

(19)



(11)

EP 4 234 191 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
30.08.2023 Patentblatt 2023/35

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
B28B 3/00 (2006.01) **B28B 3/02** (2006.01)
B30B 15/02 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **23174764.3**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
B28B 3/003; B28B 3/024; B30B 15/024

(22) Anmeldetag: **03.08.2017**

(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

(72) Erfinder: **Winter, Frank**
31162 Bad Salzdetfurth (DE)

(30) Priorität: **08.08.2016 DE 102016114653**

(74) Vertreter: **Patentanwälte Olbricht Buchhold**
Keulertz
Partnerschaft mbB
Bettinastraße 53-55
60325 Frankfurt am Main (DE)

(62) Dokumentnummer(n) der früheren Anmeldung(en) nach Art. 76 EPÜ:
17748754.3 / 3 496 919

Bemerkungen:

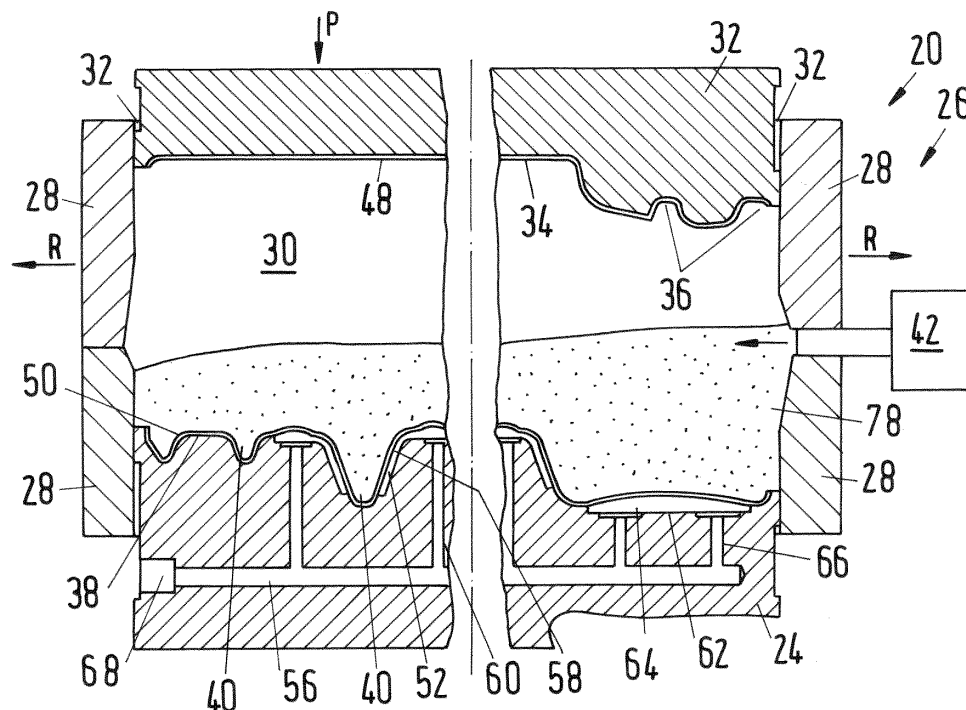
Diese Anmeldung ist am 23-05-2023 als
Teilanmeldung zu der unter INID-Code 62 erwähnten
Anmeldung eingereicht worden.

(71) Anmelder: **BMI Deutschland GmbH**
61440 Oberursel (DE)

(54) VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES DACHZIEGELS

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Dachziegels (10) aus Ton, mit folgenden Schritten: Bereitstellen der Pressform (20), wobei sich die Formhälften (22, 24) in der Füllposition und das zumindest eine erste Druckelement (52) in der Ausgangsposition befinden; Einfüllen eines vorgetrockneten

körnigen Tonmaterials (78) in den Aufnahme-raum (30); Bewegen der Formhälften (22, 24) in die Pressposition, wobei das Tonmaterial (78) verdichtet wird; Bewegen des zumindest einen Druckelements (52) in die Verdichtungsposition, wobei das Tonmaterial (78) im Bereich des ersten Druckelements (52) verdichtet wird.

