Bereichs versehen sind.

22. Verfahren zum Betrieb einer Pulverpresse, bei der ineinander gleitende Stempelinheiten, Ober- und/oder Unterstempel, nach einem der vorhergehenden Ansprüche verfahren werden, wobei eine Überwachung in Form einer Steuerung oder Regelung eingesetzt wird, die einen Ausgleich zwischen einem unterschiedlichen Federn der ineinander gleitenden Stempelinheiten bei einem Entlasten eines gepressten Werkstücks vornimmt.

23. Verfahren nach Anspruch 22, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine elektronische Kompensation einer Differenz einer elastischen Einfederung erfolgt.

24. Verfahren nach einem der Ansprüche 22 oder 23, wobei ein Ausgleich beim Verfahren der Unter- und/oder Oberstempel über eine Positionsregelung erfolgt.

25. Verfahren nach einem der Ansprüche 22, 23 oder 24, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Pressling aus Metallpulver erzeugt wird.

26. Einrichten einer Pulverpresse mit einem Satz ineinander gleitender Stempelinheiten nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass diese zuerst zusammen eingebaut und dann gemeinsam eingerichtet werden.

27. Pressling hergestellt mit einer Pulverpresse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine Dichte entlang eines Querschnitts des Presslings gleichbleibend ist.

28. Ineinander gleitende Unterstempel einer Pulverpresse, aufweisend zumindest eine Mehrzahl an Stempeln nach einem der Ansprüche 1 bis 21.

29. Stempel einer Pulverpresse nach einem der Ansprüche 1 bis 21.

30. Konisch geformter Aufbau eines Stempels einer Pulverpresse nach einem der Ansprüche 1 bis 21.

31. Computerprogrammprodukt mit Computerprogrammcodemitteln, die auf einem Computersystem ablaufbar sind zum Ausführen eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 22 bis 25.

