

(19)



(11)

EP 2 809 461 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
29.07.2020 Patentblatt 2020/31

(51) Int Cl.:
B21C 23/04 ^(2006.01) **B21C 23/22** ^(2006.01)
B21C 27/00 ^(2006.01) **B21C 33/00** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **12784418.1**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE2012/000948

(22) Anmeldetag: **24.09.2012**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2013/113299 (08.08.2013 Gazette 2013/32)

(54) VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG VON PORENFREIEN PROFILEN AUS TRENNRESTEN MITTELS STRANGPRESSEN

DEVICE AND METHOD FOR PRODUCING NON-POROUS PROFILES FROM SEPARATION RESIDUES BY MEANS OF EXTRUSION

DISPOSITIF ET PROCÉDÉ DE FABRICATION DE PROFILÉS SANS PORES À PARTIR DE RESTES DE MATIÈRE ENLEVÉE AU MOYEN D'EXTRUDEUSES

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

• **GÜLEY, Volkan**
41751 Viersen-Dülken (DE)

(30) Priorität: **03.02.2012 DE 102012002009**

(74) Vertreter: **Schneider, Uwe**
Patentanwalt
Holbeinstrasse 27
59423 Unna (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
10.12.2014 Patentblatt 2014/50

(56) Entgegenhaltungen:
GB-A- 563 970 US-A- 2 362 701
US-A- 2 967 613 US-A- 3 171 195
US-A- 4 059 896 US-A- 4 117 703

(73) Patentinhaber: **Technische Universität Dortmund**
44227 Dortmund (DE)

(72) Erfinder:
• **TEKKAYA, Erman**
44227 Dortmund (DE)

EP 2 809 461 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Herstellung von porenfreien Profilen aus Trennresten mittels Strangpressen gemäß Oberbegriff des Anspruchs 1 bzw. 8 sowie ein Verfahren der Herstellung von eigenschaftsgradierten Profilen aus Trennresten gemäß Anspruch 10.

[0002] Bei der Herstellung von Werkstücken mittels trennender Herstellverfahren, wie insbesondere mittels spanender Herstellverfahren mit geometrisch bestimmten oder auch mittels geometrisch unbestimmten Schneiden fallen zwangsläufig neben dem eigentlich herzustellenden Werkstück teilweise große Mengen von Spänen oder dgl. Trennresten an. Auch bei Verfahren der Werkstückumformung wie etwa beim Stanzen von Blechen oder dgl. lassen sich Werkstoffreste nicht vermeiden. Derartige Werkstoffreste sind zwar hinsichtlich des hergestellten Werkstückes Abfall, gleichwohl weisen diese Trennreste wie Späne oder dgl. in der Regel noch die gleichen Werkstoffeigenschaften auf, die der bearbeitete Rohling oder das daraus hergestellte Werkstück haben und sind daher auch noch entsprechend wertvoll, wenn sie auch nicht in einer unmittelbar weiterbenutzbaren Form vorliegen. Wenn im weiteren von Trennresten, Spänen oder dgl. die Rede ist, sollen immer Reste aus Verarbeitungsprozessen wie dem Trennen oder sonstigen, nicht urformenden Gestaltsänderungen von Werkstücken gemeint sein.

[0003] Derartige Trennreste wie Späne, Schnittabfälle und vieles andere mehr werden üblicherweise mit gleichartigen anderen Werkstoffabfällen möglichst sortenrein gesammelt und einer Wiederverwertung zugeführt. Hierzu werden etwa Späne getrennt nach Werkstoff z.B. in Containern gesammelt und bei Erreichen entsprechender Mengen von Altmetallhändlern weiter verarbeitet.

[0004] Diese Weiterverarbeitung besteht üblicherweise darin, dass größere Mengen z.B. von Spänen, die aufgrund ihrer Makrogeometrie nur ein lockeres Haufwerk oder auch eine Ansammlung schüttfähiger kleinerer Partikel bilden, entweder in entsprechenden Zerkleinern in kleinere Partikel zerlegt oder auch in entsprechenden Kompaktierern verdichtet werden, so dass der volumetrische Raumbedarf zur Lagerung und zum Transport der Späne sinkt. Anschließend ist der übliche Weg der Weiterverwendung derartig vorbehandelter Späne und Trennreste, dass diese von den Recyclingunternehmen zu entsprechenden Schmelzunternehmen weiter transportiert und bei hohen Temperaturen eingeschmolzen und dadurch stofflich wiederverwertet werden. Problematisch hieran ist einerseits der hohe Aufwand zur Sammlung, zur Lagerung, zum Transport und zur Vorbehandlung der noch nicht oder nicht ausreichend kompaktierten Trennreste und zum anderen der hohe Energieaufwand zum Einschmelzen für die Wiederverwertung.

[0005] Zur Kompaktierung von Metallspänen sind beispielsweise aus der DE 10 2009 040 491 A1 oder der

DE 202 10 144 U1 entsprechende Brikettierpressen bekannt, in denen Leichtmetallspäne durch Presstempel verdichtet und in Form von Briketts ausgegeben werden können. Hierdurch verringert sich zwar das zu lagernde und zu transportierende Volumen der Späne beträchtlich, die entstehenden Leichtmetallbriketts weisen aber immer noch einen hohen Anteil von fluiden Medien wie Luft und Kühlschmierstoffresten auf, die in dem Brikett eingeschlossen sind und einer direkten Weiterverarbeitung sehr hinderlich sind. Eine Verwertung der Leichtmetallbriketts erfolgt ausschließlich durch Einschmelzen.

[0006] Es ist weiter aus der Pulvermetallurgie bekannt, extra hierfür hergestellte pulverförmige Metalle oder auch keramische Substanzen unter Hitzeeinwirkung und hohem Druck miteinander zu verbacken, so dass sich eine sehr kompakte Materialmatrix ergibt, deren Eigenschaften abhängig von der Mischung der pulverförmig eingebrachten Bestandteile sowie der Verfahrensführung in weiten Grenzen beeinflusst werden können. Hierbei besteht aber das Ausgangsmaterial, nämlich das oder auch die mehreren Materialpulver aus kleinen, im wesentlichen kugelförmigen Partikeln, die z.B. aus der Schmelze extra für die pulvermetallurgische Weiterverarbeitung erzeugt werden und deren Anordnung zueinander vor der thermischen Druckbehandlung sehr kompakt und mit geringen Lufteinschlüssen ausgestaltet ist. Unter dem Druck und bei der hohen Temperatur verbacken diese Partikel dann miteinander und bilden das sehr gleichmäßige neue Gefüge mit nur geringem Porenanteil.

[0007] Aus der US-PS 2 391 752 ist ein Verfahren zur Herstellung von Profilen oder Rohren oder dgl. direkt aus Metallresten wie Spänen bekannt, bei dem vorkompaktierte und thermisch vorbehandelte Presslinge in eine Strangpresseinrichtung eingebracht und darin weiter gepresst und durch Strangpressen in herkömmliche Profilformen überführt werden. Hierbei werden die thermisch vorbehandelten Presslinge in der Strangpresse weiter auf Temperaturen unterhalb der Schmelztemperatur erwärmt und in diesem erwärmten Zustand durch die Matrize gepresst. Die Materialeigenschaften derart hergestellter Profile soll im wesentlichen denjenigen entsprechen, die von aus Schmelzmaterialien hergestellten Profilen stammen.

[0008] Es hat sich jedoch heraus gestellt, dass bei der Verarbeitung von Metallresten auf die in der US-PS 2 391 752 angegebenen Weise Probleme dadurch auftreten, dass die hergestellten Profile nach dem Strangpressvorgang Inhomogenitäten und Fehlstellen aufweisen, die eine Verwendung derartiger Profile höchstens für untergeordnete Zwecke bei geringen Belastungen zulassen. So bilden sich aufgrund der Lufteinschlüsse in den Presslingen in den Querschnitten der aus den Presslingen stranggepressten Profile immer wieder Lufteinschlüsse und nicht homogene Materialbereiche, die bei mechanischen Belastungen als schon bei der Herstellung hervorgerufene Sollbruchstellen wirken und damit

den Einsatzbereich derartiger Profile stark einschränken. Hierdurch sind zum einen derartige Profile nur minderwertiger und eher willkürlicher Qualität herstellbar, die zudem nur geringe Erträge für das wirtschaftlich recht aufwändige Recycling erbringen.

[0009] Aus der US 4 117 703 A, welche die Basis für den Oberbegriff des Anspruchs 1 bildet, der US 2 967 613 A und der US 4 059 896 A, welche die Basis für den Oberbegriff des Anspruchs 8 bildet, sind Vorrichtungen zur Herstellung von Profilen aus Trennresten mittels Strangpressen bekannt, bei denen Späne in einer Verdichtungskammer gepresst und anschließend stranggepresst werden. Hierbei besteht aber das Problem, Luft einschüsse zwischen den verdichteten Spänen sicher vor dem Strangpressen zu entfernen.

[0010] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein gattungsgemäßes Strangpressverfahren und eine gattungsgemäße Strangpressvorrichtung derart weiter zu entwickeln, dass auch Profile hoher Qualität und Belastbarkeit zuverlässig hergestellt werden können.

[0011] Die Erfindung geht aus von einer gattungsgemäßen Vorrichtung zur Herstellung von porenfreien Profilen aus Trennresten mittels Strangpressen, aufweisend eine Strangpresse mit einer Verdichtungskammer aus einem Pressstempel, einer Pressmatrize und einem Rezipienten, in die ein Haufwerk bestehend aus Trennresten trennender Fertigungsverfahren oder dgl. wie Spänen oder Restmaterialien einfüllbar ist. Zwischen Pressmatrize und Verdichtungskammer, die Verdichtungskammer pressmatrizenseitig abdichtend, ist ein Abdeckelement anordenbar, gegen das der Pressstempel das Haufwerk aus Trennresten zu einem Pressling verdichtet und dabei in der Verdichtungskammer und in dem Haufwerk verbleibende fluide Einschlüsse gerichtet entfernt, wonach das Abdeckelement wieder entfernbare und der verdichtete Pressling durch die Pressmatrize als Profilquerschnitt durchdrückbar ist. Durch die Anordnung des Abdeckelementes, durch das zumindest die geöffneten Querschnitte der Matrize gegenüber dem Austritt des zu verpressenden Presslings abgedichtet werden, kann das Haufwerk bzw. der sich daraus bildende Pressling in wesentlich höherem Maße verdichtet werden, als dies bei dem Verfahren gemäß der US-PS 2 391 752 möglich war. Die viel stärkere Verdichtung kann dazu genutzt werden, die Einschlüsse fluider Medien, wie insbesondere die Einschlüsse von Luft in dem Haufwerk bzw. dem Pressling gezielt auszutreiben und dafür zu sorgen, dass sich schon vor dem eigentlichen Strangpressvorgang keine fluiden Medien wie insbesondere Luft mehr in dem Haufwerk oder besser gesagt in dem stark komprimierten Pressling befinden. Hierzu wird etwa durch die Formgebung von Stempel und/oder Abdeckelement dafür gesorgt, dass der Strom des durch den zunehmenden Druck ausgetriebenen fluiden Mediums wie etwa Luft gerichtet aus dem Inneren des Presslings heraus gedrückt wird und nicht etwa in Poren oder Kavitäten des Presslings verbleibt und die schon geschilderten negativen Auswirkungen auf das stranggepresste Profil ausüben

können. Idealerweise kann das Austreiben des fluiden Mediums radial aus dem Inneren des Haufwerks bzw. Presslings nach außen erfolgen, so dass das Austreiben zuerst im Inneren des Presslings beginnt und dann immer weiter nach außen fortschreitet. Ist der Pressling so über einen gewissen Zeitraum in der Verdichtungskammer zwischen Pressstempel und Abdeckelement verpresst worden, wird dann der Druck kurzzeitig entlastet und das Abdeckelement zwischen Verdichtungskammer und Pressmatrize herausbewegt. Unmittelbar anschließend kann dann der so erzeugte Pressling in herkömmlicher Weise durch die Pressmatrize durchgedrückt werden und bildet aufgrund des porenfreien Ausgangsstands vor dem Strangpressen nun auch fehlerstellenfreie Profile aus. Damit kann die Qualität der herstellbaren Strangpressprofile wesentlich gesteigert werden, wozu bis auf die Ergänzung der Strangpresse um das Abdeckelement und die hierfür benötigten Bewegungseinrichtungen keine weiteren Modifikationen der Strangpresse erforderlich sind. Zudem kann die Verdichtung und das Strangpressen unmittelbar aufeinander folgend in der gleichen Strangpresse erfolgen, wodurch zusätzliche Handhabungsvorgänge des Presslings vermieden werden und zudem die Prozesswärme der Verdichtung unmittelbar auch für die Temperierung des Presslings für das Strangpressen verwendet werden kann. Damit ist das erfindungsgemäß modifizierte Strangpressen von Trennresten unmittelbar zu hochwertigen Profilen besonders wirtschaftlich und auch einfach gerätetechnisch umsetzbar.

[0012] In einer denkbaren Ausgestaltung kann das Abdeckelement im wesentlichen scheibenförmig ausgebildet und zwischen Verdichtungskammer und Pressmatrize einbringbar, vorzugsweise einschwenkbar oder einschiebbar sein. Durch ein derartig scheibenförmig ausgebildetes Abdeckelement, das bei der Verdichtung des Haufwerks zum porenfreien Pressling etwa seitlich in den Arbeitsraum der Strangpresse zwischen Verdichtungskammer und Pressmatrize eingeschwenkt oder eingeschoben wird, muss die Strangpresse nur geringfügig modifiziert werden. Das Abdeckelement kann sich gegenüber der aufgrund des Drucks des Pressstempels auf das Haufwerk oder den Pressling ausgeübten Kraft an der Pressmatrize abstützen und muss daher nur so dimensioniert werden, dass die Pressdrücke sicher in die Pressmatrize eingeleitet werden können. Erfindungsgemäß weist der Pressstempel in seinem pressmatrizenseitigen Stirnbereich eine Formgebung auf, durch die beim Verdichten eine lokal unterschiedliche Druckverteilung in dem Haufwerk einstellbar ist. Eine solche ungleichmäßige Druckverteilung, die von der sonst üblichen planen Ausgestaltung der Stirnseite des Pressstempels abweicht, kann dazu genutzt werden, die fluiden Einschlüsse in dem Haufwerk bzw. dem Pressling, wie insbesondere die eingeschlossene Luft gerichtet aus dem Haufwerk bzw. dem Pressling heraus zu treiben. In den Bereichen des Querschnitts, in denen der Druck aufgrund der Formgebung der Stirnseite des Pressstempels

in dem Haufwerk bzw. dem Pressling als erstes zunimmt, wird z.B. die Luft von diesem Bereich weg heraus gepresst, wohingegen in benachbarten Querschnittsbereichen noch kein oder noch kein so hoher Druck durch den Pressstempel aufgebaut wird. Daher kann die Luft weitgehend ungehindert in diese noch nicht so hoch druckbeaufschlagten Bereiche strömen. Erfolgt die Gestaltung der Stirnfläche des Pressstempels derart, dass z.B. ausgehend vom Innenbereich des Haufwerks wie etwa im Bereich der Längsachse der Verdichtungskammer und damit des Haufwerks zuerst höhere Drücke in dem Haufwerk entstehen und sich die Druckzone anschließend sukzessive immer weiter radial nach außen vergrößert, so wird eine gerichtete Abströmung und damit ein gerichtetes Austreiben der Luft aus dem Haufwerk bzw. dem Pressling erzielt, wodurch das fluide Medium wie etwa die Luft nahezu rückstandsfrei entfernt werden kann und damit ein weitestgehend porenfreier Pressling erzeugt wird, der dann nach dem Strangpressen auch weitgehend porenfreie Profilquerschnitte herstellbar macht.

[0013] Hierzu kann in besonders vorteilhafter Ausgestaltung der pressmatrizenseitige Stirnbereich des Pressstempels im Bereich seiner Symmetrieachse in Richtung auf die Pressmatrize vorgewölbt, vorzugsweise zumindest abschnittsweise konisch oder ballig oder dgl. ausgebildet werden. Der erste Kontaktpunkt oder der erste Kontaktbereich des Pressstempels mit dem Haufwerk bzw. dem Pressling liegt dann im Bereich der Symmetrieachse des Pressstempels und bei etwa konischer Ausgestaltung der Stirnfläche des Pressstempels erweitert sich im Laufe des Verdichtungsvorgangs diese Zone hohen Drucks immer weiter radial nach außen, bis der ganze Querschnitt des Haufwerks bzw. des Presslings gleichmäßig dem hohen Druck unterworfen ist.