**Fig.5a****EP 4 234 191 A2**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Pressform zur Herstellung eines Dachziegels sowie ein Verfahren zur Herstellung eines Dachziegels. Die Herstellung von Dachziegeln erfolgt üblicherweise im Naßpressverfahren. Bei diesem Verfahren werden Ton und Lehm in der Grube abgebaut, anschließend gemischt, aufbereitet und im Sumpfhaus, für die Produktion fertig vorbereitet, gelagert. Aus der aufbereiteten Tonmischung wird zuerst durch eine Strangpresse ein endloser Tonstrang extrudiert, der nachfolgend in so genannte Batzen geschnitten wird. In einer Revolverpresse, in die jeweils für die Formung der Ober- und Unterseite des Dachziegels Gipsformen eingelegt sind, erhält der Batzen eine dem Dachziegel entsprechende Form. Nach dem Pressvorgang weist der Dachziegel bereits eine so genannte Grünfestigkeit auf, die es erlaubt, den grünen Dachziegel aus der Gipsform zu entnehmen und auf Trockenrahmen zu stapeln und so der Trocknung zuzuführen. Die Trocknung des grünen Dachziegels erfolgt über einen Zeitraum von 24 bis 60 Stunden bei einer Temperatur vorzugsweise zwischen 80°C und 120°C. Hierbei reduziert sich der Feuchtegehalt des Dachziegels in der Regel auf weniger als 4%. Soll die Oberfläche der Dachziegel engobiert oder glasiert werden, um verschiedene Farbtöne zu erzielen, dann werden die Dachziegel zuerst für die Oberflächenbeschichtung vereinzelt, danach auf Brennkassetten abgelegt und anschließend zusammen mit den Brennkassetten in die Tunnelofenwagen gestapelt. Der Brennvorgang erfolgt im Tunnelofen über einen Zeitraum von 24 bis 36 Stunden bei einer Temperatur zwischen 980°C und 1100°C. Die gebrannten Dachziegel werden anschließend aus dem Tunnelofenwagen entladen, von den Brennkassetten getrennt und der Verpackung zugeführt.

[0002] Um die Bestandteile des Tons und des Lehms bei der Rohstoffaufbereitung zu zerkleinern, zu homogenisieren und um später eine für den Extrusionsvorgang plastisch formbare Tonmischung zu erhalten, wird der Tonmischung mehrfach Wasser zugegeben. Der im Sumpfhaus gelagerte Ton weist einen Feuchtegehalt von ca. 15% bis 18% auf, der durch eine weitere Wasserzugabe kurz vor der Strangpresse auf 18% bis 20% erhöht wird.

[0003] Während des Pressvorgangs muss sichergestellt werden, dass das in der Tonmischung gebundene Wasser aus dem Ton und aus der Pressform entweichen kann. Entweicht das Wasser nicht, verbleibt es in der Tonmischung und hinterlässt im gebrannten Dachziegel Poren, die die Frost-Tau-Wechselbeständigkeit des Dachziegels reduzieren. Daher werden die Pressformen aus Gips hergestellt und mit Entwässerungsleitungen ausgestattet, so dass Wasser den Ton aufgrund der hygroskopischen Eigenschaften des Gipses entzogen wird. Die Standzeiten der Gipsformen sind gering, so dass die Gipsformen der Revolverpresse häufig ersetzt werden müssen, was zu Produktionsunterbrechungen führt. Die

separate Herstellung der Gipsformen ist zudem arbeitsintensiv und teuer.

[0004] Nachteilig ist auch, dass der Dachziegel nach dem Pressen mit ca. 18% immer noch einen hohen Feuchtegehalt besitzt. Das noch im Ton enthaltene Wasser muss dem grünen Dachziegel während der Trocknung wieder entzogen werden, um einen für den Brennvorgang zulässigen Feuchtegehalt von weniger als 2% zu erreichen. Aufgrund des starken Wasserentzugs kommt es zu einer hohen Schwindung und damit zu Trockenfehlern und Deformationen bei den Dachziegeln.

[0005] Die Trocknung der Dachziegel ist zudem mit hohen Investitionskosten behaftet, da die Anschaffungskosten eines Trockners sowie der Platzbedarf einer solchen Anlage sehr hoch sind. Des Weiteren ist die Beschickung des Trockners mit einem hohen Handling-Aufwand verbunden. Im Betrieb verursacht der Trockner aufgrund der langen Trockenzeiten und der hohen Trockentemperaturen erhebliche Energiekosten.

[0006] Um die dem Naßpressverfahren anhaftenden Nachteile zu beseitigen, schlägt die DE 195 26 849 A1 vor, Dachziegel im Trockenpressverfahren herzustellen. Dabei wird der aus der Grube kommende Ton über Beschicker, Kollergang, Walzwerke und Mischer einem Zwischenlager zugeführt. Aus diesem aufbereiteten, aufgeschlossenen, erdfeuchten Ton wird dann ein Granulat hergestellt, indem zuerst dünne Tonstränge extrudiert werden, die nach dem Austritt aus dem Extruder in kleine Formkörper zerschnitten und mit trockenem Tonstaub umhüllt werden, so dass ein feuchtes Tongranulat mit enorm großer Oberfläche entsteht, welches schnell trocknet. Auf diese Weise entsteht ein vorgetrocknetes, rieselfähiges aber noch plastisch verformbares Granulat, das in einer Presse zu einem grünen Dachziegel verpresst wird.