Es folgen 7 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

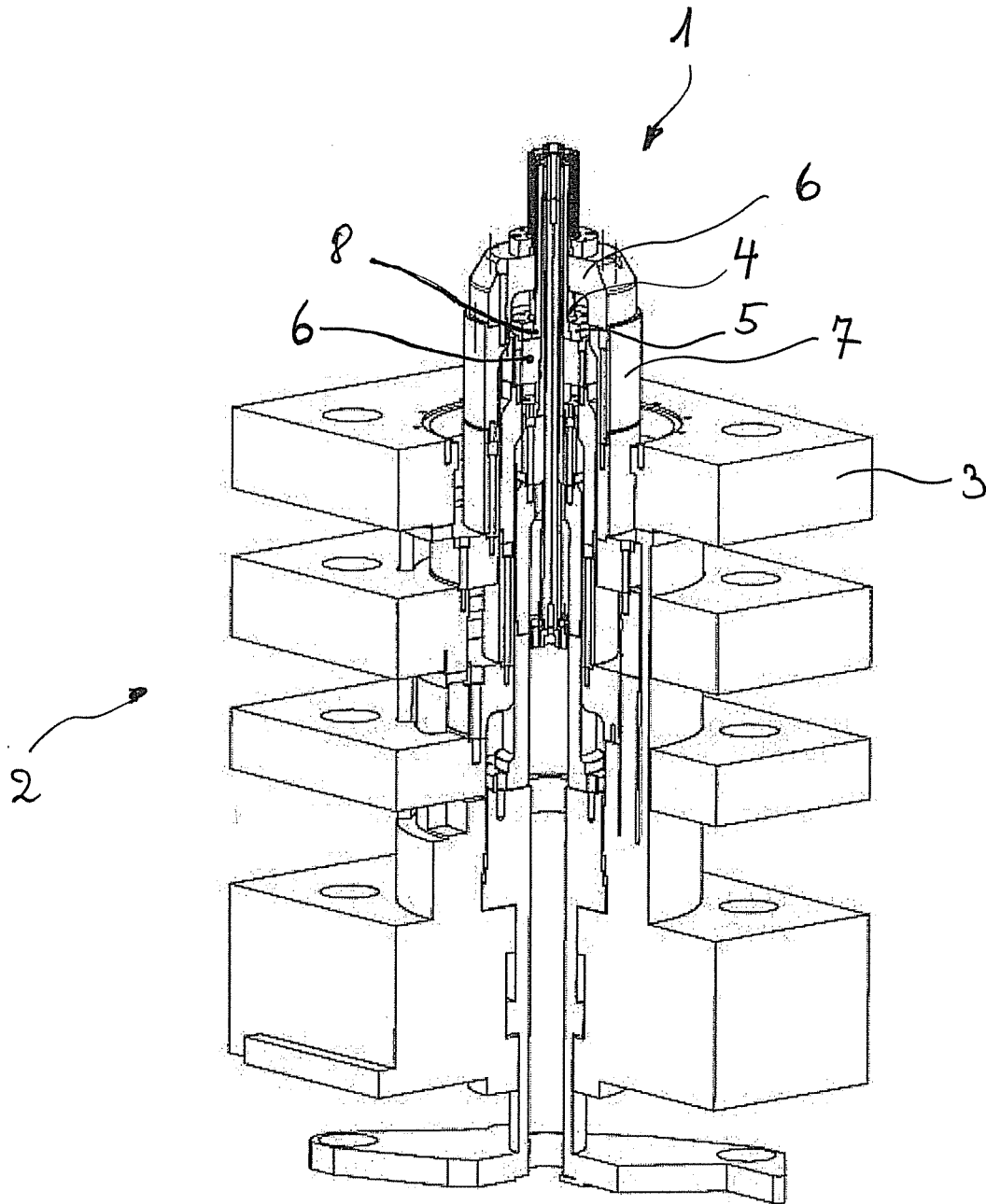


Fig. 1 Stand der Technik