[0014] In einer anderen Ausgestaltung ist es aber auch denkbar, dass die Gestaltung der Stirnfläche eine nicht-symmetrische oder ungleichförmige Druckzone hervorruft, etwa indem der pressmatrizenseitige Stirnbereich des Pressstempels derart gestaltet ist, dass in einem Teilbereich des Querschnitts der Verdichtungskammer und damit des Haufwerks zuerst höhere Drücke in dem Haufwerk entstehen, wonach dieser Bereich höherer Drücke unter Einstellung einer Austreibrichtung für die in dem Haufwerk verbliebenen fluiden Einschlüsse sukzessive fortschreitend den ganzen Querschnitt des Presslings erfasst. So könnte etwa der erste Kontakt zwischen Pressstempel und Haufwerk bzw. Pressling einseitig an einem Rand des Pressstempels erfolgen und sich sukzessive quer über den ganzen Querschnitt des Pressstempels bis hin zum anderen Rand der Querschnittsfläche des Pressstempels fortpflanzen. Dies wäre etwa durch eine über den ganzen Querschnitt des Pressstempels schräg ausgebildete Stirnflächengestaltung erzielbar und würde zu einer einseitigen Austreibrichtung für das fluide Medium führen. Es versteht sich von selbst, dass viele weitere Stirnflächengestaltung des Pressstempels denkbar sind.

[0015] In weiterer Ausgestaltung ist es auch denkbar,

dass nicht nur der Pressstempel, sondern auch das im wesentlichen scheibenförmige Abdeckelement auf seiner dem Pressstempel zugewandten Stirnfläche eine derartige Formgebung aufweist, dass in einem Teilbereich des Querschnitts der Verdichtungskammer, vorzugsweise im Bereich seiner Symmetrieachse, und damit des Haufwerks zuerst höhere Drücke in dem Haufwerk entstehen. So könnte das Abdeckelement z.B. bei einem symmetrisch konisch ausgebildeten Pressstempel eine umgekehrt konische Ausgestaltung seiner dem Pressstempel zugewandten Stirnfläche aufweisen, wodurch wiederum die Druckverhältnisse in dem Haufwerk bzw. Pressling beeinflusst und das Austreiben des fluiden Mediums wie etwa der Luft weiter verbessert werden kann. Ähnlich wie bei den vorstehend geschilderten Möglichkeiten zur Gestaltung der Stirnfläche des Pressstempels können auch bei der Gestaltung der Stirnfläche des Abdeckelementes entsprechende Variationen vorgenommen werden, die auf die jeweils vorliegende Gestaltung der Stirnfläche des Pressstempels abgestimmt werden sollten.

[0016] Weiterhin ist es von Vorteil, wenn eine Erhitzungseinrichtung vorgesehen ist, mit der das vorverdichtete Haufwerk erhitzt und unter Einwirkung des Pressstempels, vorzugsweise isostatisch zu dem Pressling verpresst werden kann. Die Verdichtung des Haufwerks hin zu dem porenfreien Pressling lässt sich wesentlich verbessern, wenn dieses Verdichten unter Einwirkung thermischer Energie erfolgt, wodurch zum einen die Verformbarkeit der Trennreste verbessert wird und zum anderen Verschweißungsvorgänge der das Haufwerk bildenden Trennreste vereinfacht werden. Auch werden metallurgische sowie chemisch-physikalische Vorgänge innerhalb des Haufwerks bzw. des Pressling schneller und einfacher ablaufen, so z.B. Strömungsvorgänge des fluiden Mediums. Zudem erfolgt das herkömmliche Strangpressen ohnehin bei erhöhten Temperaturen, so dass die Vortemperierung beim Verpressen des Haufwerks bzw. Presslings das nachfolgende Strangpressen erleichtert. Ist der Pressling nach dem Kompaktieren des Haufwerks unter maximalen Druck gesetzt, verbessert ein Halten des Presslings in diesem Zustand hohen Drucks bei der erforderlichen Presstemperatur über einen vorgebbaren Zeitraum noch ablaufende Strukturierungsvorgänge der Matrix des Presslings wie etwa Strömungsvorgänge des fluiden Mediums oder Verschweißungsvorgänge. Damit kann ein derartiges Halten des Presslings in diesem Zustand hohen Drucks bei der erforderlichen Presstemperatur vor dem eigentlichen Strangpressen, wie dies ähnlich beim heißisotatischen Pressen erfolgt, die Qualität der Matrix des Presslings und damit des späteren Strangpressprofils wesentlich verbessern. Das Halten des Presslings in diesem Zustand über einige Sekunden kann hierzu durchaus schon ausreichend sein.

[0017] Von Vorteil ist es weiterhin, wenn im Bereich der Verdichtungskammer in Flussrichtung der gerichtet ausgetriebenen fluiden Einschlüsse in dem Haufwerk

und/oder dem Pressling Öffnungen oder Kanäle oder dgl. angeordnet sind, durch die die ausgetriebenen fluiden Einschlüsse aus der Verdichtungskammer austreten können. Hierdurch wird gewährleistet, dass die ausgetriebenen Fluide wie insbesondere die ausgetriebene Luft sich tatsächlich vollständig aus dem Pressling her-
 austreiben lassen und auch oberflächennah an dem Pressling nicht Kavitäten innerhalb der Verdichtungs-
 kammer bilden, in denen sich die Luft dann sammelt und beim folgenden Strangpressvorgang wieder in den Quer-
 schnitt der Profile hinein gedrückt werden kann. Es reicht hierfür z.B. schon aus, durch die unvermeidlichen Rings-
 palte zwischen Pressstempel und Rezipient einen sol-
 chen Abfluss von Luft zu gewährleisten. In weiterer Aus-
 gestaltung ist es aber auch denkbar, dass im Bereich der
 Verdichtungskammer ein gegenüber dem Umgebungs-
 druck geringerer Druck einstellbar ist, durch den fluide
 Einschlüsse in dem Haufwerk und/oder dem Pressling
 während des Pressvorgangs entfernbar sind. Ein solcher
 Unterdruck erleichtert die Abströmung des aus dem
 Haufwerk bzw. dem Pressling ausgetriebenen Fluids zu-
 sätzlich.

[0018] Konstruktiv am einfachsten umzusetzen ist das
 erfindungsgemäß arbeitende Abdeckelement dann,
 wenn die an herkömmlichen Strangpressen häufig vor-
 handene Abschereinrichtung der Strangpresse zum Ab-
 trennen von Pressresten ein zusätzliches Abdeckele-
 ment aufweist und/oder als Abdeckelement ausgebildet
 ist und dieses Abdeckelement in den Bereich zwischen
 Verdichtungskammer und Pressmatrize bewegbar ist.
 So kann etwa die messerartig arbeitende Abscherein-
 richtung der Strangpresse, die zwischen Verdichtungs-
 kammer und Pressmatrize eingefahren wird, leicht kon-
 struktiv modifiziert auch als Abdeckelement für die Ver-
 dichtung des Haufwerks bzw. des Presslings genutzt
 werden. Hierbei kann ein derartiges Abdeckelement me-
 chanisch, elektrisch, pneumatisch oder hydraulisch zwi-
 schen Verdichtungskammer und Pressmatrize beweg-
 bar angeordnet werden.

[0019] Die Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren
 zur Herstellung von porenfreien Profilen aus Trennresten
 mittels Strangpressen, wobei in einer Strangpresse in
 eine Verdichtungskammer aus einem Pressstempel, ei-
 ner Pressmatrize und einem Rezipienten ein Haufwerk
 bestehend aus Trennresten trennender Fertigungsver-
 fahren oder dgl. wie Spänen oder Restmaterialien ein-
 gefüllt wird. Das Haufwerk aus Trennresten trennender
 Fertigungsverfahren wird in der Verdichtungskammer
 zwischen Pressmatrize und einem die Verdichtungskam-
 mer pressmatrizenseitig abdichtenden Abdeckelement
 unter Erhitzung von dem Pressstempel zunehmend zu
 einem Pressling verdichtet und der Pressling wird an-
 schließend über einen vorgebbaren Zeitabschnitt unter
 gleichbleibendem hydrostatischen Druck gehalten, wo-
 durch in dem Haufwerk und/oder Pressling verbliebene
 fluide Einschlüsse gerichtet und weitgehend vollständig
 ausgetrieben werden, und unmittelbar anschließend das
 Abdeckelement entfernt und der Pressling durch die

Pressmatrize zu einem Strangpressprofil durchgedrückt
 wird. Durch die zunehmende und räumlich gerichtet ab-
 laufende Verdichtung des Haufwerks bzw. Presslings
 wird ein sicheres Austreiben von fluiden Einschlüssen in
 dem Haufwerk bzw. dem Pressling gewährleistet, so
 dass sich schon nach dem derart aufgeführten Verdich-
 ten ein weitgehend porenfreier Pressling ausbildet, der
 dann unmittelbar nachfolgend und in der gleichen
 Strangpresse und in einem einheitlichen Arbeitsablauf
 zu hochwertigen Profilen stranggepresst werden kann.
 Das Halten des auf dem höchsten Druck belasteten
 Presslings unter einer entsprechenden Verdichtungs-
 temperatur erleichtert die Umformungs- und Strömungs-
 vorgänge innerhalb des Presslings und führt zu einer we-
 sentlichen Verbesserung der Homogenität des Materials
 des Presslings, insbesondere zu einer hohen Porenfrei-
 heit. Damit lassen sich auch porenfreie und damit feh-
 lerfreie, hoch belastbare Profile direkt aus entsprechen-
 den Trennresten herstellen, ohne dass die Trennreste
 wie heutzutage üblich hierfür eingeschmolzen werden
 müssten. Damit ist das erfindungsgemäße Verfahren be-
 sondern wirtschaftlich und es lassen sich direkt aus
 Trennresten Profile herstellen, deren Eigenschaften den-
 jenigen von aus frisch urgeformten Presslingen herge-
 stellten Profilen in keiner Weise nachstehen. Erfindungs-
 gemäß werden die in dem Haufwerk verbliebenen fluiden
 Einschlüsse durch die Formgebung von Pressstempel
 und/oder Abdeckelement gerichtet, vorzugsweise radial
 nach außen, aus dem Haufwerk und/oder dem Pressling
 ausgetrieben und aus der Verdichtungskammer entfernt.
 Das Verbleiben von Poren in dem Pressling und damit
 dem stranggepressten Profil hervorrufenden Fluidresten
 wie etwa Lufteinschlüssen wird dadurch wie schon vor-
 stehend beschrieben weitestgehend verhindert und es
 ergibt sich trotz des sehr heterogenen Ausgangsmateri-
 als Trennrest bzw. Spänehaufwerk eine besonders ho-
 mogene Matrix des strangzupressenden Presslings.

[0020] Von Vorteil ist es, wenn das Haufwerk beste-
 hend aus Trennresten trennender Fertigungsverfahren
 oder dgl. wie Spänen oder Restmaterialien in vorkom-
 paktierter Form mit begrenztem Verdichtungsgrad der
 Verdichtungskammer der Strangpresse zugeführt wird.
 So kann z.B. ein Teil der Komprimierung des Materials
 des Haufwerks in entsprechenden Kompaktierungsein-
 richtungen wie etwa bekannten Brikettierpressen oder
 dgl. erfolgen und dadurch auch ohne thermische Beein-
 flussung unmittelbar und komfortabel in die Strangpres-
 se einbringbare Vormaterialien erzeugt werden. In der
 erfindungsgemäß betriebenen Strangpresse wird dann
 unter thermischem Einfluss das Verpressen des vorkom-
 paktierten Haufwerks hin zu dem porenfreien Pressling
 vor dem eigentlichen Strangpressen ausgeführt.

[0021] Eine weitere Vereinfachung und Verbesserung
 lässt sich dadurch erreichen, dass der Pressling beim
 Verdichten und Austreiben der fluiden Einschlüsse unter
 Wärmezufuhr verdichtet, vorzugsweise ähnlich wie beim
 heißisostatischen Pressen über einen Haltezeitraum bei
 gleichbleibender Temperierung, vorzugsweise bei der

notwendigen Temperatur für das Strangpressen gepresst wird. In diesem Haltezeitraum können ähnlich wie beim heißisostatischen Pressen Strömungsvorgänge etwa des austretenden Fluids oder auch Strukturierungsvorgänge innerhalb des Presslings vollständig und ungestört von sich ändernden Druckverhältnissen ablaufen, wodurch die Qualität des Presslings und damit auch die Qualität der aus dem Pressling stranggepressten Profile wesentlich verbessert wird.

[0022] Die Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren der Herstellung von eigenschaftsgradierten Profilen aus Trennresten mittels Strangpressen gemäß Anspruch 10, wobei in einer Strangpresse in eine Verdichtungskammer aus einem Pressstempel, einer Pressmatrize und einem Rezipienten ein Haufwerk bestehend aus Trennresten trennender Fertigungsverfahren oder dgl. wie Spänen oder Restmaterialien eingefüllt wird. Ein derartiges Verfahren wird dadurch erfindungsgemäß weitergebildet, dass das Haufwerk aus einer Anordnung von einzelnen, in der späteren Fließrichtung in der Pressmatrize aufeinander folgenden Schichten aus Trennresten trennender Fertigungsverfahren oder dgl. wie Spänen oder Restmaterialien gebildet wird, wobei die das Haufwerk jeder Schicht bildenden Trennreste oder dgl. innerhalb jeder Schicht Materialeigenschaften aufweisen, die sich von den Materialeigenschaften der das Haufwerk angrenzender Schichten bildenden Trennreste oder dgl. unterscheiden, und das derart geschichtete Haufwerk mit dem Verfahren gemäß Anspruch 8 verarbeitet wird. Die erfindungsgemäße Schichtung von einzelnen Schichten aus Trennresten oder dgl. unterschiedlicher Materialeigenschaften erlaubt es, beim späteren Strangpressen der einzelnen Schichten jeweils Bereiche innerhalb der hergestellten Profile herzustellen, die in Pressrichtung aufeinander folgen und ebenfalls entsprechend unterschiedliche Werkstoffeigenschaften aufweisen. Die vorteilhaften Eigenschaften verschiedener Werkstoffe unterschiedlicher Materialeigenschaften können in einem Profil verbunden werden, indem diese Schichten nacheinander verpresst werden und damit auch in Pressrichtung hintereinander in dem erzeugten Profil angeordnet werden. Mit diesen innovativen Verfahren können sowohl die mechanischen Eigenschaften als auch die Eigenschaften wie Korrosionsbeständigkeit, Wärmeleitfähigkeit, magnetische Eigenschaften usw. uneingeschränkt eingestellt werden. Die Beschaffenheit und die Verteilung dieser Bereiche innerhalb des erzeugten Profils ermöglicht es, die stranggepressten Profile den verschiedensten technischen Anforderungen anzupassen, indem nicht nur die mechanischen Eigenschaften, sondern auch andere Eigenschaften wie z.B. Korrosionsbeständigkeit, thermische Ausdehnung, Leitfähigkeit, Verschweißbarkeit oder auch die magnetischen Eigenschaften usw. über die Länge des Profils geändert werden können. Die mit diesem Verfahren stranggepressten Profile zeichnen sich gegenüber der herkömmlichen Verbundwerkstoffherstellung durch eine bessere metallurgische Verbindung aus. Die Übergänge zwischen den

Zonen sind nämlich länger und genau definierbar. Es ist auch vorstellbar, dass durch kontinuierlich steigendes Beimengen andere Trennreste eine lineare Änderung der Eigenschaften gewährleistet werden kann. Die Trennreste können, z.B. aus Aluminium, Magnesium, Kupfer, Titan oder deren Legierungen sein. Besonders vorteilhaft ist der Einsatz derart hergestellter Profile etwa für Crashboxen im Fahrzeugbau, die Bereiche unterschiedlicher Verformungswiderstände in Längsrichtung der Crashbelastung hintereinander aufweisen sollen und mit dem erfindungsgemäßen Verfahren besonders einfach und kostengünstig hergestellt werden können.

[0023] In einer ersten Ausgestaltung ist es z.B. denkbar, dass die das Haufwerk jeder Schicht bildenden Trennreste im wesentlichen in sich homogene Materialeigenschaften aufweisen. Dann bilden sich auch in dem späteren stranggepressten Profil in Strangpressrichtung hintereinander folgende Bereiche mit homogenen Materialeigenschaften aus, deren Längserstreckung sich dabei von der jeweiligen Schichtdicke des zugehörigen Haufwerks einstellen lässt.