[0007] Aufgrund der Trocknung des Granulats weisen die grünen Dachziegel eine sehr geringe Restfeuchte auf, so dass anstelle von Gipsformen mit geringer Standzeit Stahlpressformen eingesetzt werden können. Außerdem ist keine oder nur noch eine sehr kurze Trocknung der grünen Dachziegel vor dem Brennvorgang erforderlich. Da der Wasserentzug bereits vor dem Pressvorgang erfolgt ist, findet die hauptsächliche Schwindung im Granulat und nicht, wie bei Nasspressen üblich, bei der Trocknung der grünen Dachziegel statt. Es treten daher keine Trocknungsfehler mehr auf, die sich beim Brennen der Dachziegel durch Verzug bemerkbar machen können.

[0008] Die Verwendung von Stahlformen hat sich bei der Herstellung von Dachziegeln aber nicht bewährt. Für die Erfüllung ihrer Funktion auf dem Dach weisen Dachziegel meistens Vorsprünge auf, wie beispielsweise Kopf- und Seitenfalze, Nasen zum Einhängen des Dachziegels an den Dachlatten, Versteifungsrippen oder Stapelpunkte. Um die Vorsprünge des Dachziegels zu formen, muss die Tiefe der Stahlform im Bereich der Vorsprünge deutlich größer sein als in anderen Bereichen. Diese Vertiefungen in der Form werden zwar beim Füllen

der Pressform mit Tonmaterial, beispielsweise Tongranulat, ausgefüllt, aber beim Pressvorgang weniger stark verdichtet. Dadurch weisen die Dachziegel im Bereich der Vorsprünge eine geringere Grünfestigkeit und eine erhöhte Porosität auf, so dass es beim Entformen und später aufgrund von Frost-Tau-Wechseleinwirkungen häufig zu einer Rissbildung oder zum Abbrechen des Vorsprungs kommen kann.

[0009] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Pressform und ein Verfahren zur Herstellung eines Dachziegels im Trockenpressverfahren bereitzustellen, die eine gleichmäßigere Verdichtung des Tonmaterials ermöglichen und somit die Festigkeit und die Beständigkeit des Dachziegels gegenüber äußeren Einflüssen verbessern.

[0010] Hauptmerkmale der Erfindung sind in den Ansprüchen 1 und 15 angegeben. Ausgestaltungen sind Gegenstand der Ansprüche 2 bis 14 sowie 16 bis 23.

[0011] Zur Lösung der Aufgabe ist bei einer Pressform zur Herstellung eines Dachziegels aus Ton, mit einer ersten Formhälfte und einer zweiten Formhälfte, wobei die Formhälften zwischen einer Pressposition, in der die Formhälften im Wesentlichen einen Aufnahmeraum begrenzen, der die Form des fertigen Dachziegels abbildet, wobei die Oberfläche der ersten und der zweiten Formhälfte jeweils eine Oberfläche des Dachziegels abbildet und einer Füllposition, in der die Formhälften voneinander beabstandet sind und ein plastisch verformbares Tonmaterial in die erste und/oder die zweite Formhälfte eingefüllt werden kann, relativ zueinander bewegbar sind, vorgesehen, dass die erste und/oder die zweite Formhälfte mindestens eine Vertiefung aufweist, die einen Vorsprung des fertigen Dachziegels abbildet, wobei in und/oder an der Vertiefung ein erstes Druckelement vorgesehen ist, das zwischen einer Ausgangsposition, in der das erste Druckelement bezüglich der Form des fertigen Dachziegels zurückversetzt ist, und einer Verdichtungsposition, in der das erste Druckelement abschnittsweise die Oberfläche der Form des Dachziegels abbildet, bewegbar ausgebildet ist.

[0012] Das erste Druckelement kann nach dem Schließen der Pressform bzw. dem Bewegen der Formhälften in die Pressposition in die Verdichtungsposition bewegt werden. Dadurch erfolgt durch das erste Druckelement eine Nachverdichtung des Tonmaterials in den Bereichen, in denen durch das Verschieben der Formhälften keine ausreichende Verdichtung erfolgt, beispielsweise in Vertiefungen, die Rippen oder Vorsprünge des fertigen Dachziegels abbilden. Dadurch kann die Festigkeit des Dachziegels in diesen Bereichen erhöht werden, so dass der Dachziegel eine höhere Festigkeit und Beständigkeit gegen äußere Einflüsse aufweist.