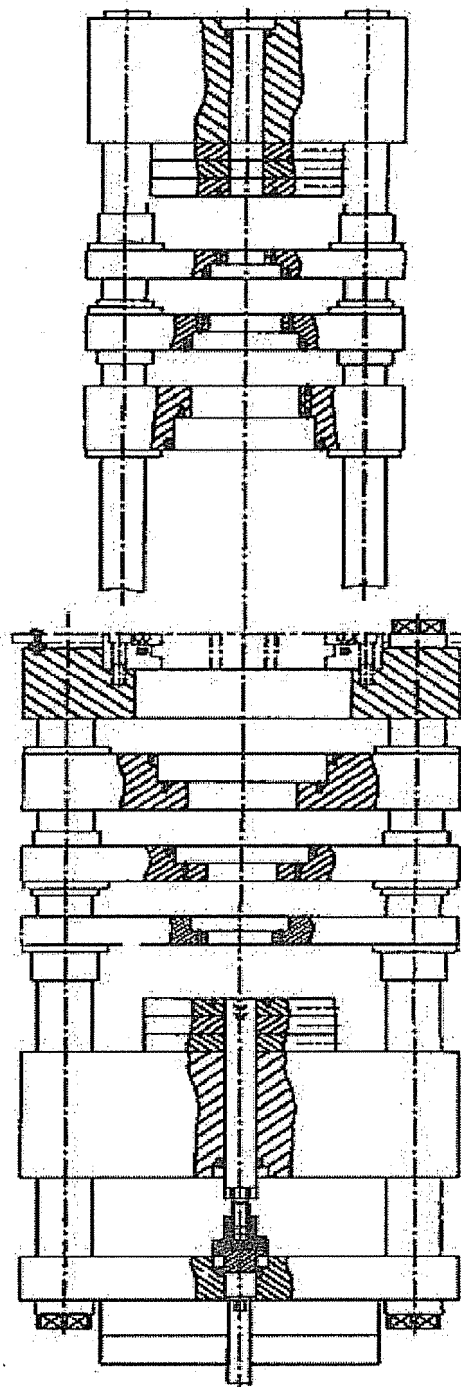


Fig. 2 Stand der Technik

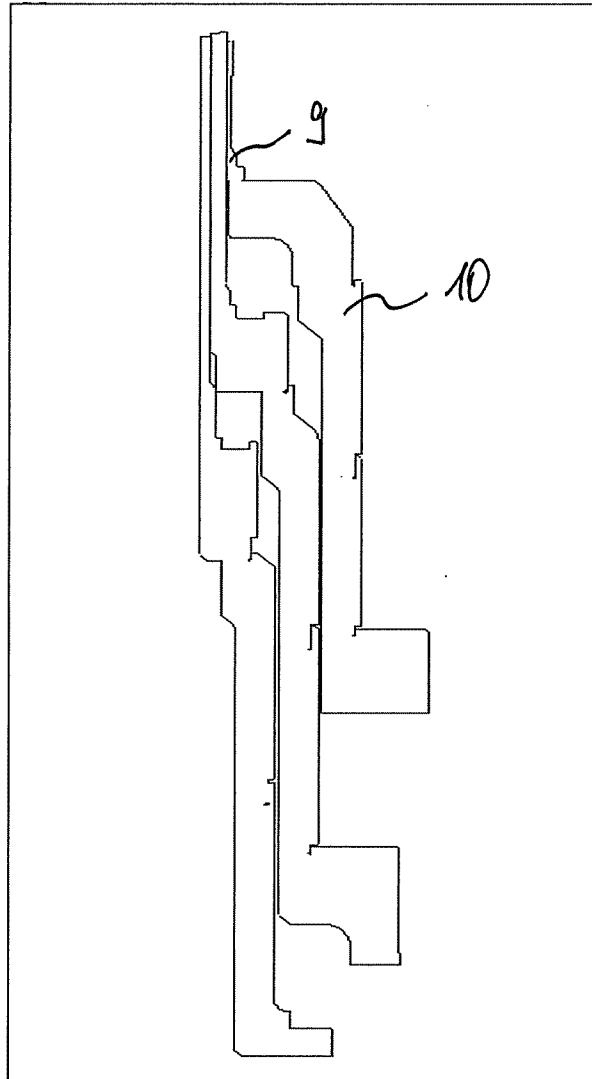


Fig. 3 Stand der Technik