[0024] In einer anderen Ausgestaltung ist es aber auch denkbar, dass die das Haufwerk jeder Schicht bildenden Trennreste sich entlang der späteren Pressrichtung ändernde, vorzugsweise kontinuierlich ändernde Materialeigenschaften aufweisen. Dies kann z.B. dadurch erreicht werden, dass bei der Herstellung der Schichten die das Haufwerk bildenden Trennreste oder dgl. in Richtung der späteren Pressrichtung immer wieder leicht geänderte Zusammensetzung aufweisen, z.B. indem man das Mischungsverhältnis der das Haufwerk bildenden Trennreste aus unterschiedlichen Materialien immer wieder leicht ändert. Hierdurch lässt sich ein gleitender Übergang zwischen den Materialeigenschaften der aus dem dergestalt gebildeten Haufwerk stranggepressten Profile erzeugen. Auch ist es denkbar, durch Schichtung jeweils einzelner dünner Schichten aus Trennresten jeweils homogener Zusammensetzung und Mischung aus unterschiedlichen Materialien quasi eine inkrementelle Veränderung der Materialeigenschaften des daraus hergestellten Profils zu erreichen. Hinsichtlich des späteren Einsatzes der aus derartigen Haufwerken erfindungsgemäß hergestellter eigenschaftsgradierten Profile ist es denkbar, die Schichten der Haufwerke aus unterschiedlichen Materialien zusammen zu setzen, die sich hinsichtlich mechanischer und/oder elektrischer und/oder thermischer Eigenschaften und/oder anderer, die technische Nutzung beeinflussender Eigenschaften voneinander unterscheiden. Hierbei kommen alle technisch nutzbaren Eigenschaften der späteren Profile in Frage, wie z.B. Korrosionsbeständigkeit, thermische Ausdehnung, Leitfähigkeit, Verschweißbarkeit oder auch die magnetischen Eigenschaften usw. über die Länge des Profils, die durch entsprechende Zusammensetzung und Schichtung der Schichten des Haufwerks beeinflusst werden können.

[0025] Denkbar ist es z.B., dass die Schichtung aus einzelnen Schichten von unterschiedlichen Legierungen

des gleichen Grundmaterials gebildet wird. So könnte z.B. ein Profil insgesamt aus einem Aluminiummaterial bestehen, in dem durch die erfindungsgemäße Schichtung verschiedene Legierungen mit sich unterscheidender mechanischer Festigkeit verarbeitet wurden.

[0026] Es ist aber auch denkbar, dass die Schichtung aus einzelnen in sich homogenen Schichten von unterschiedlichen Materialien gebildet wird. So können z.B. in Abschnitten eines derart hergestellten Profils, die besonders einer Korrosion unterliegen, besonders korrosionsfeste Materialien verarbeitet werden, wohingegen in anderen Bereichen des Profils andere Materialien ganz anderer Eigenschaften benutzt werden können.

[0027] Auch ist es denkbar, nicht nur in sich homogene Schichten zu bilden, sondern die Schichtung aus einzelnen Schichten von unterschiedlichen Materialien zu bilden, wobei jede Schicht sich entlang der späteren Pressrichtung ändernde, vorzugsweise kontinuierlich ändernde Materialeigenschaften aufweist. Dies kann besonders einfach dann erreicht werden, wenn in einer Schicht zwei verschiedene Materialien miteinander gemischt werden und die Zusammensetzung der jeweils verwendeten Mischung sich z.B. kontinuierlich innerhalb der Schicht ändert.

[0028] Von Bedeutung insbesondere für die Mischung unterschiedlicher Materialien innerhalb der Schichten ist es, dass die Schichten der das Haufwerk bildenden Trennreste trennender Fertigungsverfahren oder dgl. wie Späne oder Restmaterialien in jeder Schicht im wesentlichen gleiche Partikelgrößen aufweisen, da man nur dann eine ungewollte Entmischung der einzelnen Trennreste und damit ungewollte Materialeigenschaften der Schicht sicher verhindern kann.

[0029] Besonders einfach und wirtschaftlich lässt sich die Schichtung der einzelnen Schichten aus Haufwerken herstellen, wenn die Schichtung vorab außerhalb der Presseinrichtung als geschichtete Anordnung hergestellt wird. Hierdurch können mit entsprechenden Vorrichtungen und Mischeinrichtungen z.B. in einer den Abmessungen der späteren Pressmatrizen entsprechenden Form die Schichten des Haufwerks nacheinander gebildet werden. Denkbar ist es insbesondere, dass die Schichtung der einzelnen Schichten aus Haufwerken als vorkompakterter geschichteter Rohling in die Pressmatrize eingebracht wird, indem extern wie beschrieben das vorgeschichtete Haufwerk vorgepresst und damit die Trennreste miteinander verhakt und dadurch mechanisch stabilisiert werden.

[0030] Die Offenbarung beschreibt weiterhin ein Haufwerk zur Herstellung von eigenschaftsgradierten Profilen aus Trennresten mittels Strangpressen, bei dem das Haufwerk eine Anordnung von einzelnen, in der späteren Fließrichtung in der Pressmatrize aufeinander folgenden Schichten aus Trennresten trennender Fertigungsverfahren oder dgl. wie Spänen oder Restmaterialien bildet, wobei die das Haufwerk jeder Schicht bildenden Trennreste oder dgl. innerhalb jeder Schicht Materialeigenschaften aufweisen, die sich von den Materialeigen-

schaften der das Haufwerk angrenzender Schichten bildenden Trennreste oder dgl. unterscheiden.

[0031] Eine besonders bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung und des erfindungsgemäßen Verfahrens zeigt die Zeichnung.

[0032] Es zeigen:

Figur 1 - eine erste Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung an einer Strangpresse vor Beginn des Verdichtungsvorgangs eines Haufwerks bzw. Presslings,

Figur 2 - die Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung gemäß Figur 1 während des Verdichtungsvorgangs eines Haufwerks bzw. Presslings,

Figur 3 - die Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung gemäß Figur 1 beim Strangpresse des aus dem Pressling herzustellenden Strangpressprofils,

Figur 4a-4d - schematische Darstellung des erfindungsgemäßen Verfahrens an einer Strangpresse mit dem Verdichten bis zum Strangpressen des aus dem Pressling herzustellenden Strangpressprofils,

Figur 5a-5d - schematische Darstellung der Isobaren der Verteilung des verbliebenen Fluids zwischen Presstempel und Abdeckelement in dem Haufwerk bzw. dem Pressling während des zunehmenden Verdichtens des Haufwerks bis zum Pressling mit einem konifizierten Presstempel,

Figur 6 - grundsätzlicher Ablauf des Verdichtungs- und Strangpressvorgangs gemäß der vorliegenden Erfindung in Form eines Diagramms mit Auftragung von Dichte des Materials des Haufwerks bzw. des Presslings, Kraft des Presstempels und Weg des Presstempels über der Zeit,

Figur 7 - eine andere Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung mit einer konifizierten Ausgestaltung von Stirnfläche des Presstempels und des Abdeckelementes,

Figur 8 - ein erstes Beispiel einer Schichtung von Haufwerken zur eigenschaftsgradierten Herstellung von Profilen mit einer Schichtung unterschiedlicher Alumini-

umwerkstoffe mit in einer Richtung zunehmender Festigkeit,

Figur 9 - ein anderes Beispiel einer Schichtung von Haufwerken zur eigenschaftsgradierten Herstellung von Profilen mit einer Schichtung unterschiedlicher Aluminiumwerkstoffe mit einem Bereich guter Umformbarkeit, einem Bereich hoher Korrosionsbeständigkeit und einem Bereich hoher Festigkeit,

Figur 10 - ein weiteres Beispiel einer Schichtung von Haufwerken zur eigenschaftsgradierten Herstellung von Profilen mit einer Schichtung unterschiedlicher Aluminiumwerkstoffe mit einem Bereich hoher Wärmeleitfähigkeit, einem Bereich hoher Festigkeit und einem Bereich mit ferromagnetischen Eigenschaften,

Figur 11 - ein weiteres Beispiel einer Schichtung von Haufwerken zur eigenschaftsgradierten Herstellung von Profilen mit einer Schichtung unterschiedlicher Werkstoffe mit in einer Richtung zunehmender Festigkeit,

Figur 12 - typischer Aufbau und Verformungsverhalten einer erfindungsgemäß hergestellten Crashbox aus Bereichen unterschiedlicher Festigkeitseigenschaften in einem eigenschaftsgradierten Profil in Form eines Stadienplans.

[0033] In der Figur 1 ist in schematischer Darstellung eine Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung angegeben, bei der eine an sich bekannte und daher hier nur insoweit näher beschriebene Strangpresse 1 verwendet wird, wie dies für die Besonderheiten der Vorrichtung und des mit der Vorrichtung durchgeführten Verfahrens von Belang ist. Derartige Strangpressen 1 sind handelsüblich und dem Fachmann daher in ihrem grundsätzlichen Aufbau bekannt.

[0034] Eine solche handelsübliche Strangpresse 1 weist einen in Pressrichtung 4 linear verstellbaren Pressstempel 5 oder einen Pressstempel mit einer separaten Pressscheibe 5 auf, der einen normalerweise blockartigen Presslings 2 in Richtung auf die Pressmatrize 6 hin unter Druck setzt. Der Pressling 2 wird üblicherweise vor dem Strangpressvorgang und außerhalb der Strangpresse 1 oder auch durch nicht weiter dargestellte Erhitzungseinrichtungen in der Strangpresse 1 selbst auf eine Presstemperatur gebracht, die von dem Material des zu verarbeitenden Presslings 2 abhängig ist und durch die das Strangpressen des Presslings 2 vereinfacht wird. In der Pressmatrize 6 ist eine Matrizenöffnung 8 vorgese-

hen, durch die das unter dem Druck des Pressstempels 5 sich verformende Material des Presslings 2 hin austreten kann und dabei die Querschnittsform der Öffnung 8 der Pressmatrize 6 annimmt. Bei der hier vorliegenden Erfindung wird jedoch nicht ein homogener, z.B. urformend durch Gießen oder dgl. Herstellverfahren hergestellter Pressling 2 verwendet, sondern es wird ein Haufwerk 2 aus Abfällen trennender Fertigungsverfahren verwendet, wie z.B. Spänen spanender Fertigungsverfahren oder auch Pressresten umformender Fertigungsverfahren oder auch Mischungen derartiger Trennreste. Derartige Trennreste weisen geometrisch variierende Formen und Abmessungen auf und bilden in der hier verwendeten Form ein mehr oder weniger lockeres Haufwerk 2, in das relativ viel Luft und auch Kühlschmierstoffrückstände oder dgl. flüssige Rückstände eingeschlossen sein können. Es ist auch denkbar und ggf. sogar bevorzugt, dass ein derartiges Haufwerk 2 in einer separaten Einrichtung in gewissem Maße vorverdichtet und in Abmessungen gepresst wird, die eine einfache Befüllung des Verdichtungsraums 11 der Strangpresse 1 mit dem Haufwerk 2 ermöglicht. Hierzu wird aber nur ein Teil des Volumens des Haufwerks 2 verdichtet, so dass weiterhin ein relativ hoher Anteil des Volumens des Haufwerks 2 durch Luft ausgefüllt sein wird. Zur Senkung des Anteils der Kühlschmierstoffrückstände ist es auch denkbar, das Haufwerk 2 aus Abfällen trennender Fertigungsverfahren z.B. chemisch zu reinigen und zu trocknen.

[0035] Würde man nun dieses relativ wenig verdichtete Haufwerk 2 unmittelbar durch die Matrizenöffnung 8 der Pressmatrize 6 hindurch pressen, wie dies im Stand der Technik angegeben wurde, so bilden sich in dem so erzeugten Profil 7 viele Lufteinschlüsse und Fehlstellen aus, die die Qualität des Profils 7 stark mindern und dies nur für minderwertige Einsatzfälle geeignet machen.

[0036] Es wird daher in erfindungsgemäßer Weise vor dem eigentlichen Strangpressvorgang des späteren Profils 7 ein Verdichtungsvorgang des Haufwerks 2 durchgeführt, durch den die Luft- und eventuelle Fluidreste in dem Haufwerk 2 aus diesem weitestgehend entfernt werden und sich dadurch ein porenfreier Pressling 2 ausbildet, der sich dann auch zu einem porenfreien Profil 7 strangpressen lässt.

[0037] Hierzu wird vor dem eigentlichen Strangpressvorgang und vor dem Befüllen des Verdichtungsraums 11 mit dem Haufwerk 2 (siehe Figur 1) ein vorzugsweise scheibenförmiges Abdeckelement 3 so vor der Öffnung 8 der Pressmatrize 6 angeordnet, dass die Öffnung 8 und besser noch der ganze Querschnitt des Verdichtungsraums 11 vor der Pressmatrize 6 von dem Abdeckelement 3 ausgefüllt wird. Somit kann trotz des später auf das Haufwerk 2 ausgeübten Drucks des Pressstempels 5 kein Material des Haufwerks 2 durch die Öffnung 8 austreten und es bildet sich ein abgeschlossener Raum für die Verdichtung des Haufwerks 2.

[0038] Das Einbringen des Abdeckelementes 3 kann im einfachsten Falle von Hand durch eine entsprechende seitliche, hier nicht weiter dargestellte Öffnung im Be-

reich des Verdichtungsraums 11 erfolgen, die nach dem Einbringen des Abdeckelementes 3 wieder verschlossen wird. Bei automatischem Betrieb der Strangpresse 1 könnte auch eine entsprechende, hier nicht weiter dargestellte Bewegungseinrichtung für das Abdeckelement 3 vorgesehen werden, durch die das Abdeckelement 3 seitlich eingeschoben oder eingeschwenkt werden kann. Auch ist es denkbar, die an manchen Strangpressen 1 vorgesehene Abschereinrichtung für Pressreste, die ebenfalls seitlich zwischen Pressmatrize 6 und Verdichtungsraum 11 einfährt und die verbleibenden Pressreste scherend entfernt, so zu modifizieren, dass diese Abschereinrichtung ein entsprechendes Abdeckelement 3 oder dessen Funktion aufweist und die vorstehend beschriebene Abdeckungsfunktion der Pressmatrize 6 übernimmt.

[0039] Ist das Abdeckelement 3 in der beschriebenen Weise zwischen Verdichtungsraum 11 und Haufwerk 2 angeordnet worden, kann das Haufwerk 2 unter dem zunehmenden Druck des Pressstempels 5 in noch beschriebener Weise verdichtet werden. Hierbei verringert sich das Volumen des Haufwerks 2 zunehmend (Figur 2), wobei in noch beschriebener Weise die in dem Haufwerk 2 eingeschlossene Luft und eventuelle weitere fluide Rückstände wie Kühlschmiermittel oder dgl. nach und nach aus dem Haufwerk 2 verdrängt und z.B. über nicht weiter dargestellte Kanäle nach außerhalb des Verdichtungsraums 11 abfließen können. Hierdurch bildet sich bei der stetig zunehmenden Verdichtung des Haufwerks 2 nach und nach ein homogener werdendes Gefüge des Haufwerks 2 aus, bis unter dem höchsten vorgegebenen Druck sich der weitgehend porenfreie Pressling 2 ausbildet, der dann nach Entfernen des Abdeckelementes 3 (Figur 3) in an sich wieder bekannter Weise durch die Öffnung 8 der Pressmatrize 6 austreten und das Profil 7 bilden kann. Dieses Profil 7 ist dann ebenfalls weitestgehend porenfrei und entspricht trotz des sehr inhomogenen und die fluiden Einschlüsse aufweisenden Ausgangsmaterials des Haufwerks 2 nahezu den Qualitäten, die bei Verwendung homogener z.B. gegossener Ausgangsmaterialien erreicht werden können.

[0040] Vor dem eigentlichen Strangpressen des Presslings 2 kann zur weiteren Verbesserung der Qualität des Presslings 2 eine Art heißisostatische Pressvorgang zwischengeschaltet werden, während dessen der verdichtete Pressling 2 unter konstantem Druck und bei konstanter Temperatur für einige Zeit, z.B. für einige Sekunden gehalten wird. In dieser heißisostatischen Haltezeit können restliche Strömungsvorgänge des austretenden Fluids oder auch Umstrukturierungsvorgänge innerhalb der sich ausbildenden Matrix des Presslings 2 ablaufen, die den Grad der Porenfreiheit und damit die Qualität des Presslings 2 weiter erhöhen.

[0041] In den Figuren 4a bis 4d ist der grundsätzliche Ablauf dieses Verdichtungs- und Strangpressvorgangs, der in den Figuren 1 bis 3 innerhalb der Strangpresse 1 dargestellt war, noch einmal in freigeschnittener Darstellung zu erkennen. Die Berandungen des Verdich-

tungsraums 11 und der Bauteile der Strangpresse 1 sind hierbei weg gelassen worden.

[0042] In der Figur 4a ist der Ausgangszustand von Pressstempel 5, unverdichtetem oder vorverdichtetem Haufwerk 2, Abdeckelement 3 und Pressmatrize 6 zu erkennen (entsprechend dem Zustand in Figur 1). Figur 4b zeigt den Zustand nach Beendigung des Verdichtens, bei dem das Haufwerk 2 maximal verdichtet wurde und sein kleinstes Volumen einnimmt. In Figur 4c ist der Vorgang des heißisostatischen Pressens zu erkennen, bei dem der verdichtete Pressling 2 unter dem erreichten Druck und der vorgebbaren Temperatur zum Ablaufen restlicher Umstrukturierungsvorgänge gehalten wird. In Figur 4d ist endlich der eigentliche Strangpressvorgang dargestellt, bei dem das Abdeckelement 3 zwischen Pressling 2 und Pressmatrize 6 entfernt wurde und der Pressling 2 zu dem Profil 7 durch die Öffnung 8 der Pressmatrize 6 durchgedrückt wird.