[0013] Beim Verdichten drückt sich das Druckelement in die Oberfläche des Dachziegels ein, wodurch die Oberfläche des Dachziegels in den nachverdichteten Bereichen mit einer Prägung versehen wird. Die Prägung verleiht dem Dachziegel ein charakteristisches Äußeres und bleibt auch nach dem Brennvorgang erhalten. Je

nach Anzahl, Größe und Anordnung der verwendeten Druckelemente entstehen daher auf der Oberfläche des Dachziegels unterschiedliche Pragemuster.

[0014] Das erste Druckelement kann nach dem Pressvorgang zurück in die Ausgangsposition bewegt werden, wodurch sich der gepresste Dachziegel im Bereich der Vertiefungen von der jeweiligen Formhälfte lösen kann und eine Entformung vereinfacht wird. Die Gefahr von Beschädigungen des gepressten Dachziegels bei der Entnahme aus der Pressform durch ein Anhaften des Dachziegels an einer Formhälfte kann so reduziert werden.

[0015] Beispielsweise ist an gegenüberliegenden Flächen der Vertiefung jeweils zumindest ein erstes Druckelement vorgesehen. Die ersten Druckelemente können bezüglich einer Symmetrieebene der Vertiefung spiegelbildlich angeordnet sein, so dass der Vorsprung beidseitig verdichtet wird. Insbesondere können die gegenüberliegenden Druckelemente miteinander gekoppelt sein, um sicherzustellen, dass der Vorsprung beidseitig gleich hoch verdichtet wird.

[0016] Das erste Druckelement kann beispielsweise am Fuß der Vertiefung vorgesehen sein, also im Übergang der Vertiefung zur Oberfläche der Formhälfte. Somit erfolgt in den stark belasteten Bereichen des Fußes eines Vorsprungs eine Verdichtung des Tonmaterials, wodurch die Stabilität des Dachziegels erhöht wird.

[0017] An der Oberfläche der ersten und/oder der zweiten Formhälfte kann zumindest ein zweites Druckelement vorgesehen sein, das zwischen einer Ausgangsposition, in der das Druckelement bezüglich der Form des fertigen Dachziegels vorsteht oder zurückversetzt ist, und einer Verdichtungsposition, in der das Druckelement abschnittsweise die Oberfläche der Form des Dachziegels abbildet, bewegbar ausgebildet ist. Durch dieses zweite Druckelement ist beispielsweise eine Nachverdichtung des Tonmaterials außerhalb der Vertiefungen möglich.

[0018] Das zweite Druckelement kann mit einem in der Vertiefung vorgesehenen ersten Druckelement gekoppelt ist, wobei die Koppelung derart ausgebildet ist, dass bei einer Bewegung des zweiten Druckelements von einer vorstehenden Position in die Verdichtungsposition das korrespondierende erste Druckelement von der zurückversetzten Position in die Verdichtungsposition gedrängt wird. In dieser Ausführungsform erfolgt im Bereich des zweiten Druckelements keine Nachverdichtung, sondern das zweite Druckelement wird verwendet, um das erste Druckelement in die Verdichtungsposition zu bewegen. Dabei kann das zweite Druckelement als Steuerungselement verwendet werden. Vorzugsweise sind das erste und das zweite Druckelement aber mechanisch gekoppelt, so dass durch den auf das zweite Druckelement wirkenden Druck ein Bewegen des ersten Druckelements in die Verdichtungsposition erfolgt.

[0019] Die Koppelung von ersten und zweiten Druckelementen ermöglicht eine einfachere Steuerung der Bewegung der ersten und der zweiten Druckelemente zwi-

schen der jeweiligen Ausgangsposition und der jeweiligen Verdichtungsposition. Durch das Verschieben der Formhälften in die Pressposition wird durch das Tonmaterial Druck auf das zweite Druckelement ausgeübt, durch den das zweite Druckelement in die Verdichtungsposition bewegt wird. Durch die Bewegung des zweiten Druckelements in die Verdichtungsposition wird auch das mit dem zweiten Druckelement gekoppelte erste Druckelement in die Verdichtungsposition bewegt, so dass keine separate Ansteuerung für das erste Druckelement erforderlich ist.