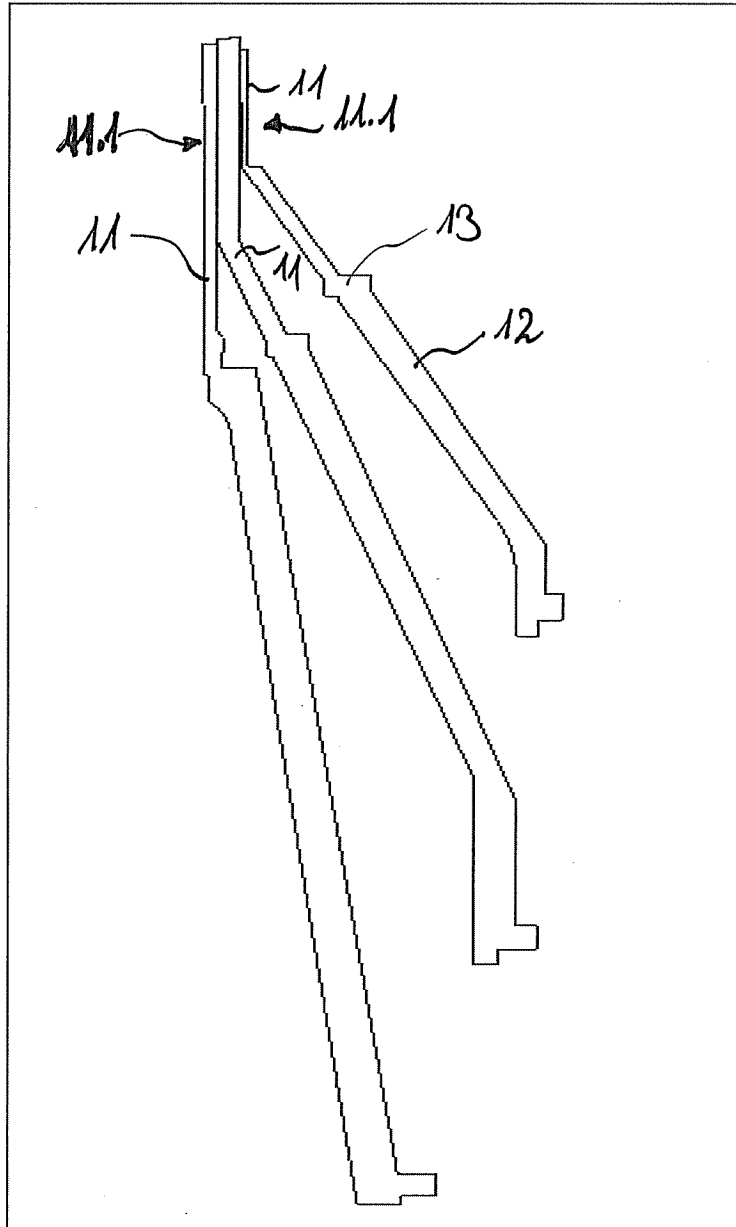


Fig. 4

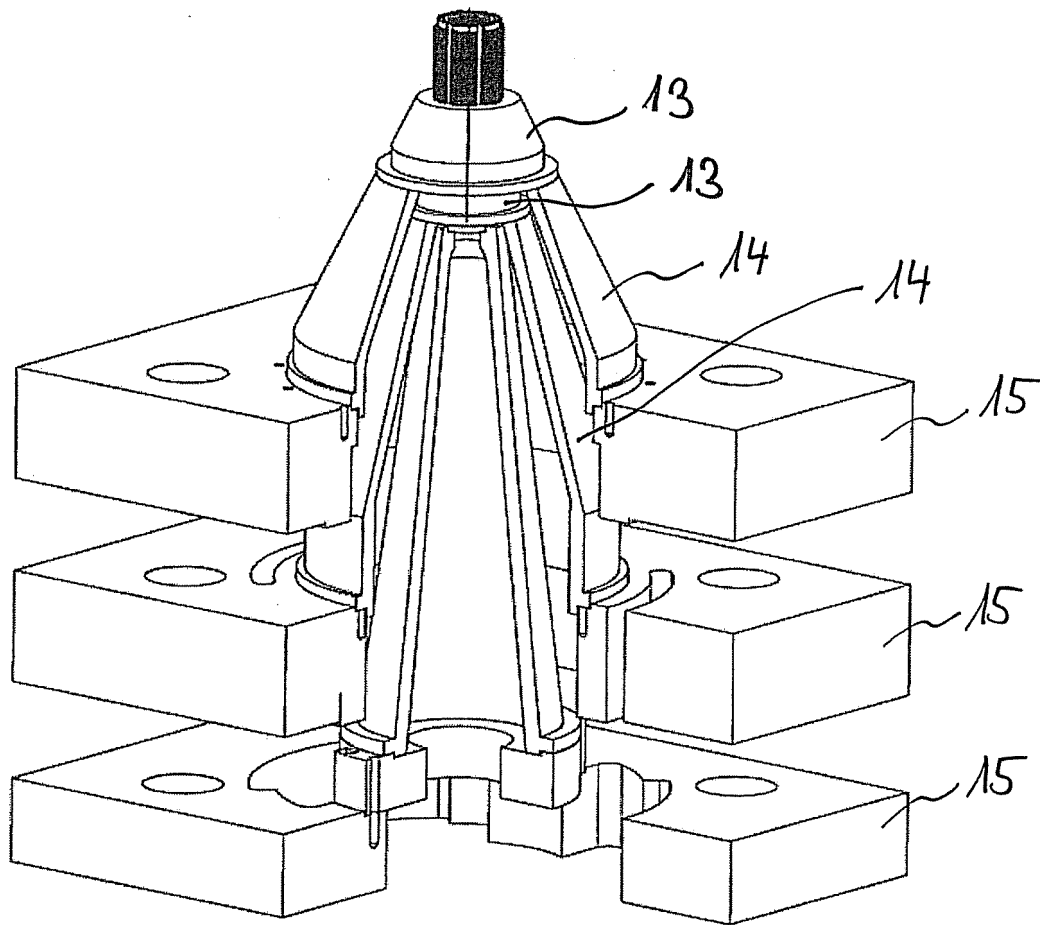


Fig. 5