[0043] In der Figur 6 ist der grundsätzliche Ablauf des Verdichtungs- und Strangpressvorgangs gemäß der vorliegenden Erfindung in Form eines Diagramms dargestellt. Hierbei sind die sich verändernde Dichte des Haufwerks 2, der Verlauf der Stempelkraft des Pressstempels 5 und der Wegverlauf des Pressstempels 5 über der Zeit t aufgetragen. Der Zeitabschnitt a entspricht hierbei der Zeit der zunehmenden Verdichtung des Haufwerks 2, der Zeitabschnitt b der Zeit des dem heißisostatischen Pressen ähnlichen Pressen des Presslings 2 und der Zeitabschnitt c der Zeit des Vollverdichtens des Presslings 2 bei einem dem heißisostatischen Pressen ähnlichen Pressen vor dem eigentlichen Strangpressen des Profils 7, das in der Figur 6 nicht weiter dargestellt ist. Wie man sieht, steigt die Dichte des Haufwerks 2 zunächst stark an, konsolidiert sich beim Übergang von Zeitabschnitt a zu Zeitabschnitt b und erreicht unmittelbar vor dem Ende des Zeitabschnitts b und damit vor dem Strangpressen den höchsten Wert. Die Stempelkraft des Pressstempels 5 nimmt erst wenig zu, da erst die verbleibenden Hohlräume innerhalb des Haufwerks 2 zusammen gedrückt werden, wozu nur geringere Kräfte erforderlich sind. Anschließend steigt die Stempelkraft stark an, wird während des Zeitabschnitts b zur Ausbildung metallurgischer Verbindungen in dem Haufwerk 2 unter hohem Druck und hoher Temperatur relativ konstant gehalten und fällt wegen der Entlastung des Pressstempels 5 für die Entnahme des Abdeckelementes 3 vor Beginn des Strangpressvorgangs stark ab. Der Stempelweg steigt erst linear an und bleibt während Zeitabschnitt b konstant. Im Zeitabschnitt c wird dann der Pressstempel 5 ein wenig zurück gefahren, um das Abdeckelement 3 entfernen zu können. Deshalb fällt auch die Stempelkraft hierbei ab.

[0044] Von besonderer Bedeutung ist bei dem erfindungsgemäßen Verfahren die Ausbildung der Stirnseite des Pressstempels 5 und/oder der Stirnseite des Abdeckelementes 3, das zu dem zu verdichtenden Haufwerk 2 zeigt. Um ein gerichtetes Verdrängen der fluiden Bestandteile aus dem Haufwerk 2 heraus und damit ein

porenfreies Verdichten und Verpressen des Materials des Haufwerks 2 zu ermöglichen, muss die Verdrängung so erfolgen, dass die fluiden Bestandteile vollständig aus dem Pressling 2 heraus verdrängt werden. Hierzu wird in erfindungsgemäßer Weise das Haufwerk 2, ausgehend von einem Startbereich innerhalb des Querschnitts des Haufwerks 2, zuerst in der Mitte verdichtet und sukzessive zum Randbereich hin immer weiter unter Druck gesetzt, so dass die fluiden Bestandteile gerichtet nach und nach aus immer weiteren Bereichen des Querschnitts des Haufwerks 2 heraus verdrängt werden. Bildlich gesprochen wird, ausgehend von dem Startbereich, sukzessive und kontinuierlich verlaufend, in jeweils zu dem Startbereich bzw. dem jeweiligen Bereich höheren Drucks benachbarten Bereichen der Druck erhöht und somit eine Abströmungsrichtung für die Fluide in Richtung der Randbereiche des Querschnitts des Verdichtungsraums 11 vorgegeben. Somit wird verhindert, dass sich Fluidmengen, die z.B. aus dem Startbereich heraus gedrängt worden sind, in anderen Querschnittsbereichen des Haufwerks 2 ansammeln, von dort durch die Druckverhältnisse aber nicht mehr abfließen können. Durch den zeitlich gestaffelten Druckverlauf innerhalb des Querschnitts des Haufwerks 2 aufgrund des Drucks auf das Haufwerk 2 zwischen Pressstempel 5 und Abdeckelement 3 wird quasi ein Druckgefälle und eine diesem Druckgefälle folgende Strömungsrichtung für das verdrängte Fluid hervorgerufen.

[0045] Dieses gezielte Verdrängen kann naturgemäß unterschiedlich ausgestaltet werden. Bevorzugt ist dabei eine sukzessive Verdrängung des Fluides beginnend im Mittenbereich des Haufwerks 2 hin zu den Rändern nach außen. Eine derartige Verdrängung lässt sich beispielsweise durch eine grundsätzlich konisch vorgewölbte Formgebung der haufwerksseitigen Stirnfläche des Pressstempels 5 erreichen, wie diese in den Figuren 5a bis 5d schematisch dargestellt ist. Hierbei ist, symmetrisch zur Mittelachse des typischerweise runden Pressstempels 5, eine konische Form 9 ausgebildet, die einen ebenen Mittenbereich 10 aufweisen kann. Wird nun der Pressstempel 5 in Pressrichtung 4 relativ zu dem Abdeckelement 3 bewegt, so bilden sich unter der konischen ebenen Stirnfläche des Pressstempel 5 Zonen unterschiedlicher Restanteile des Fluids in der Matrix des sich verdichtenden Materials des Haufwerks 2 aus. Diese unterschiedlichen Anteile sind in der Figur 5 durch Isobarenlinien von Zonen gleicher prozentualer Reinheit des Materials des Haufwerks 2 angegeben (95 % bedeutet, dass noch 5 % Restanteil Fluid in der Menge des Materials des Haufwerks 2 in diesem Bereich verblieben ist). Wie man anhand der zunehmenden Kompression (beginnend von Fig. 5a bis zum höchsten Druck in Figur 5d) erkennen kann, entweichen bei der dargestellten konischen Gestaltung der Stirnseite des Pressstempels 5 die Fluidanteile aus dem Bereich der Mittelachse des Pressstempels 5 zuerst nach außen und unten, dann immer weiter nach außen bis hin zu einem nahezu vollständig von Fluidresten befreiten Zustand des verdichteten

Presslings 2 in Figur 5d.

[0046] Es ist selbstverständlich denkbar, andere als eine konische Gestaltung der Stirnfläche des Pressstempels 5 vorzusehen, z.B. eine ballig vorgewölbte Form oder auch eine über die ganze Stirnfläche einseitig abgeschrägte Form, bei der die Verdichtung in einem Randbereich beginnt und hin zu dem gegenüberliegenden Randbereich kontinuierlich verläuft.

[0047] Auch ist es denkbar, wie in Figur 7 schematisch angedeutet, nicht nur die Stirnfläche des Pressstempels 5 derart vorgewölbt auszubilden, sondern auch die dem Pressling 2 zugewandte Stirnfläche des Abdeckelementes 3 zu profilieren. In der Figur 7 ist nur beispielhaft angegeben, dass die Stirnfläche des Abdeckelementes 3 gegengleich zu der Stirnfläche des Pressstempels 5 konisch profiliert ist und einen konischen Bereich 9' mit einem ebenen Mittenbereich 10' aufweist. Hierdurch werden die Druckverhältnisse in dem sich verdichtenden Haufwerk 2 weiter positiv beeinflusst und das Fluid kann schneller und sicherer nach außerhalb des Presslings 2 verdrängt werden. Hierzu kann die Stirnseite der Pressmatrize 6 entsprechend der Form des Abdeckelementes 3 angepasst werden, damit hier keine Luft zwischen dem Pressling 2 und der Pressmatrize 6 eingeschlossen wird.

[0048] In der Figur 8 ist der Aufbau eines erfindungsgemäß hergestellten Profils schematisch angegeben, bei dem eine Schichtung von Haufwerken 2 zur eigenschaftsgradierten Herstellung von Profilen mit einer Schichtung unterschiedlicher Aluminiumwerkstoffe mit in einer Richtung zunehmender Festigkeit realisiert wird. Hierbei wird der Pressling 2 aus einer Mischung von zwei Aluminiumlegierungen in fünf Kompaktierungsstufen hergestellt. Die erste Stufe besteht aus reinen EN AW-6060 Aluminiumspänen, denen für die zweite Stufe ein Drittel EN AW-7175 Aluminiumspäne eingemischt wurde. Für die dritte und vierte Stufe wurden steigende Anteile von EN AW-7175-Spänen (eine Hälfte bzw. zwei Drittel) eingemischt. In der fünften Stufe werden reine EN AW-7175-Späne genutzt. Hierdurch werden die mechanischen Eigenschaften der einzelnen Zonen wie folgt beeinflusst. Die Entwicklung der Festigkeitseigenschaften in Abhängigkeit von dem Mischungsverhältnis der Legierungen EN AW-6060 und EN AW-7175 ist seitlich zu den einzelnen Zusammensetzungen der Stufen angegeben und zahlenmäßig definiert. Man erkennt deutlich die Zunahme der Zugfestigkeit mit steigendem AW-7175-Anteil. Die Zugfestigkeitswerte sind dabei in Abhängigkeit von dem Mischungsverhältnis der Legierungen gegeben. Das erfindungsgemäße Strangpressen eines derart eigenschaftsgradierten Haufwerks 2 führt zu einem Aluminiumprofil mit ebenfalls fünf Zonen. Somit kann die Zugfestigkeit in Zone 1 von 145 MPa hoch bis zu 395 MPa in Zone 5 gezielt gesteigert werden, d.h. eine Zunahme der Zugfestigkeit von circa 270%.

[0049] In der Figur 9 ist ein anderes Beispiel einer Schichtung von Haufwerken 2 zur eigenschaftsgradierten Herstellung von Profilen mit einer Schichtung unterschiedlicher Aluminiumwerkstoffe mit einem Bereich gu-

ter Umformbarkeit, einem Bereich hoher Korrosionsbeständigkeit und einem Bereich hoher Festigkeit dargestellt. Bei dieser Variante handelt es sich um eine Verbundprofilherstellung aus mehreren unterschiedlichen Verbundwerkstoffen. Z.B. wurde durch Beimengen von Kupferspänen gezeigt, dass eine höhere Wärmeleitfähigkeit erreicht werden kann. Ebenso konnte durch Beimengen von Aluminiumoxidpartikeln eine höhere Festigkeit sowie durch Beimengen von Eisenpartikeln Ferromagnetismus erzielt werden.

[0050] Figur 10 zeigt ein weiteres Beispiel einer Schichtung von Haufwerken zur eigenschaftsgradierten Herstellung von Profilen mit einer Schichtung unterschiedlicher Aluminiumwerkstoffe mit einem Bereich hoher Wärmeleitfähigkeit, einem Bereich hoher Festigkeit und einem Bereich mit ferromagnetischen Eigenschaften. Mit dieser Variante können Aluminiumlegierungen mit besonderen Eigenschaften in einem Profil zusammen gebracht werden. Z. B. kann für ein Profil, das zusätzlich gebogen und verschweißt werden muss, eine Aluminiumlegierung der 6000-Serie aufgrund ihrer guten Umformbarkeit eingesetzt oder, wo das Profil auf eine besondere korrosive Umgebung trifft, kann eine Aluminiumlegierung der 3000-Serie aufgrund ihrer hohen Korrosionsbeständigkeit genutzt werden. Ebenso kann für eine höhere Festigkeit eine Aluminiumlegierung der 7000-Serie aufgrund ihrer hohen Festigkeit in Frage kommen. Es ist auch vorstellbar, zwischen diesen Zonen Übergangszonen einzubringen, damit die Eigenschaften sich gleitend oder stufenlos ändern und damit auch eine bessere metallurgische Verbindung zwischen Zonen vorstellbar ist.

[0051] In der Figur 11 ist ein weiteres Beispiel einer Schichtung von Haufwerken zur eigenschaftsgradierten Herstellung von Profilen mit einer Schichtung unterschiedlicher Legierungen des gleichen Grundwerkstoffs mit in einer Richtung zunehmender Festigkeit hergestellten Festigkeitsverlauf allgemein dargestellt. Durch die unterschiedlichen Anteile der verwendeten Legierungen 1 und 2 können jeweils ausgehend von der ersten Stufe eines reinen Legierungswerkstoffs 1 Zonen unterschiedlicher Verbundwerkstoffe geschaffen werden, die zu der am anderen Ende des Profils angeordneten Stufe der anderen Legierung 2 hin zunehmende Festigkeitswerte aufweisen.

[0052] Die Figur 12 zeigt einen typischen Aufbau und das daraus resultierende Verformungsverhalten einer erfindungsgemäß hergestellten Crashbox aus Bereichen unterschiedlicher Festigkeitseigenschaften in einem eigenschaftsgradierten Profil in Form eines Stadienplans. Derartige Crashboxen werden zum gezielten Energieabbau innerhalb der Karosserie eines Fahrzeugs im Crashfall genutzt, wobei die Crashbox unterschiedliche Festigkeitswerte entlang ihrer Längserstreckung in Richtung der Crashbelastung aufweisen soll. Dabei soll die Energieabsorptionseigenschaft im nach dem Crash am wenigsten verformten Bereich III größer als im mittleren Bereich II und diese wiederum größer als im zuerst verformten

Bereich I sein. Wird beim Unfall eine Kraft F_1 auf die Crashbox ausgeübt, wird sich zuerst der Bereich I faltenartig zusammen schieben und dabei wird eine große Kraft abgebaut. Die Bereiche II und III bleiben dabei wegen ihrer höheren Festigkeitseigenschaften erst einmal unverformt. Ist die Verformbarkeit des Bereichs I erschöpft, wird nun der Bereich II unter Wirkung der Kraft F_2 wiederum faltenartig zusammen geschoben, bis auch hier die maximale Verformbarkeit ausgeschöpft wurde. Anschließend wird in analoger Weise der Bereich III verformt, wobei bei einer bestimmungsgemäß festgelegten Höchstlast die Verformung des Bereichs III nicht vollständig ausgeschöpft werden sollte. In diesem Fall ist dann die gesamte durch den Crash eingeleitete Kraft in der Crashbox abgebaut worden.

[0053] Eine solche Crashbox mit dem beschriebenen Verhalten lässt sich mit dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Schichtung von Haufwerken unterschiedlicher Materialeigenschaften und anschließendem Strangpressen dieses Haufwerks in besonders vorteilhafter Weise herstellen, da dadurch genau das zur Crashbox der Figur 12 beschriebene Werkstoffverhalten der Crashbox in einem Strangpressvorgang hergestellt werden kann.

25 Sachnummernliste

[0054]

- | | |
|-----------|--|
| 1 - | Strangpresse |
| 2 - | Haufwerk bzw. Pressling |
| 3 - | Abdeckelement |
| 4 - | Pressrichtung |
| 5 - | Pressstempel bzw. Pressscheibe |
| 6 - | Pressmatrize |
| 7 - | Profil |
| 8 - | Matrizenöffnung |
| 9, 9' - | konischer Abschnitt Pressstempel bzw. Abdeckelement |
| 10, 10' - | ebener Mittenbereich Pressstempel bzw. Abdeckelement |
| 11 - | Verdichtungsraum |

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Herstellung von porenfreien Profilen aus Trennresten mittels Strangpressen, aufweisend eine Strangpresse (1) mit einer Verdichtungskammer (11) aus einem Pressstempel (5), einer Pressmatrize (6) und einem Rezipienten, in die ein Haufwerk (2) bestehend aus Trennresten trennender Fertigungsverfahren oder dgl. wie Spänen oder Restmaterialien einfüllbar ist, wobei zwischen Pressmatrize (6) und Verdichtungskammer (11), die Verdichtungskammer (11) pressmatrizenseitig abdichtend ein Abdeckelement (3) anordenbar ist, gegen das der Pressstempel (5) das Haufwerk (2) aus Trennresten zu einem Pressling (2) verdichtet und dabei

in der Verdichtungskammer (11) und in dem Haufwerk (2) verbleibende fluide Einschlüsse gerichtet entfernt, wonach das Abdeckelement (3) wieder entfernt und der verdichtete Pressling (2) durch die Pressmatrize (6) als Profilquerschnitt durchdrückbar ist.

dadurch gekennzeichnet, dass

der Pressstempel (5) in seinem pressmatrizenseitigen Stirnbereich eine Formgebung aufweist, durch die beim Verdichten eine lokal unterschiedliche Druckverteilung in dem Haufwerk (2) einstellbar ist.