[0020] Des Weiteren ist einfache Entformung des Dachziegels aus der Form möglich. Beispielsweise steht das zweite Druckelement in der Ausgangsposition über die Form des fertigen Dachziegels vor und wird durch den beim Bewegen der Formhälften in die Pressposition ansteigenden Druck in die Verdichtungsposition bewegt. Durch die Koppelung des ersten und des zweiten Druckelements wird das erste Druckelement in die Verdichtungsposition bewegt. Beim Öffnen der Form, also einer Bewegung der Formhälften in die Füllposition, wird der Druck auf die zweiten Druckelemente reduziert, so dass sich diese zurück in die vorstehende Position bewegen können, wodurch der gepresste Dachziegel angehoben und von der Oberfläche der Form gelöst wird. Das mit dem zweiten Druckelement gekoppelte erste Druckelement wird gleichzeitig zurück in die bezüglich der Form des Dachziegels zurückversetzte Ausgangsposition bewegt, wodurch sich der Dachziegel auch im Bereich der Vertiefung von der jeweiligen Formhälfte lösen kann. Insgesamt haftet der Dachziegel anschließend nicht oder nur noch geringfügig an der jeweiligen Formhälfte, so dass die Gefahr von Beschädigungen bei der Entnahme des Dachziegels reduziert werden kann.

[0021] Vorzugsweise sind mehrere erste Druckelemente und/oder mehrere zweite Druckelemente vorgesehen, wobei die ersten Druckelemente und/oder die zweiten Druckelemente untereinander und/oder miteinander gekoppelt sind. Eine ausreichende Verdichtung des Tonmaterials kann mit einem Druckelement erzielt werden. Werden mehrere, vorzugsweise kleinflächige Druckelemente verwendet, kann die Verdichtung besser gesteuert werden, bzw. der Pressvorgang derart gesteuert werden, dass die Verdichtung jeweils in definierten Bereich mit einem definierten Druck auf das Tonmaterial erfolgt.

[0022] In einer bevorzugten Ausführungsform ist das erste und/oder das zweite Druckelement ein Druckkissen, das einen mit einem, insbesondere inkompressiblen, Druckmedium füllbaren, volumenveränderbaren Druckraum aufweist, wobei eine Druckleitung zum Zu- und/oder Abführen des Druckmediums vorgesehen ist. Ein Druckkissen lässt sich über den Druck bzw. das Volumen des eingefüllten Druckmediums sehr gut steuern. Zudem sind solche Druckkissen wartungsarm. Insbesondere bei Druckkissen hat die Verwendung von mehreren kleinflächigen Druckelementen den Vorteil, dass eine bessere Steuerung der Verdichtung bzw. eine gezielte

Verdichtung in definierten Bereichen der Oberfläche des Dachziegels möglich ist. Zudem kann der Verschleiß der Druckkissen reduziert werden, da die Druckkissen so dimensioniert und angeordnet werden können, dass die Druckkissen keine oder nur wenige Biegestellen aufweisen.

[0023] Die Verwendung der Druckkissen ermöglicht zudem eine einfache Koppelung erster und/oder zweiter Druckkissen. Beispielsweise sind die Druckleitungen von zumindest eines ersten und/oder zumindest eines zweiten Druckkissens miteinander verbunden. Die Druckkissen können durch die Druckleitungen nach dem Prinzip der kommunizierenden Röhren miteinander verbunden sein. Dadurch erfolgt zwischen den einzelnen Druckkissen ein Druckausgleich, so dass in den Druckkissen annähernd der gleiche Druck herrscht, wodurch die Verdichtung im Bereich der verschiedenen Kissen mit dem gleichen Druck erfolgt.

[0024] Beispielsweise bilden die Druckkissen ein geschlossenes System, in dem das Druckmedium mit einem geringen Überdruck von ca. 5 Pa bis 7 Pa eingebracht ist. Wird auf ein Druckkissen ein höherer Druck ausgeübt, erfolgt ein Druckausgleich innerhalb des geschlossenen Systems, wodurch das Druckkissen beispielsweise eingedrückt und ein anderes Druckkissen, auf dem ein geringerer Druck wirkt, angehoben wird. Beispielsweise ist jeweils ein als Druckkissen ausgebildetes erstes Druckelement mit einem als Druckkissen ausgebildeten zweiten Druckkissen gekoppelt. Da das zweite Druckelement an der Oberfläche der Formhälfte angeordnet ist, wird auf dieses beim Schließen der Pressform ein hoher Druck ausgeübt, so dass dieses Druckkissen geringfügig eingedrückt wird, bis sich dieses in die Verdichtungsposition befindet. Auf das erste Druckelement wirkt, da dieses in der Vertiefung angeordnet ist, ein geringerer Druck. Durch die Koppelung mit dem ersten Druckkissen strömt das Druckmedium in das erste Druckkissen, so dass dieses angehoben und ebenfalls in die Verdichtungsposition bewegt wird. Mit einem geschlossenen System ist also eine Verdichtung des Tonmaterials in den Vertiefungen ohne eine zusätzliche Steuerung für die Druckelemente möglich.