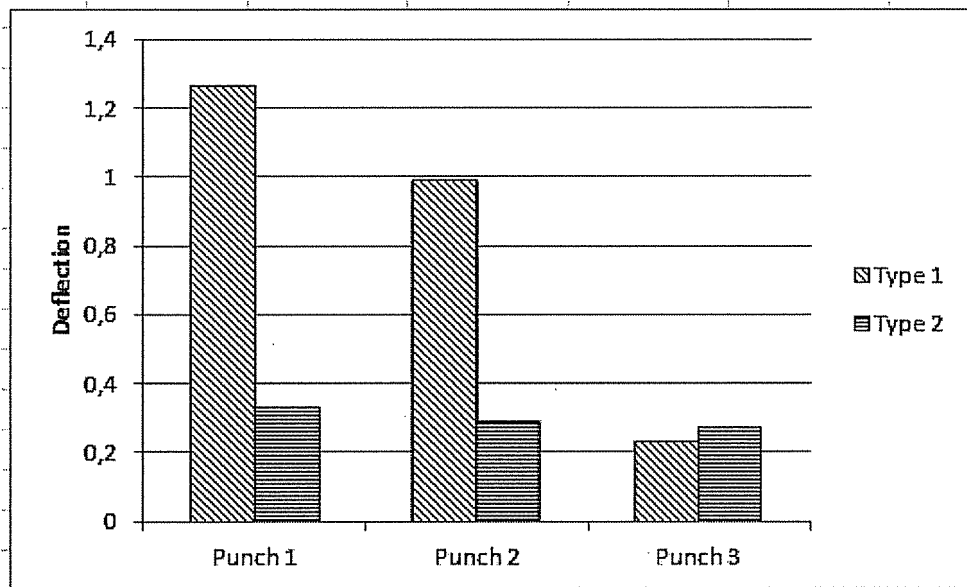


Fig. 6

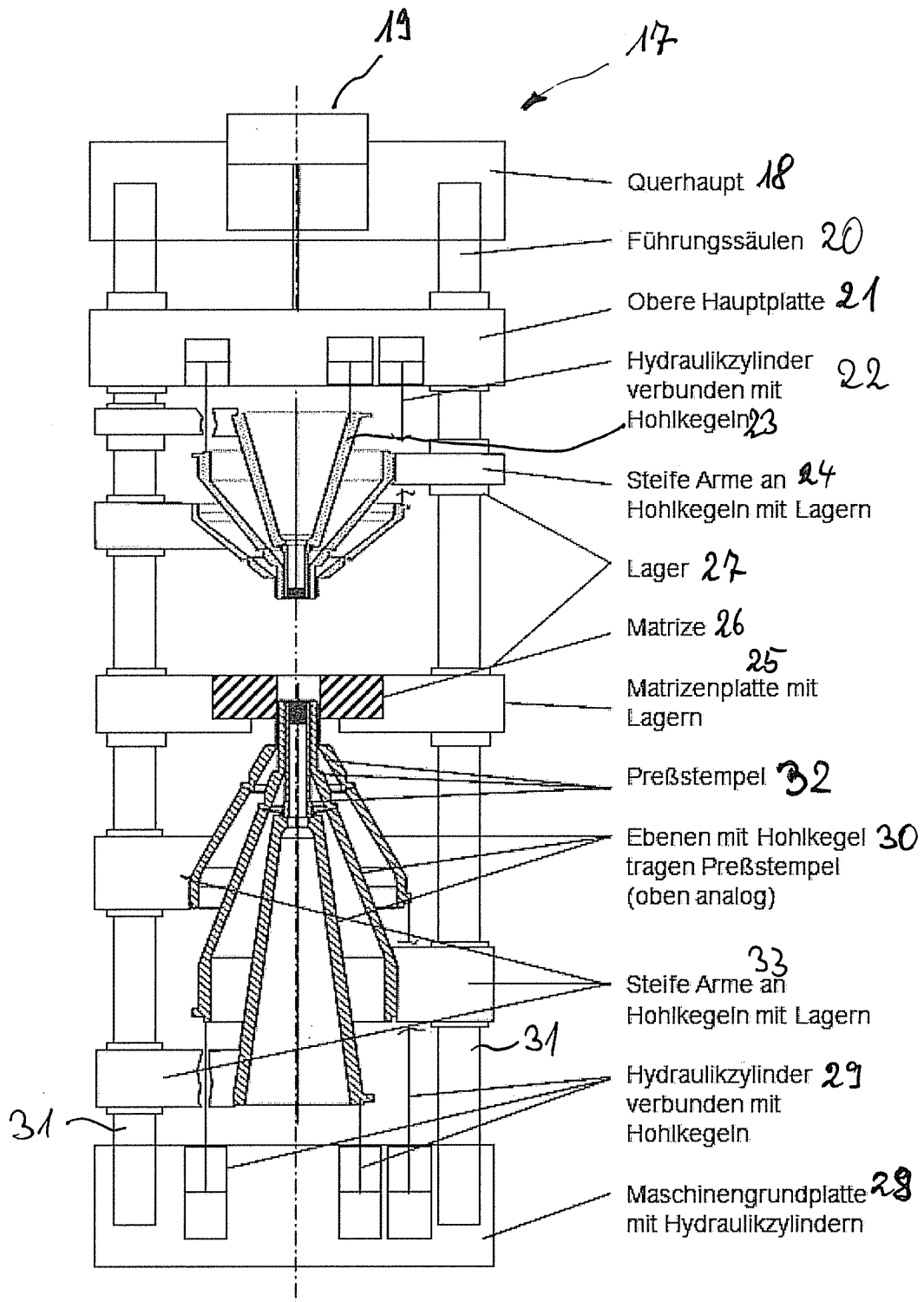


Fig. 7

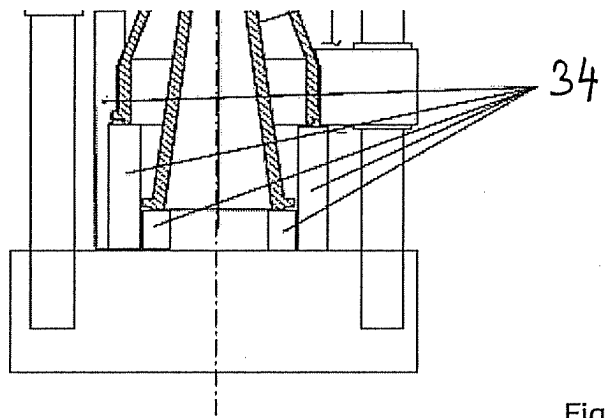


Fig. 8