2. Vorrichtung gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der pressmatrizenseitige Stirnbereich des Pressstempels (5) derart gestaltet ist, dass im Bereich der Längsachse der Verdichtungskammer (11) und damit des Haufwerks (2) zuerst höhere Drücke in dem Haufwerk (2) entstehen.
3. Vorrichtung gemäß Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der pressmatrizenseitige Stirnbereich des Pressstempels (5) im Bereich seiner Symmetrieachse in Richtung auf die Pressmatrize (6) vorgewölbt, vorzugsweise zumindest abschnittsweise konisch oder ballig oder dgl. ausgebildet ist.
4. Vorrichtung gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der pressmatrizenseitige Stirnbereich des Pressstempels (5) derart gestaltet ist, dass in einem Teilbereich des Querschnitts der Verdichtungskammer (11) und damit des Haufwerks (2) zuerst höhere Drücke in dem Haufwerk (2) entstehen, wonach dieser Bereich höherer Drücke unter Einstellung einer Austreibrichtung für die in dem Haufwerk (2) verbliebenen fluiden Einschlüsse sukzessive fortschreitend den ganzen Querschnitt des Presslings (2) erfasst.
5. Vorrichtung gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das im wesentlichen scheibenförmige Abdeckelement (3) auf seiner dem Pressstempel (5) zugewandten Stirnfläche eine derartige Formgebung aufweist, dass in einem Teilbereich des Querschnitts der Verdichtungskammer (11), vorzugsweise im Bereich seiner Symmetrieachse, und damit des Haufwerks (2) zuerst höhere Drücke in dem Haufwerk (2) entstehen.
6. Vorrichtung gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die stirnseitige Formgebung von Abdeckelement (3) und/oder Pressstempel (5) derart ausgebildet ist, dass fluide Einschlüsse in dem Haufwerk (2) bei der zunehmenden Verdichtung gerichtet, vorzugsweise radial nach außen aus dem Haufwerk (2) ausgetrieben werden.
7. Vorrichtung gemäß einem der vorstehenden An-

sprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Erhitzungseinrichtung vorgesehen ist, mit der das vorverdichtete Haufwerk (2) erhitzt und unter Einwirkung des Pressstempels (5), vorzugsweise isostatisch zu dem Pressling (2) verpresst werden kann.

8. Verfahren zur Herstellung von porenfreien Profilen aus Trennresten mittels Strangpressen, wobei in einer Strangpresse (1) in eine Verdichtungskammer (11) bestehend aus einem Pressstempel (5), einer Pressmatrize (6) und einem Rezipienten ein Haufwerk (2) bestehend aus Trennresten trennender Fertigungsverfahren oder dgl. wie Spänen oder Restmaterialien eingefüllt wird, das Haufwerk (2) aus Trennresten trennender Fertigungsverfahren in der Verdichtungskammer (11) zwischen Pressmatrize (6) und einem die Verdichtungskammer (11) pressmatrizenseitig abdichten den Abdeckelement (3) unter Erhitzung von dem Pressstempel (5) zunehmend zu einem Pressling (2) verdichtet und der Pressling (2) anschließend über einen vorgebbaren Zeitabschnitt unter gleichbleibendem hydrostatischen Druck gehalten wird, wodurch in dem Haufwerk (2) und/oder Pressling (2) verbliebene fluide Einschlüsse gerichtet und weitgehend vollständig ausgetrieben werden, und unmittelbar anschließend das Abdeckelement (3) entfernt und der Pressling (2) durch die Pressmatrize (6) zu einem Strangpressprofil (7) durchgedrückt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** die in dem Haufwerk (2) verbliebenen fluiden Einschlüsse durch die Formgebung von Pressstempel (5) und/oder Abdeckelement (3) gerichtet, vorzugsweise radial nach außen, aus dem Haufwerk (2) und/oder dem Pressling (2) ausgetrieben und aus der Verdichtungskammer (11) entfernt werden.
9. Verfahren gemäß Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Pressling (2) beim Verdichten und Austreiben der fluiden Einschlüsse unter Wärmezufuhr verdichtet, vorzugsweise ähnlich wie beim heißisostatischen Pressen über einen Haltezeitraum bei gleichbleibender Temperierung, vorzugsweise bei der notwendigen Temperatur für das Strangpressen verdichtet wird.
10. Verfahren der Herstellung von eigenschaftsgradierten Profilen aus Trennresten mittels Strangpressen, wobei in einer Strangpresse (1) in eine Verdichtungskammer (11) bestehend aus einem Pressstempel (5), einer Pressmatrize (6) und einem Rezipienten ein Haufwerk (2) bestehend aus Trennresten trennender Fertigungsverfahren oder dgl. wie Spänen oder Restmaterialien eingefüllt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Haufwerk (2) aus einer Anordnung von einzelnen, in der späteren Fließrichtung in der Pressmatrize (6) aufeinander folgenden Schichten aus Trenn-

resten trennender Fertigungsverfahren oder dgl. wie Spänen oder Restmaterialien gebildet wird, wobei die das Haufwerk (2) jeder Schicht bildenden Trennreste oder dgl. innerhalb jeder Schicht Materialeigenschaften aufweisen, die sich von den Materialeigenschaften der das Haufwerk (2) angrenzender Schichten bildenden Trennreste oder dgl. unterscheiden, und das derart geschichtete Haufwerk (2) mit dem Verfahren gemäß Anspruch 8 verarbeitet wird.

11. Verfahren gemäß Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die das Haufwerk (2) jeder Schicht bildenden Trennreste im wesentlichen in sich homogene Materialeigenschaften aufweisen oder sich entlang der späteren Pressrichtung ändernde, vorzugsweise kontinuierlich ändernde Materialeigenschaften aufweisen.
12. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schichten der Haufwerke (2) mit unterschiedlichen Materialien sich hinsichtlich mechanischer und/oder elektrischer und/oder thermischer Eigenschaften und/oder anderer, die technische Nutzung beeinflussender Eigenschaften voneinander unterscheiden.
13. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 10 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schichtung aus einzelnen Schichten von unterschiedlichen Legierungen des gleichen Grundmaterials oder aus einzelnen in sich homogenen Schichten von unterschiedlichen Materialien gebildet wird oder aus einzelnen Schichten von unterschiedlichen Materialien gebildet wird, wobei jede Schicht sich entlang der späteren Pressrichtung (4) ändernde, vorzugsweise kontinuierlich ändernde Materialeigenschaften aufweist.
14. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 10 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die die Schichten des Haufwerks (2) bildenden Trennreste trennender Fertigungsverfahren oder dgl. wie Späne oder Restmaterialien in jeder Schicht im wesentlichen gleiche Partikelgrößen aufweisen.

Claims

1. Device for producing of non-porous profiles from separation residues by means of extrusion, comprising an extrusion press (1) with a compression chamber (11) consisting of a press punch (5), a press die (6) and a reciprocating member, into which a pile (2) consisting of separation residues of separating production processes or the like is placed such as chips or residual materials, wherein a cover element (3) can be arranged between the press die (6) and the

compression chamber (11), sealing it on the press die side, against which the press punch (5) compresses the pile (2) of separation residues to form a pressed pellet (2) and thereby removes fluid inclusions remaining in the compression chamber (11) and in the pile (2) in a directed manner, after which the covering element (3) can be removed again and the compressed pressed pellet (2) can be pressed through the press die (6) as a profile cross-section, **characterised in that** the press punch (5) in its end region on the press die side has a shaping by means of which a locally different pressure distribution in the pile (2) can be set during compaction.

2. Device according to claim 1, **characterised in that** the end region of the press punch (5) on the press die side is designed in such a way that in the region of the longitudinal axis of the compression chamber (11) and thus of the pile (2), higher pressures first arise in the pile (2).
3. Device according to claim 2, **characterised in that** the end region of the press punch (5) on the press die side is arched in the region of its symmetry axis in the direction of the press die (6), preferably conical or crowned or the like at least in sections.
4. Device according to claim 1, **characterised in that** the end region of the press punch (5) on the press die side is designed in such a way that in a partial region of the cross-section of the compression chamber (11) and thus of the pile (2), first higher pressures are generated in the pile (2), after which this region of higher pressures successively and progressively covers the entire cross-section of the pressed pellet (2) while setting a discharge direction for the fluid inclusions remaining in the pile (2).
5. Device according to one of the above claims, **characterised in that** the substantially disc-shaped cover element (3) has such a shaping on its end face facing the press punch (5) that in a partial region of the cross-section of the compression chamber (11), preferably in the region of its axis of symmetry, and thus of the pile (2), higher pressures first arise in the pile (2).

6. Device according to one of the above claims, **characterised in that** the frontal shaping of the cover element (3) and/or press punch (5) is designed in such a way that fluid inclusions in the pile (2) are expelled from the pile (2) in a direction, preferably radially outwards, as compression increases.
7. Device according to one of the above claims, **characterised in that** a heating device is provided with which the pre-compressed pile (2) can be heated

and pressed, preferably isostatically, into the pressed pellet (2) under the action of the press punch (5).

8. Method for the production of non-porous profiles from separation residues by means of extrusion, wherein a pile (2) consisting of separation residues of separating production processes or the like, such as chips or residual materials, is filled in an extrusion press (1) into a compression chamber (11) consisting of a press punch (5), a press die (6) and a recipient, the pile (2) of separation residues coming from a separating manufacturing process in the compression chamber (11) is increasingly compressed between the press die (6) and a covering element (3) sealing the compression chamber (11) on the press die side by the press punch (5) under heating to form a pile (2) and the pile (2) is then kept under constant hydrostatic pressure for a predeterminable period of time, whereby fluid inclusions remaining in the pile (2) and/or pellet (2) are directed and largely completely expelled, and immediately afterwards the covering element (3) is removed and the pellet (2) is pressed through the press die (6) to form an extruded profile (7),

characterised in that

the fluid inclusions remaining in the pile (2) are driven out of the pile (2) and/or the pressed pellet (2) and removed from the compression chamber (11) by means of the shaping of the press die (5) and/or covering element (3), preferably radially outwards.

9. Method according to claim 9, **characterized in that** the pellet (2) is compacted during the compaction and expulsion of the fluid inclusions with the supply of heat, preferably similar to hot isostatic pressing, over a holding period at a constant temperature, preferably at the temperature required for extrusion.
10. Method of producing property-graded profiles from separation residues by means of extrusion, wherein in an extrusion press (1) a pile (2) consisting of separation residues of separating manufacturing processes or the like such as chips or residual materials is filled into a compression chamber (11) consisting of a press punch (5), a press die (6) and a recipient, **characterised in that** the pile (2) is formed from an arrangement of individual layers of separation residues of separating manufacturing processes or the like, such as chips or residual materials, which succeed one another in the later direction of flow in the press die (6), each layer of the separation residues or the like forming the pile (2) showing material properties, which differ from the material properties of adjacent layers being formed by the separation residues or the like forming the pile (2), and the pile (2) thus layered is processed

using the method according to claim 8.

11. Method according to claim 10, **characterized in that** the separation residues forming the pile (2) of each layer essentially have inherently homogeneous material properties or have material properties which change, preferably continuously, along the later pressing direction.
12. Method according to one of claims 10 or 11, **characterised in that** the layers of the piles (2) of different materials differ from one another with respect to mechanical and/or electrical and/or thermal properties and/or other properties influencing the technical use.
13. Method according to one of claims 10 to 12, **characterised in that** the layering is formed from individual layers of different alloys of the same basic material or from individual, homogeneous layers of different materials or is formed from individual layers of different materials, each layer having material properties which change along the later pressing direction (4), preferably continuously changing.
14. Method according to one of claims 10 to 13, **characterised in that** the separation residues of separating manufacturing processes or the like, such as chips or residual materials, forming the layers of the pile (2) have substantially the same particle sizes in each layer.

Revendications

1. Dispositif de fabrication de profilés sans pore à partir de résidus de matière enlevée au moyen d'extrudeuses, présentant une extrudeuse (1) avec une chambre de compression (11) composée d'un piston (5), d'une filière (6) et d'un récipient, dans laquelle un agrégat (2) constitué de résidus de matière enlevée de procédés de finition par enlèvement de matière ou similaires, tels que des copeaux ou des résidus de matériau, dans lequel peut être disposé entre la filière (6) et la chambre de compression (11), un élément de recouvrement (3) colmatant du côté de la filière la chambre de compression (11), contre lequel le piston (5) comprime l'agrégat (2) composé de résidus de matière enlevée en une pièce comprimée (2) et élimine ainsi de manière dirigée des inclusions fluides restant dans la chambre de compression (11) et dans l'agrégat (2), ce après quoi l'élément de recouvrement (3) peut être à nouveau retiré et la pièce comprimée (2) comprimée peut être poussée à travers la filière (6) en tant que section transversale de profilé, **caractérisé en ce que** le piston (5) présente dans sa zone frontale du côté de la filière une forme, par laquelle, lors de la com-

- pression, une répartition de la pression localement différente peut être réglée dans l'agrégat (2).
2. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la zone frontale, du côté de la filière, du piston (5) est configurée de telle manière que dans un premier temps des pressions plus élevées apparaissent dans l'agrégat (2) dans la zone de l'axe longitudinal de la chambre de compression (11) et ainsi de l'agrégat (2). 5
 3. Dispositif selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** la zone frontale, du côté de la filière, du piston (5) est préalablement bombée dans la zone de son axe de symétrie en direction de la filière (6), de préférence est réalisée au moins par endroits de manière conique ou bombée, ou de manière similaire. 10
 4. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la zone frontale, du côté de la filière, du piston (5) est configurée de telle manière que dans un premier temps des pressions plus élevées apparaissent dans l'agrégat (2) dans une zone partielle de la section transversale de la chambre de compression (11) et, ainsi, de l'agrégat (2), ce après quoi ladite zone à pressions plus élevées capture petit à petit progressivement la totalité de la section transversale de la pièce comprimée (2) moyennant le réglage d'une direction d'expulsion pour les inclusions fluides restant dans l'agrégat (2). 15 20 25 30
 5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'élément de recouvrement (3) sensiblement en forme de disque présente sur sa surface frontale, tournée vers le piston (5), une forme telle que dans un premier temps des pressions plus élevées apparaissent dans l'agrégat (2) dans une zone partielle de la section transversale de la chambre de compression (11), de préférence dans la zone de son axe de symétrie, et ainsi de l'agrégat (2). 35 40
 6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la forme côté frontal de l'élément de recouvrement (3) et/ou du piston (5) est réalisée de telle manière que des inclusions fluides dans l'agrégat (2) sont expulsées de manière dirigée, de préférence radialement vers l'extérieur, hors de l'agrégat (2) lorsque la compression augmente. 45 50
 7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'un** système de chauffage est prévu, avec lequel l'agrégat (2) préalablement comprimé est chauffé et peut être comprimé sous l'effet du piston (5), de préférence de manière isostatique, en la pièce comprimée (2). 55
 8. Procédé de fabrication de profilés sans pore à partir de résidus de matière enlevée au moyen d'extrudeuses, dans lequel un agrégat (2) constitué de résidus de matière enlevée de procédés de finition par enlèvement de matière ou similaires, tels que des copeaux ou des résidus de matériau, est transvasé dans une extrudeuse (1) dans une chambre de compression (11) constituée d'un piston (5), d'une filière (6) et d'un récipient, l'agrégat (2) composé de résidus de matière enlevée de procédés de finition par enlèvement de matière est comprimé de plus en plus en une pièce comprimée (2) par le piston (5) dans la chambre de compression (11) entre la filière (6) et un élément de recouvrement (3) colmatant du côté de la filière la chambre de compression (11) moyennant un chauffage et la pièce comprimée (2) est ensuite maintenue sous une pression hydrostatique constante pendant un laps de temps pouvant être prédéfini, ce qui permet d'expulser de manière dirigée et dans une large mesure complètement des inclusions fluides restées dans l'agrégat (2) et/ou la pièce comprimée (2), et immédiatement après l'élément de recouvrement (3) est retiré et la pièce comprimée (2) est poussée à travers la filière (6) en un profilé extrudé (7) **caractérisé en ce que** les inclusions fluides restées dans l'agrégat (2) sont expulsées de manière dirigée, de préférence radialement vers l'extérieur, hors de l'agrégat (2) et/ou de la pièce comprimée (2) par la forme du piston (5) et/ou de l'élément de recouvrement (3) et sont retirées de la chambre de compression (11).
 9. Procédé selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** la pièce comprimée (2) est compressée lors de la compression et de l'expulsion des inclusions fluides moyennant un apport de chaleur, de préférence est compressée tout comme lors du pressage isostatique à chaud sur une durée de séjour à une thermorégulation constante, de préférence à la température nécessaire pour l'extrusion.
 10. Procédé de fabrication de profilés à propriété graduée à partir de résidus de matière enlevée au moyen d'extrudeuses, dans lequel un agrégat (2) constitué de résidus de matière enlevée de procédés de finition par enlèvement de matière ou similaires, tels que des copeaux ou des résidus de matériau, est transvasé dans une extrudeuse (1) dans une chambre de compression (11) constituée d'un piston (5), d'une filière (6) et d'un récipient, **caractérisé en ce que** l'agrégat (2) est formé à partir d'un ensemble de diverses couches se suivant les unes les autres dans la direction d'écoulement ultérieure dans la filière (6), composées de résidus de matière enlevée de procédés de finition par enlèvement de matière ou similaires, tels que des copeaux ou des résidus de

matériau, dans lequel les résidus de matière enlevée ou similaires formant l'agrégat (2) de chaque couche présentent à l'intérieur de chaque couche des propriétés de matériau, qui se distinguent des propriétés de matériau des résidus de matière enlevée ou similaires formant l'agrégat (2) de couches jouxtant, et l'agrégat (2) ainsi stratifié est traité avec le procédé selon la revendication 8. 5