[0025] Ein weiterer Vorteil einer solchen Koppelung von ersten und zweiten als Druckkissen ausgebildeten Druckelementen liegt in einer einfachen Entformung des Dachziegels aus der Form. Wird nach dem Pressvorgang der Druck reduziert, indem die Formhälften voneinander entfernt werden, nimmt der Druck auf die zweiten Druckelemente ab. Das Druckmedium strömt aus den ersten Druckelementen zurück in die zweiten Druckelemente. Die ersten Druckelemente bewegen sich zurück in die Füllposition, wodurch sich der gepresste Dachziegel im Bereich der Vertiefungen von der jeweiligen Formhälfte lösen kann. Das in die zweiten Druckelemente strömende Druckmedium bewirkt ein Aufwölben der zweiten Druckelemente, so dass der Dachziegel angehoben und von der Oberfläche der Formhälfte gelöst wird.

[0026] Alternativ oder ergänzend kann eine Drucker-

zeugungseinrichtung zur Bereitstellung des Druckmediums vorgesehen ist, wobei zumindest eine Druckleitung an der Druckerzeugungseinrichtung angeschlossen ist. Beispielsweise können die Druckelemente einzeln an der Druckerzeugungseinrichtung angeschlossen sein, um diese einzeln ansteuern zu können. In einer alternativen Ausführungsform können aber auch mehrere Druckelemente, die untereinander gekoppelt bzw. verbunden sind, gemeinsam an der Druckerzeugungseinrichtung angeschlossen sein.

[0027] Die Oberfläche der ersten und/oder der zweiten Formhälfte kann eine flexible Beschichtung aufweisen. Das Druckelement kann insbesondere unter der Beschichtung angeordnet und/oder zumindest abschnittsweise durch die Beschichtung gebildet sein. Die Beschichtung kann durch eine Membran oder eine Folie gebildet sein und eine Oberfläche aufweisen, die ein Anhaften des Tonmaterial verhindert oder zumindest reduziert, so dass das Entnehmen des gepressten Dachziegels aus der Form erleichtert ist. Zudem kann durch die Membran eine Oberfläche des Dachziegels ohne Stufen oder Absätze hergestellt werden. Es ist auch möglich, dass nur an der Formhälfte, die Druckelemente aufweist, eine Membran bzw. eine Beschichtung vorgesehen ist.

[0028] Die Formhälften können einen Grundkörper aus Metall, insbesondere Werkzeugstahl, aufweisen.

[0029] In einer bevorzugten Ausführungsform ist eine Führung für die erste und/oder die zweite Formhälfte vorgesehen, wobei die Führung gemeinsam mit den Formhälften den Aufnahmeraum in der Füllposition und in der Pressposition vollständig begrenzt. Dadurch kann während und nach dem Füllvorgang ein Austreten des Tonmaterials aus dem Aufnahmeraum verhindert werden. Beispielsweise kann das Tonmaterial mit Überdruck in die Pressform eingebracht werden, so dass bereits beim Einfüllen des Tonmaterials eine Vorverdichtung erfolgen kann.

[0030] Um im Tonmaterial bzw. in der Form enthaltene Luft einweichen zu lassen, kann die Pressform Entlüftungsöffnungen aufweisen. Beispielsweise sind die Entlüftungsöffnungen zwischen den Formhälften und der Führung vorgesehen.

[0031] Optional kann eine Füllvorrichtung zum Einbringen eines, insbesondere vorgetrockneten, Tonmaterials vorgesehen sein, wobei die Füllvorrichtung eine Überdruck-Einspritzeinrichtung aufweist.

[0032] Die Aufgabe wird des Weiteren gelöst durch ein Verfahren zur Herstellung eines Dachziegels aus Ton, wobei die Formhälften zwischen einer Pressposition, in der die Formhälften im Wesentlichen einen Aufnahmeraum begrenzen, der die Form des fertigen Dachziegels abbildet, wobei die Oberfläche der ersten und der zweiten Formhälfte jeweils eine Oberfläche des Dachziegels abbildet und einer Füllposition, in der die Formhälften voneinander beabstandet sind und ein plastisch verformbares Tonmaterial in die erste und/oder die zweite Formhälfte eingefüllt werden kann, relativ zueinander bewegbar sind, dadurch gekennzeichnet, dass die erste

und/oder die zweite Formhälfte mindestens eine Vertiefung aufweist, die einen Vorsprung des fertigen Dachziegels abbildet, wobei in und/oder an der Vertiefung ein Druckelement vorgesehen ist, das zwischen einer Ausgangsposition, in der das Druckelement bezüglich der Form des fertigen Dachziegels zurückversetzt ist, und einer Verdichtungsposition, in der das Druckelement abschnittsweise die Oberfläche der Form des Dachziegels abbildet, bewegbar ausgebildet ist. Das Verfahren weist die folgenden Schritte auf:

- Bereitstellen der Pressform, wobei sich die Formhälften in der Füllposition und das zumindest eine erste Druckelement in der Ausgangsposition befinden,
- Einfüllen eines vorgetrockneten, körnigen Tonmaterials in den Aufnahmeraum,
- Bewegen der Formhälften in die Pressposition, wobei das Tonmaterial verdichtet wird,
- anschließendes Bewegen des zumindest einen Druckelements in die Verdichtungsposition, wobei das Tonmaterial im Bereich des Druckelements verdichtet wird.

[0033] Nach Beendigung des Pressvorgangs wird vorzugsweise das erste Druckelement in die Ausgangsposition bewegt. Anschließend werden die Formhälften in die Füllposition bewegt und der Dachziegel wird aus der Pressform entnommen.

[0034] Vorzugsweise ist eine Führung für die erste und/oder die zweite Formhälfte vorgesehen, wobei die Führung gemeinsam mit den Formhälften den Aufnahmeraum in der Füllposition und in der Pressposition vollständig begrenzt. Die Führung kann mehrere Führungsteile aufweisen und vor dem Bewegen der Formhälften in die Füllposition in eine Entformungsposition bewegt werden. Ton weist im Trockenpressverfahren eine relativ große Rückdehnung des gepressten Tonmaterials auf. Die Rückdehnung liegt bei ca. 0,7 - 1,0 %. Wird die Pressform zur Entnahme des gepressten Dachziegels innerhalb der den Aufnahmeraum seitlich begrenzenden Führung geöffnet, dehnt sich der gepresste Dachziegel aus und verklemmt sich innerhalb der Führung, wodurch der gepresste Dachziegel beschädigt werden kann oder schwerer aus der Pressform zu entnehmen ist. Um derartige Probleme zu vermeiden, wird die Führung seitlich, also parallel zur Erstreckungsrichtung der Formhälften, in eine, von den Formhälften beabstandete, Entnahmeposition bewegt, in der der gepresste Dachziegel auch bei einer Rückdehnung des Tonmaterials nicht an der Führung anliegen kann, so dass sich der Dachziegel in der Erstreckungsrichtung im Wesentlichen parallel zur Oberfläche der Formhälften ausdehnen kann.

[0035] An der Oberfläche der ersten und/oder der zweiten Formhälfte kann zumindest ein zweites Druckelement vorgesehen sein, das zwischen einer Ausgangsposition, in der das zweite Druckelement bezüglich der Form des fertigen Dachziegels vorsteht oder zurück-

versetzt ist, und einer Verdichtungsposition, in der das zweite Druckelement abschnittsweise die Oberfläche der Form des Dachziegels abbildet, bewegbar ausgebildet ist, wobei das zweite Druckelement während oder nach dem Bewegen der Formhälften in die Pressposition in die Verdichtungsposition bzw. nach Beendigung des Pressvorgangs zurück in die Ausgangsposition bewegt wird.

[0036] Das zweite Druckelement ist vorzugsweise mit einem in der Vertiefung vorgesehenen ersten Druckelement gekoppelt. Das erste Druckelement wird durch die Bewegung des zweiten Druckelements von der vorstehenden Position in die Verdichtungsposition von der zurückversetzten Position in die Verdichtungsposition gedrängt.

[0037] Das erste und/oder das zweite Druckelement können ein Druckkissen sein, das einen mit einem, insbesondere inkompressiblen Druckmedium füllbaren, volumenveränderbaren Druckraum aufweist, wobei eine Druckleitung zum zu und/oder Abführen des Druckmediums vorgesehen ist, wobei das Bewegen der Druckelemente jeweils durch Einströmen oder Ausströmen des Druckmediums in den Druckraum erfolgt.

[0038] Die Pressform kann eine Füllvorrichtung zum Einbringen eines insbesondere vorgetrockneten Tonmaterials aufweisen, wobei die Füllvorrichtung eine Überdruck-Einspritzeinrichtung aufweist und die Füllvorrichtung das Tonmaterial mit Überdruck in den Aufnahme- raum einspritzt, wobei das Tonmaterial vorverdichtet wird.

[0039] Nach dem Einfüllen des Tonmaterials können die Formhälften in eine Entlüftungsposition zwischen der Füllposition und der Pressposition bewegt werden, in der im Aufnahme- raum enthaltene Luft aus dem Aufnahme- raum entweicht.

[0040] Das Tonmaterial wird vorzugsweise in einer im Wesentlichen parallel zur Oberfläche der ersten und/oder der zweiten Formhälfte verlaufenden Richtung eingespritzt.