11. Procédé selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** les résidus de matière enlevée formant l'agrégat (2) de chaque couche présentent sensiblement des propriétés de matériau en soi homogènes ou présentent des propriétés de matériau variant le long de la direction de pressage ultérieure, de préférence variant en continu. 10 15

12. Procédé selon l'une quelconque des revendications 10 ou 11, **caractérisé en ce que** les couches des agrégats (2) avec des matériaux différents se distinguent les unes des autres en termes de propriétés mécaniques et/ou électriques et/ou thermiques et/ou d'autres propriétés ayant une incidence sur l'utilisation technique. 20 25

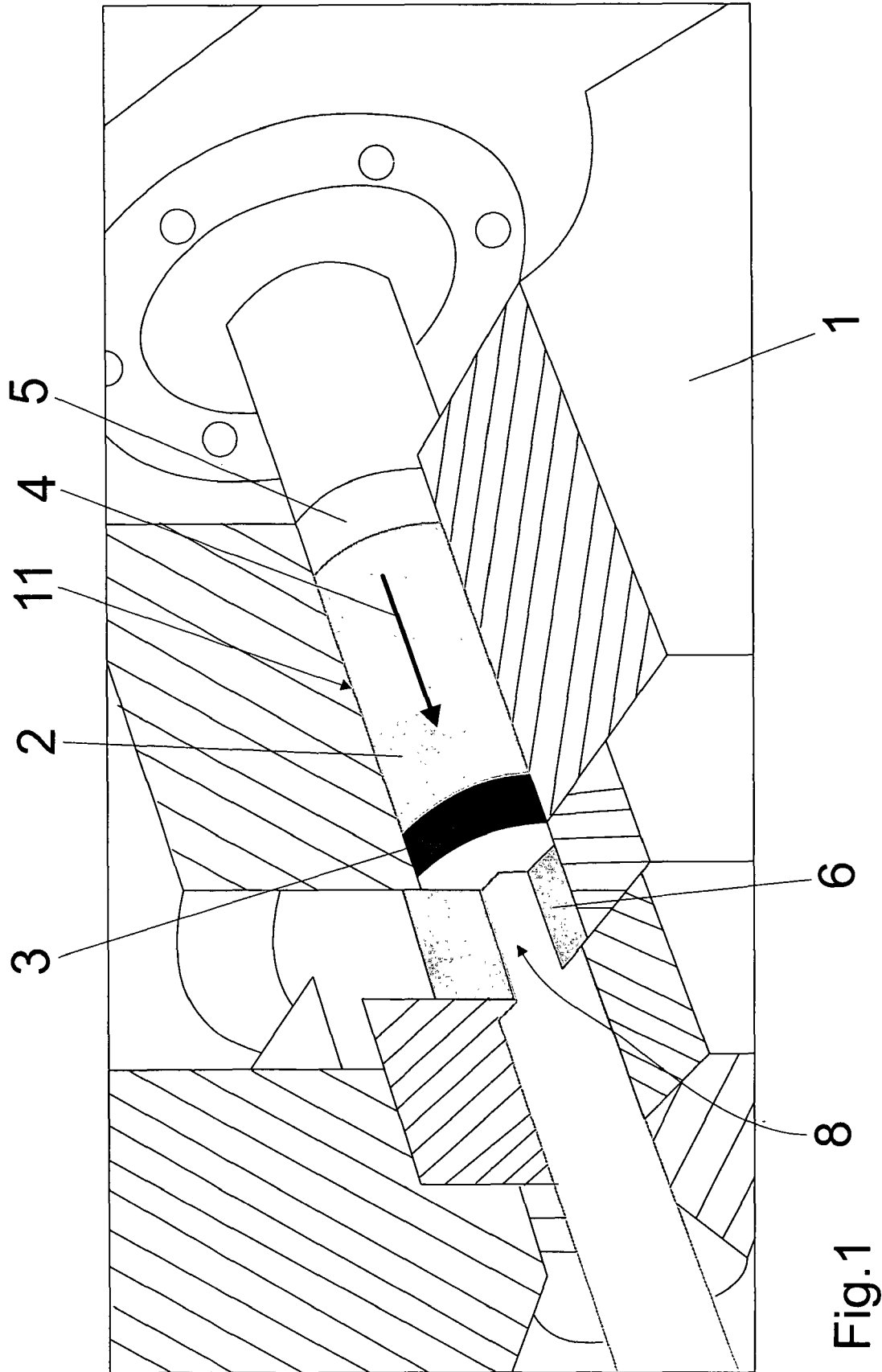
13. Procédé selon l'une quelconque des revendications 10 à 12, **caractérisé en ce que** la stratification est formée à partir de diverses couches de différents alliages du même matériau de base ou à partir de diverses couches en soi homogènes de différents matériaux ou à partir de diverses couches de différents matériaux, dans lequel chaque couche présente des propriétés de matériau variant le long de la direction de pressage (4) ultérieure, de préférence variant en continu. 30 35

14. Procédé selon l'une quelconque des revendications 10 à 13, **caractérisé en ce que** les résidus de matière enlevée, formant les couches de l'agrégat (2), de procédés de finition par enlèvement de matière ou similaires, tels que des copeaux ou des résidus de matériau, présentent dans chaque couche des tailles de particules sensiblement identiques. 40 45

45

50

55



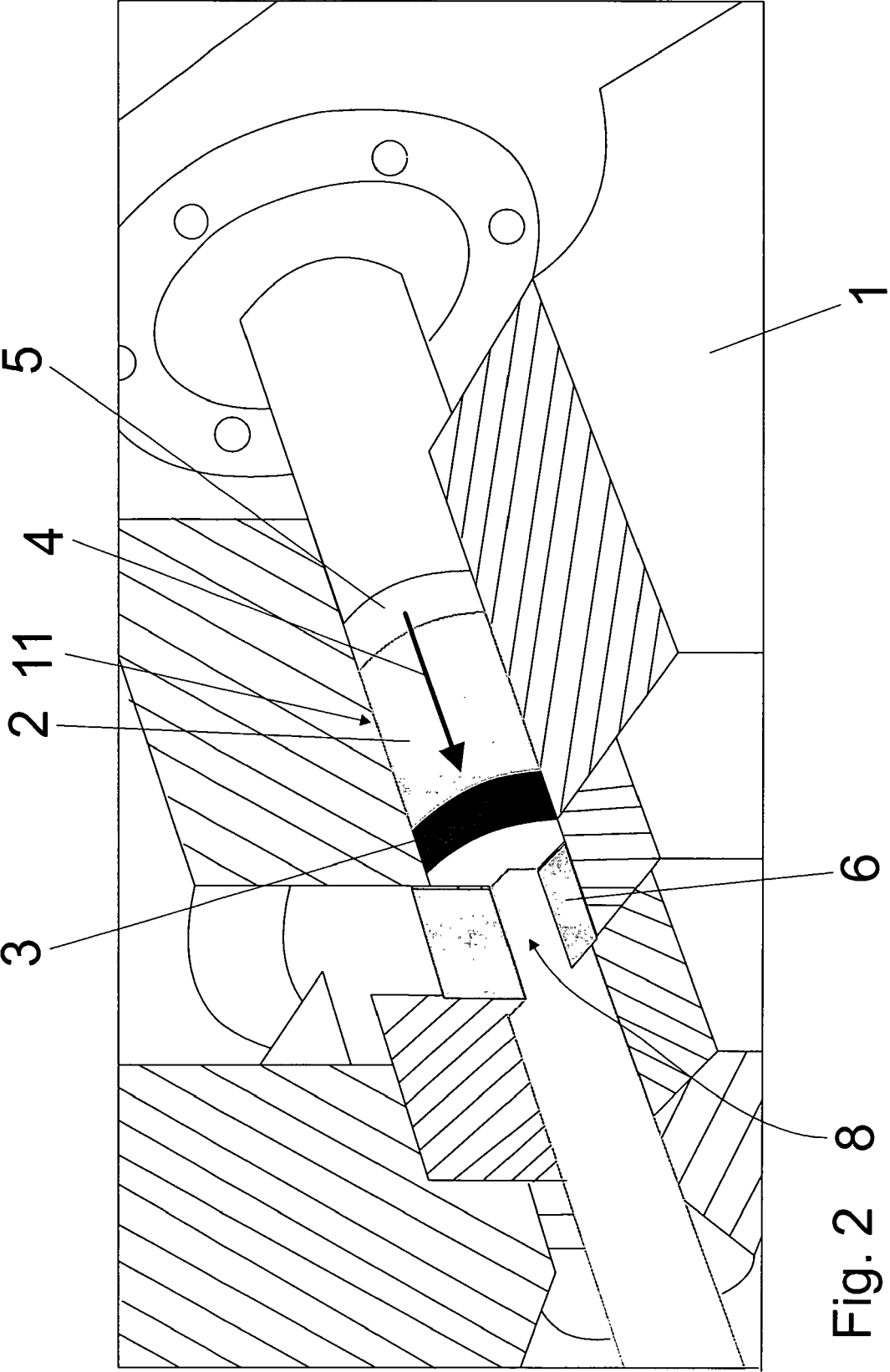


Fig. 2

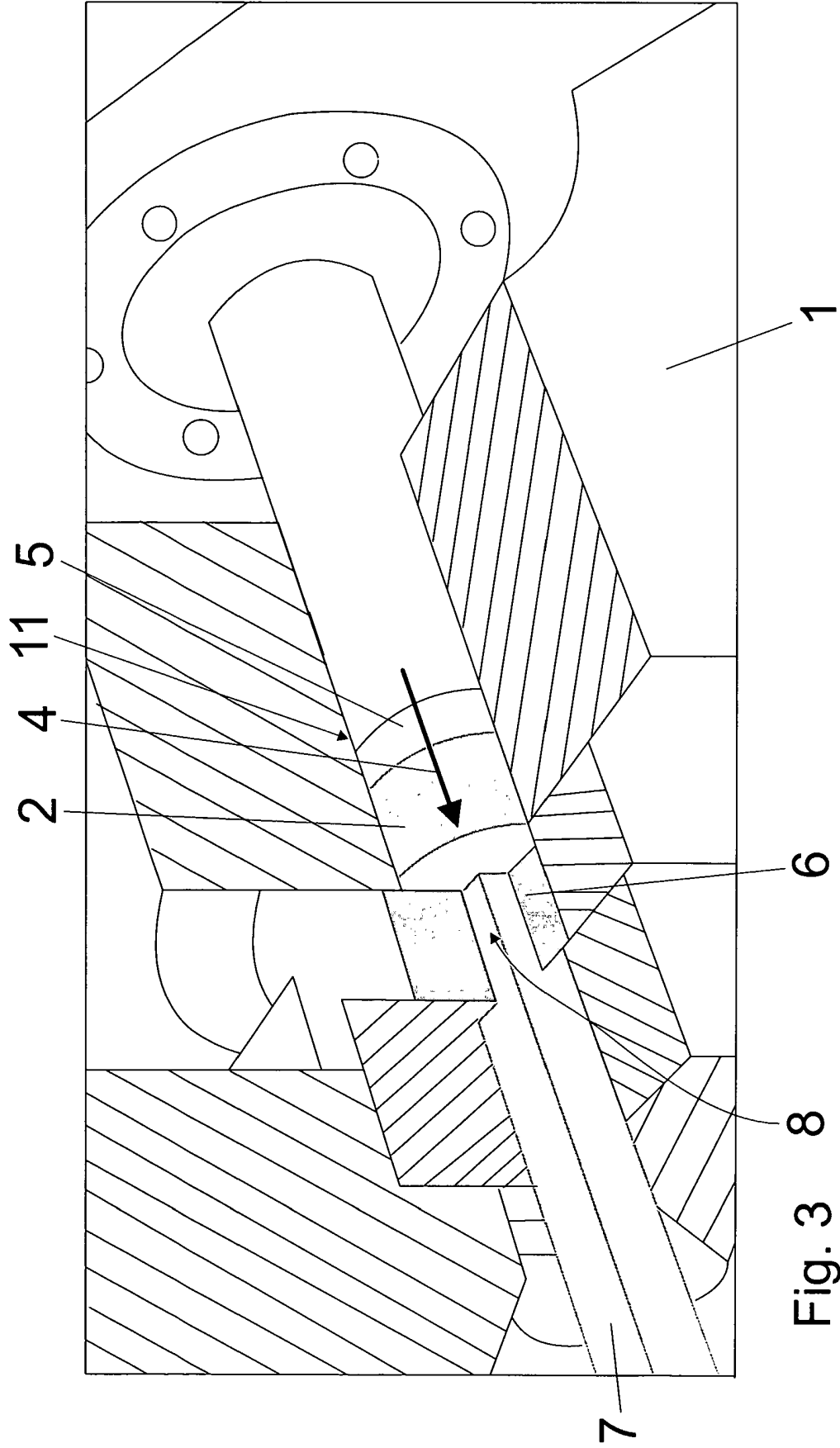
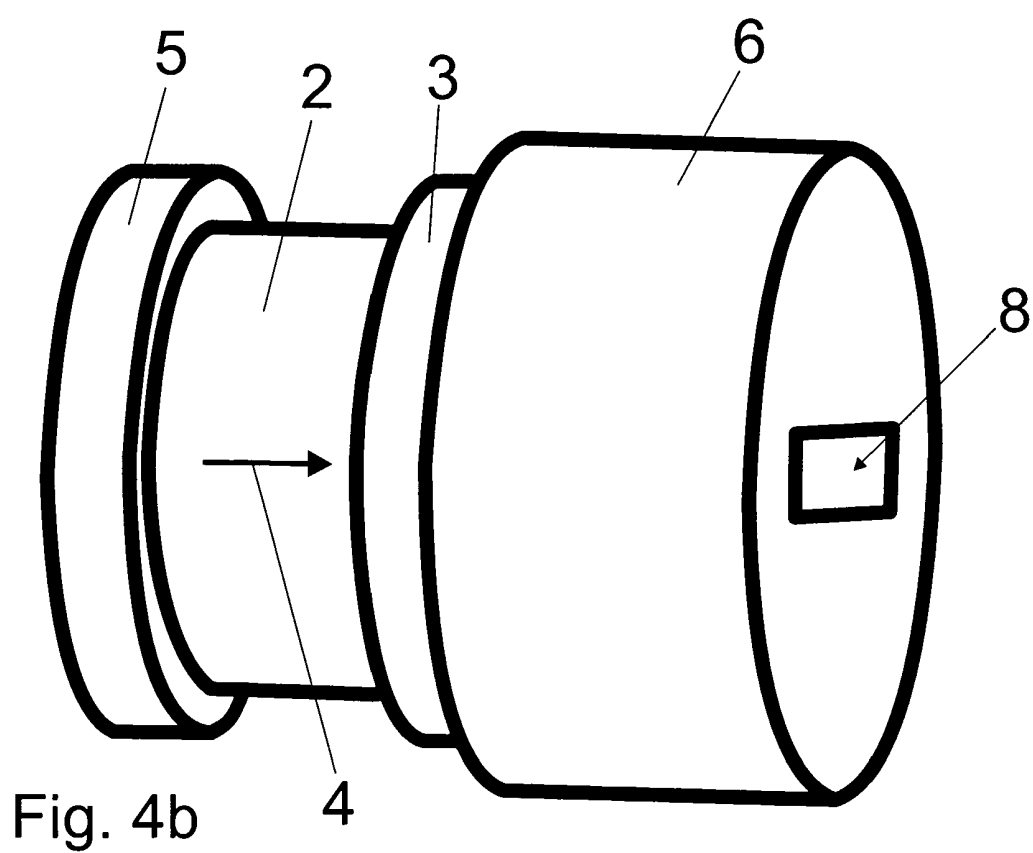
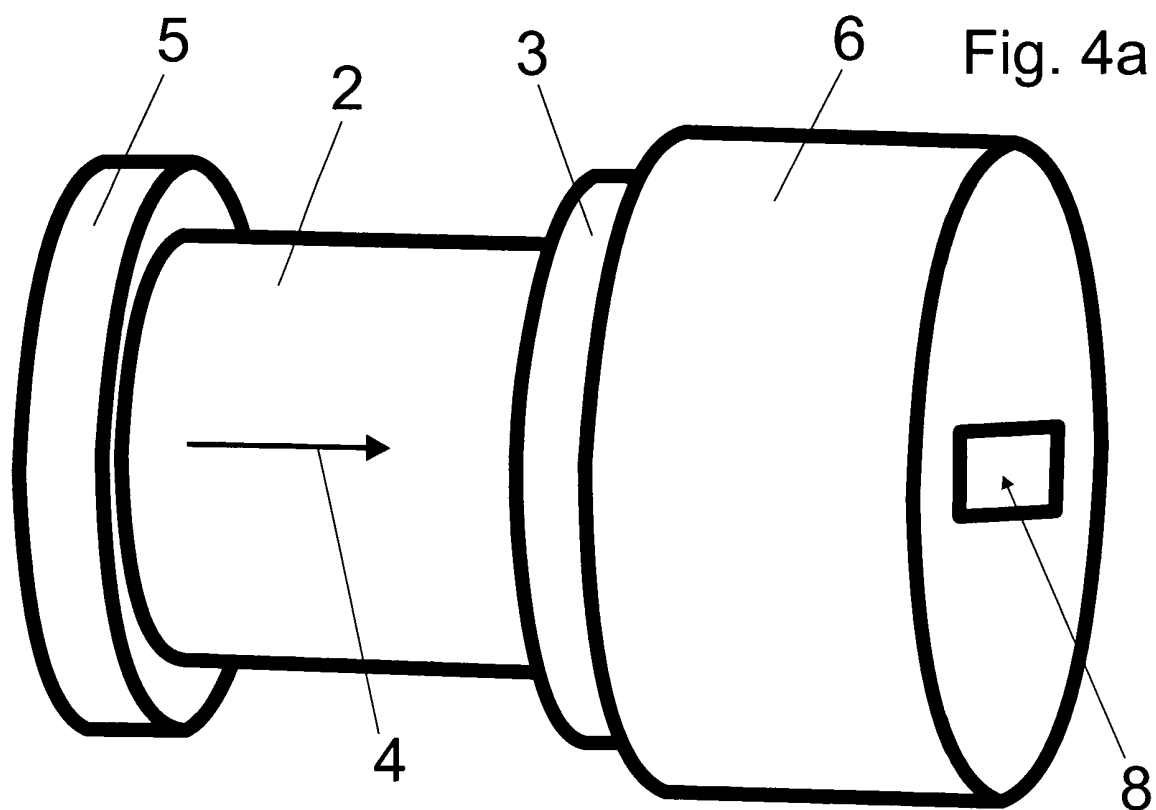


Fig. 3



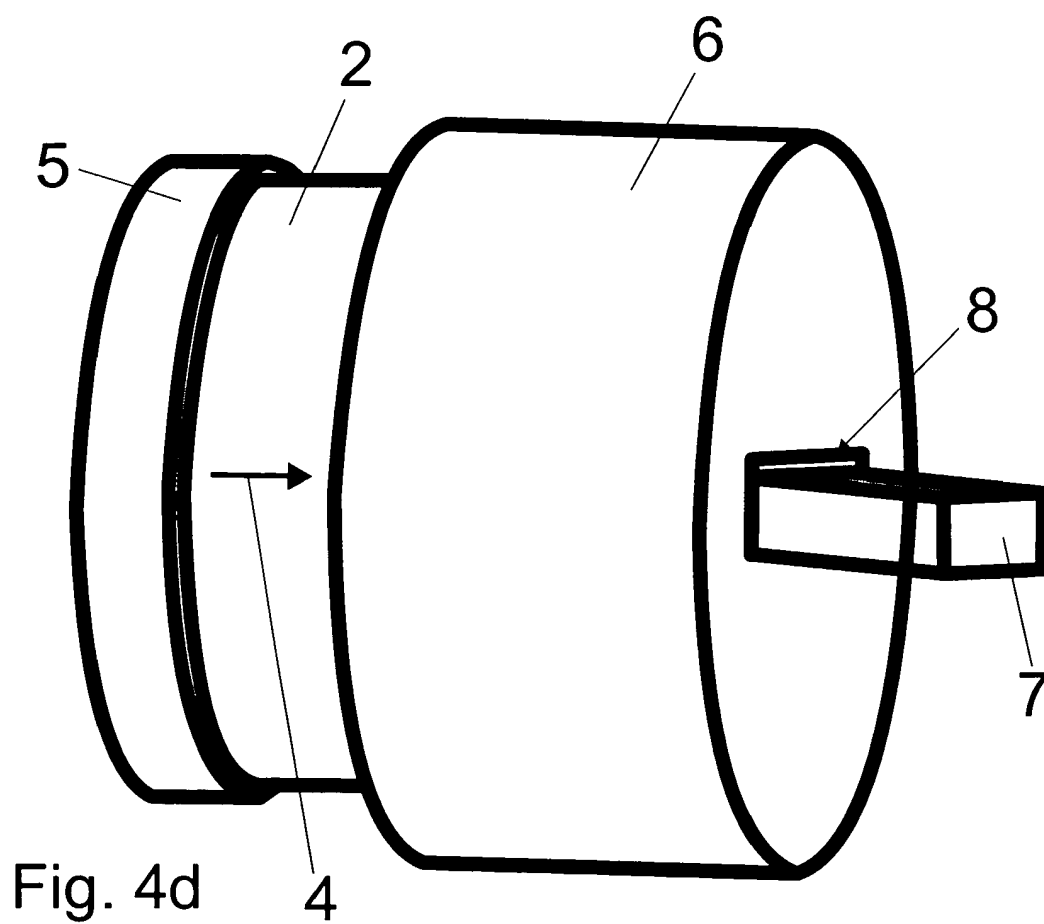
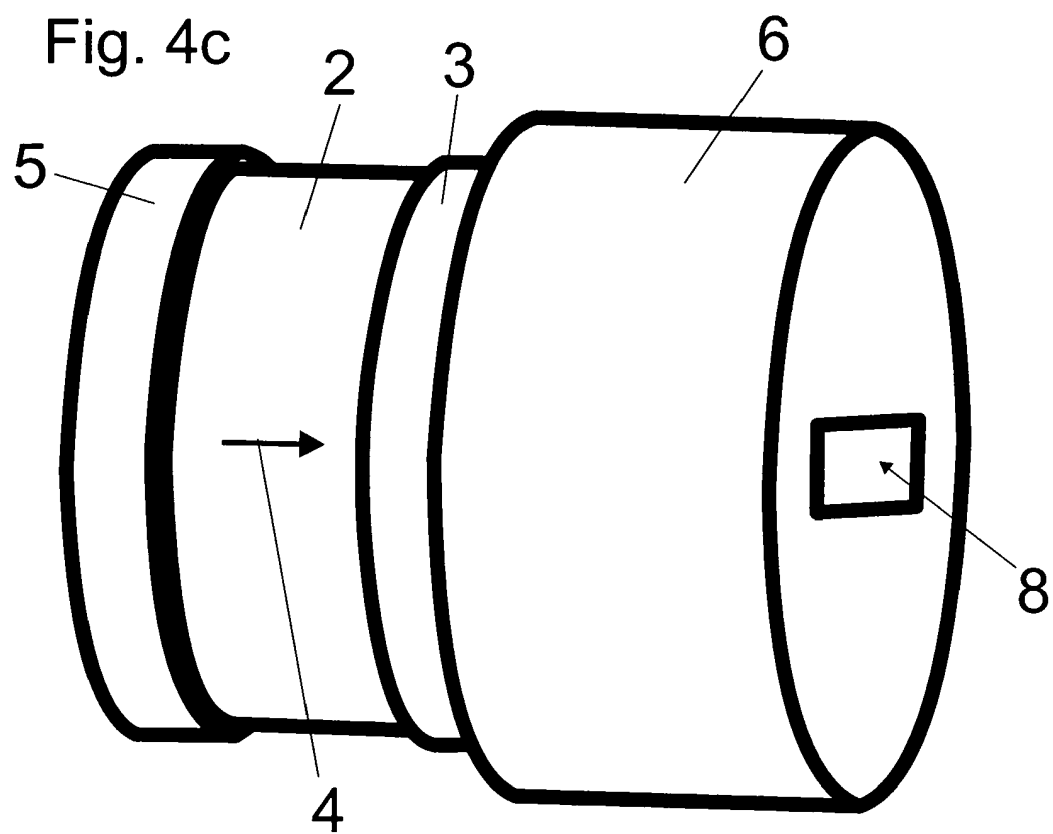


Fig. 5a

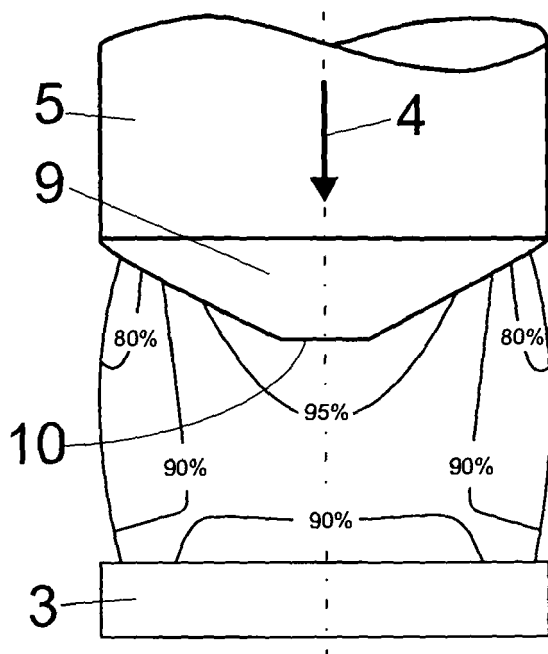


Fig. 5c

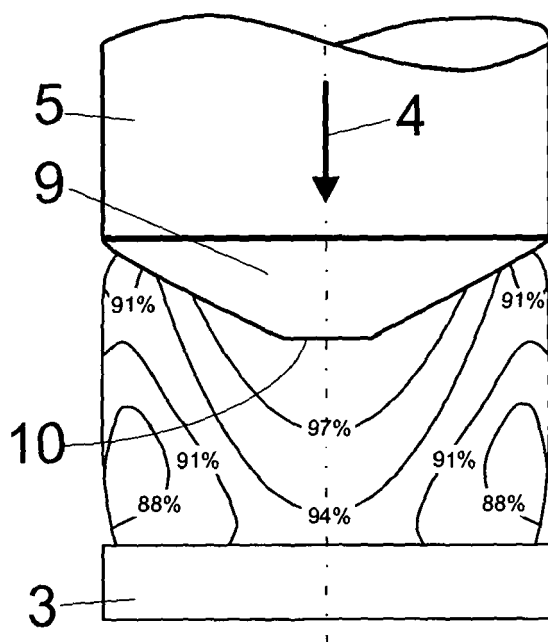
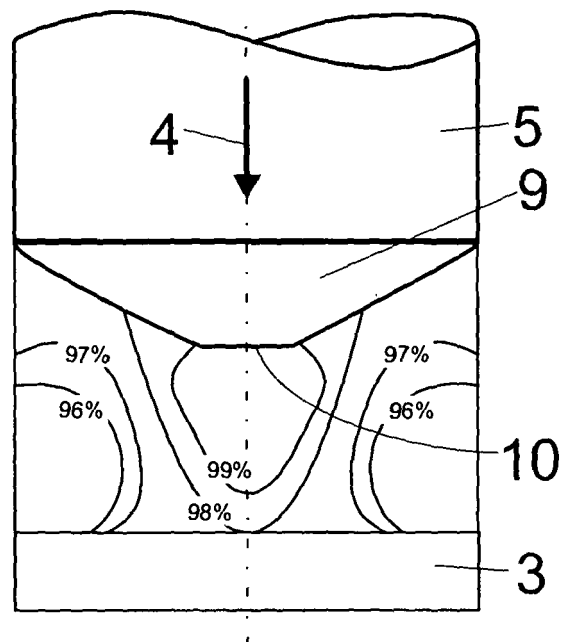


Fig. 5b

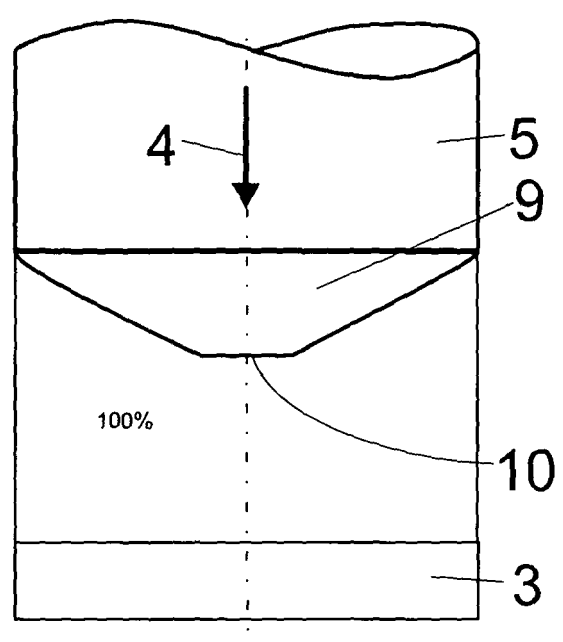


Fig. 5d

Fig. 6

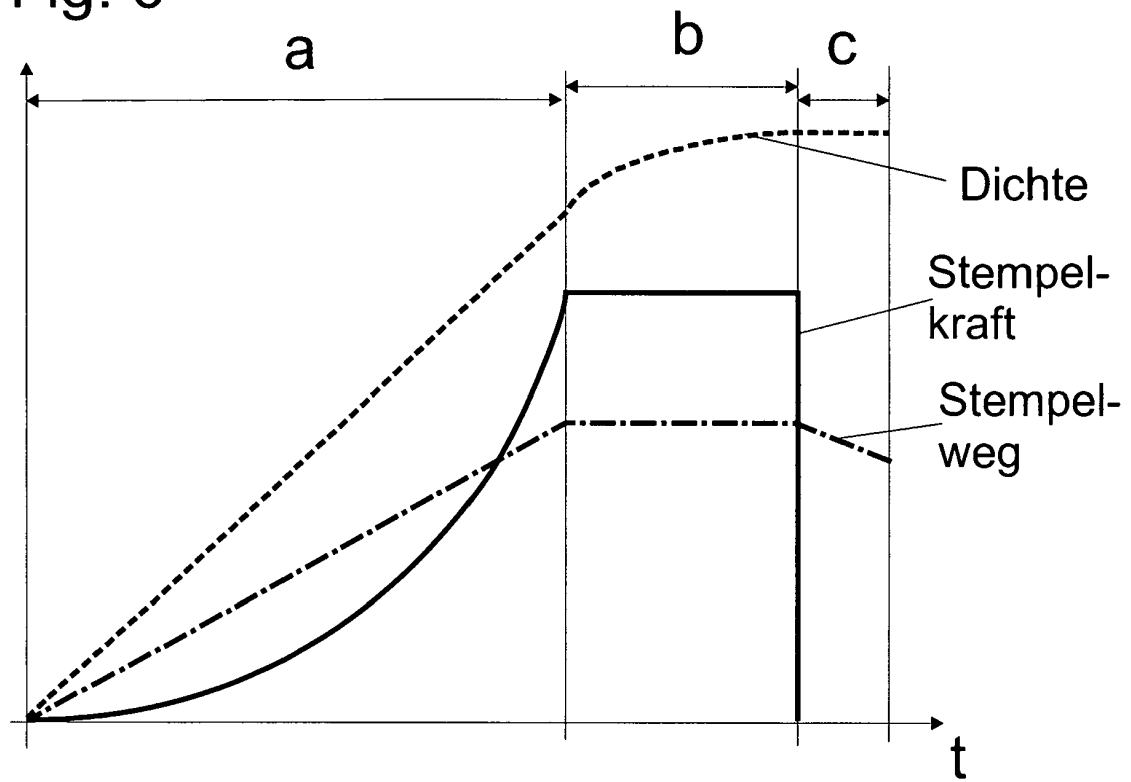
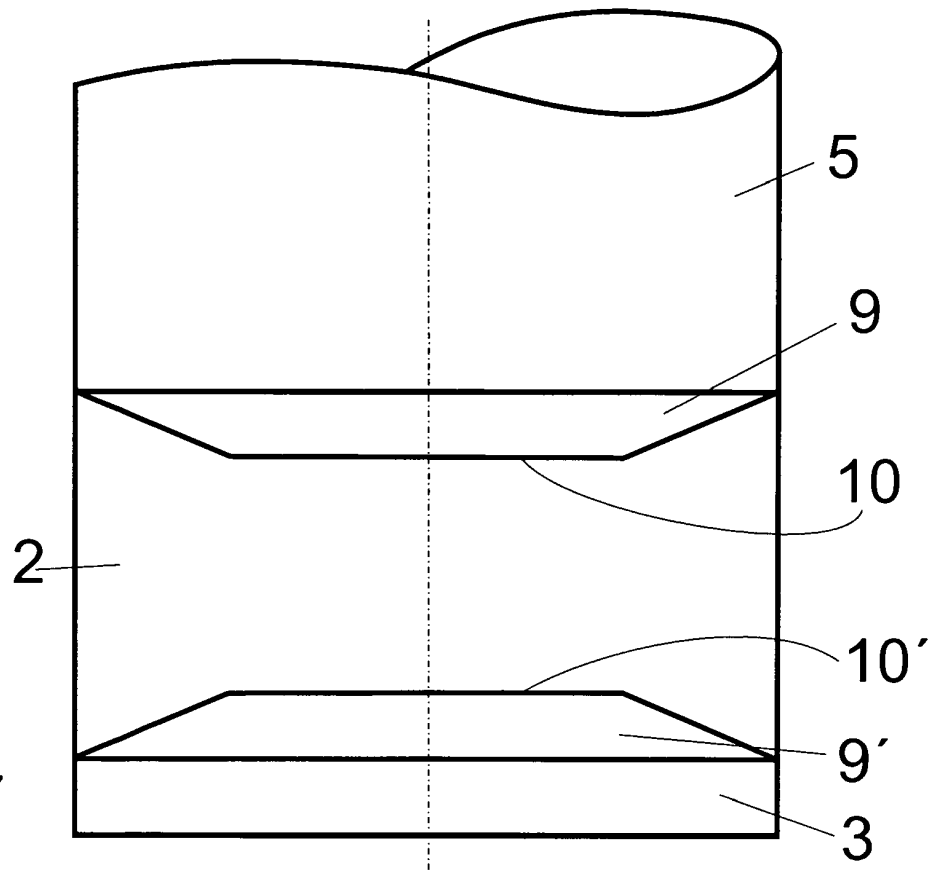
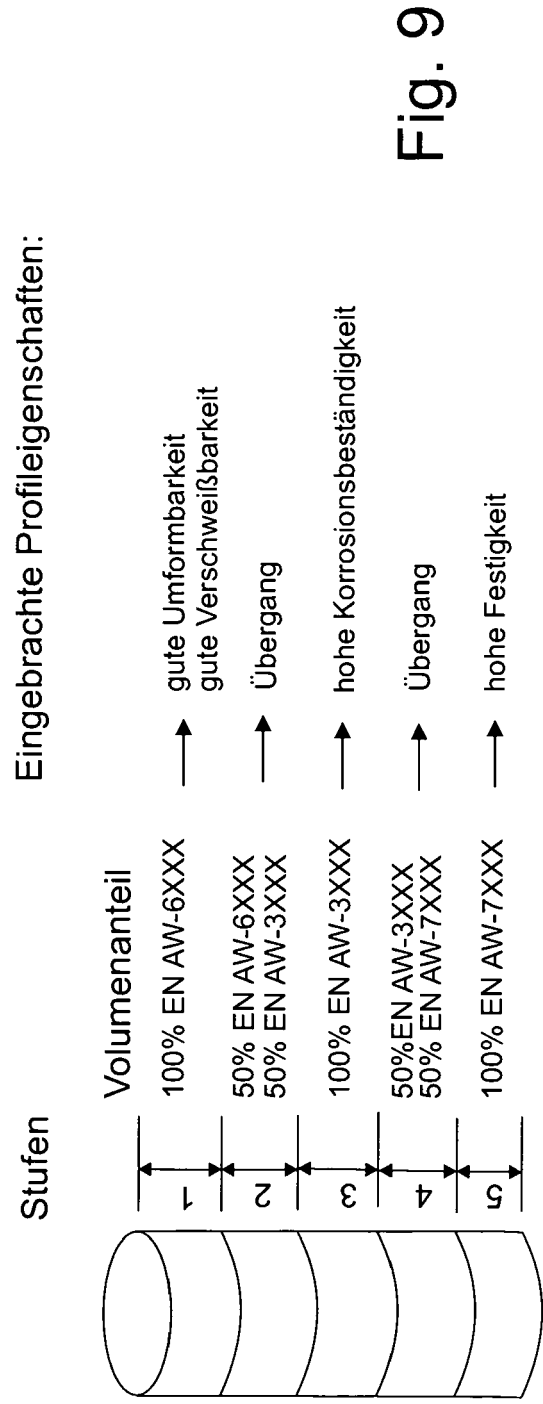
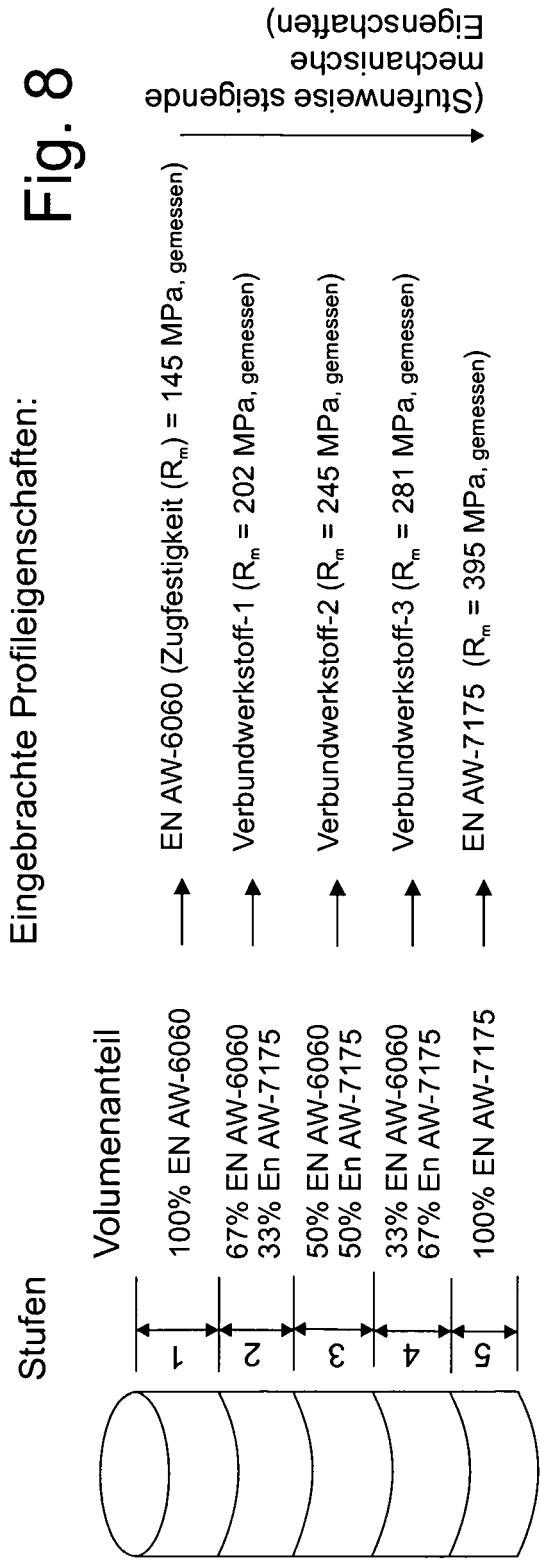
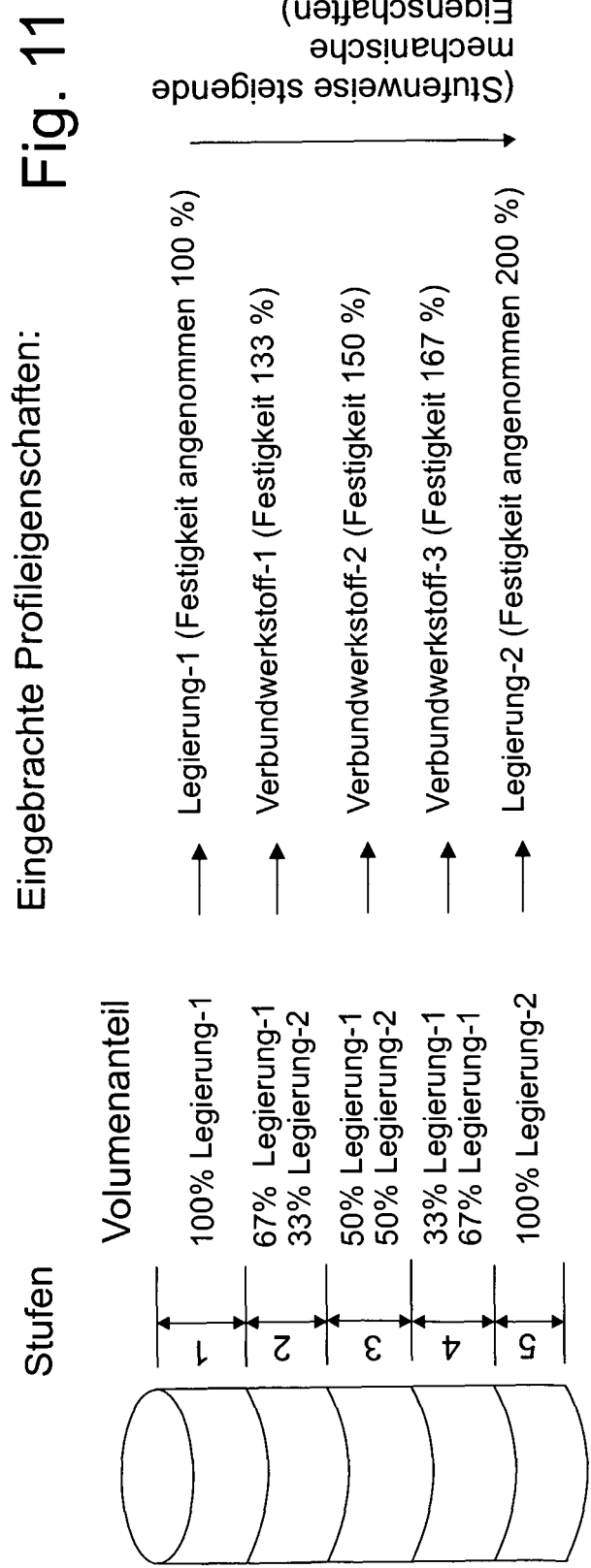
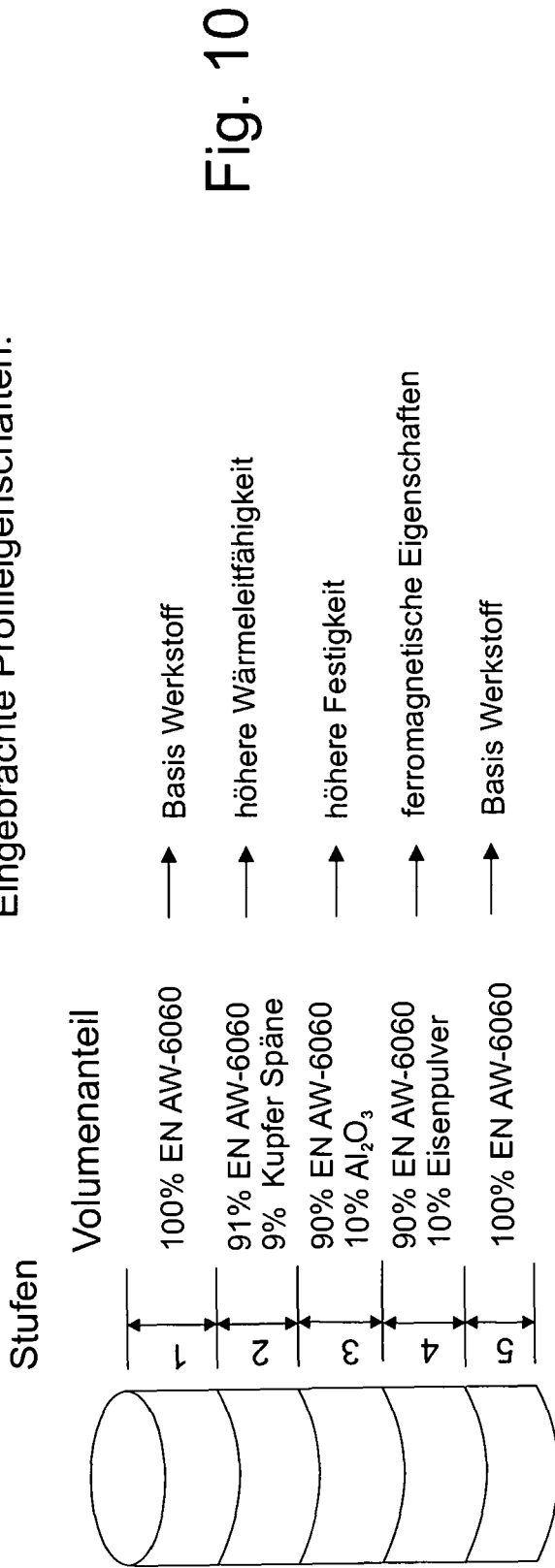


Fig. 7





Eingebrachte Profileigenschaften:



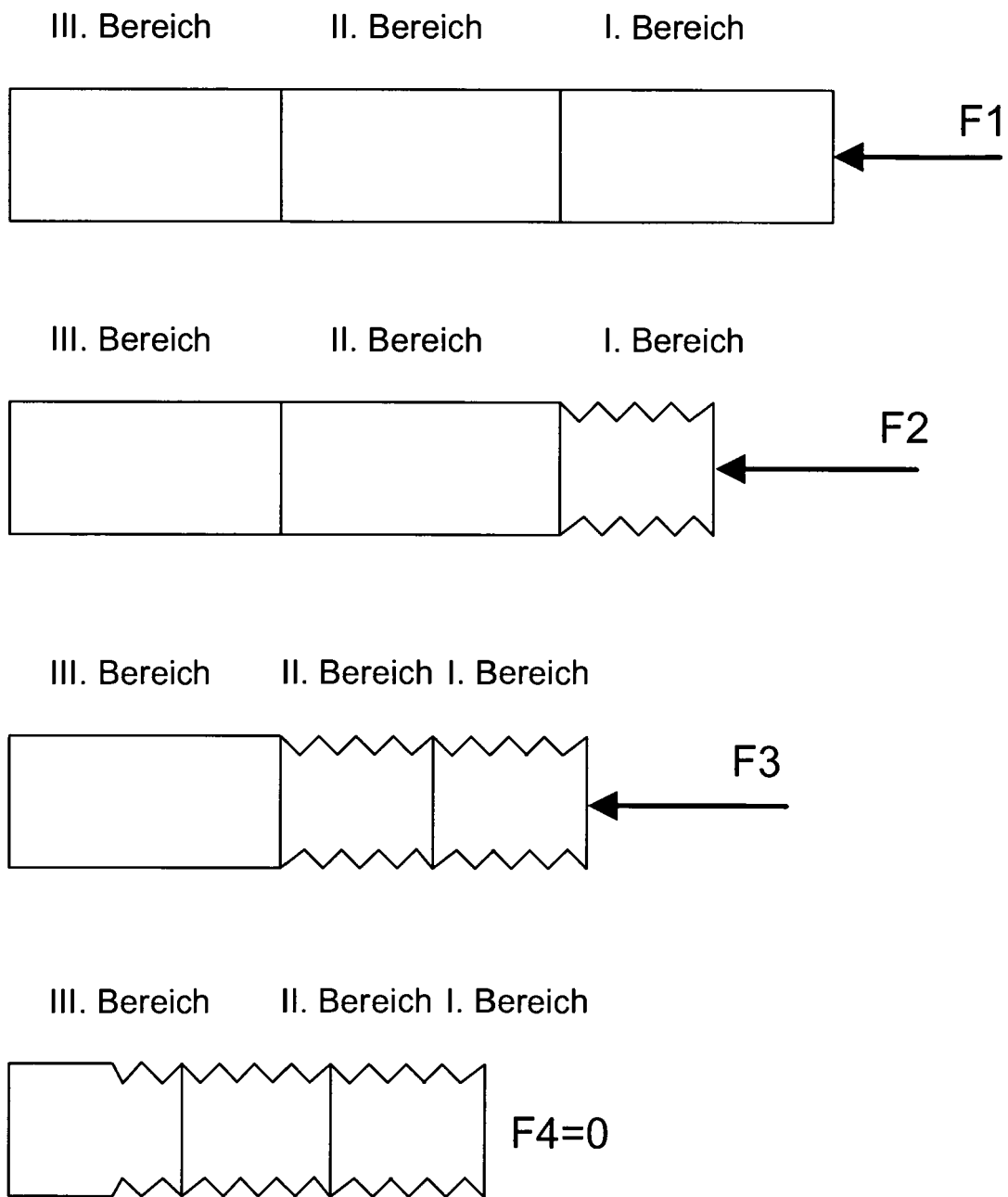


Fig. 12

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102009040491 A1 [0005]
- DE 20210144 U1 [0005]
- US 2391752 A [0007] [0008] [0011]
- US 4117703 A [0009]
- US 2967613 A [0009]
- US 4059896 A [0009]