[0041] Das Tonmaterial wird vorzugsweise mit folgenden Schritten hergestellt:

- Bereitstellen des feuchten, nicht aufbereiteten Tons,
- Trocknen des Tons bis auf einen definierten Feuchtigkeitsgehalt,
- Zermahlen des getrockneten Tons zu einem gebrochenen Korn in einer Mühle, und
- Aussondern eines Unterkorns, dessen Korngröße unterhalb eines definierten Körnungsbandes liegt, und Aussondern eines Überkorns, dessen Korngröße oberhalb eines definierten Körnungsbandes liegt.

[0042] Grundsätzlich findet bei einem Trockenpressverfahren die mit dem Wasserentzug verbundene Schwindung bereits im Rohstoff vor dem Einbringen in die Pressform statt. Aufgrund der zu Anfang erfolgten Trocknung des Tons weist das Tonmaterial nur einen geringen Feuchtegehalt auf, durch den es aber noch

plastisch verformbar ist. Auf diese Weise kann das Tonmaterial ohne weitere Zugabe von Wasser direkt in die Pressform eingefüllt und dort zu einem Dachziegel verpresst werden. Bei dem aus dem Stand der Technik bekannten Verfahren wird der von der Halde kommende Ton aber zuerst zu einem Granulat verarbeitet, das anschließend trocknet. Dieser Schritt entfällt bei dem erfindungsgemäßen Verfahren. Der von der Halde kommende Ton wird ohne weitere Aufbereitung durch Wärmezufuhr getrocknet, so dass er anschließend zu einem Tonmaterial aus gebrochenem Korn zermahlen werden kann.

[0043] Das dabei entstandene Tonmaterial aus gebrochenem Korn hat im Vergleich zu einem Aufbau- oder Sprüh-Granulat ein besseres Formfüllungsvermögen. Zwischen den einzelnen Bruchkörnern verbleiben große Spalte, die erst während des Pressvorgangs beim Ineinanderschieben der Bruchkörner verringert werden. Das gebrochene Korn bildet zwischen den einzelnen Bruchkörnern weniger Spalte auf, die beim Pressvorgang durch das Ineinanderschieben der Bruchkörner verkleinert werden. Vergleicht man bei einem erfindungsgemäß hergestellten Dachziegel und einem aus Aufbau- oder Sprüh-Granulat hergestellten Dachziegel das Gefüge unter dem Elektronenmikroskop, dann wird sichtbar, dass beim gebrochenen Korn nach dem Verdichten weniger, aber größere Poren verbleiben, als bei einem Aufbau- oder Sprüh-Granulat. Außerdem unterscheidet sich die Struktur. Aufgrund der kantigeren Oberflächenstruktur des gebrochenen Korns kommt es beim Pressvorgang zudem zu einer Verhakung bzw. Verkeilung der Körner, was zu einer erhöhten Grünfestigkeit und einer besseren Sinterung des Dachziegels führt.

[0044] Gemäß einer Weiterentwicklung betrifft die Erfindung eine Pressform zur Herstellung eines Dachziegels aus Ton, mit einer ersten Formhälfte und einer zweiten Formhälfte, wobei die Formhälften zwischen einer Pressposition, in der die Formhälften im Wesentlichen einen Aufnahme- raum begrenzen, der die Form des fertigen Dachziegels abbildet, wobei die Oberfläche der ersten Formhälfte und die Oberfläche der zweiten Formhälfte jeweils eine Oberfläche des Dachziegels abbildet und einer Füllposition, in der die Formhälften voneinander beabstandet sind und ein plastisch verformbares Tonmaterial in die erste und/oder die zweite Formhälfte eingefüllt werden kann, relativ zueinander bewegbar sind, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Formhälfte und/oder die zweite Formhälfte mindestens eine Vertiefung aufweist, die einen Vorsprung des fertigen Dachziegels abbildet, wobei in und/oder an der Vertiefung ein erstes Druckelement vorgesehen ist, das zwischen einer Ausgangsposition, in der das erste Druckelement bezüglich der Form des fertigen Dachziegels zurückversetzt ist, und einer Verdichtungsposition, in der das erste Druckelement abschnittsweise die Oberfläche des Dachziegels abbildet, bewegbar ausgebildet ist.

[0045] Gemäß einer Weiterentwicklung betrifft die Erfindung eine Pressform wobei an gegenüberliegenden

Flächen der Vertiefung jeweils zumindest ein erstes Druckelement vorgesehen ist, wobei die gegenüberliegenden ersten Druckelemente insbesondere miteinander gekoppelt sind.

[0046] Gemäß einer Weiterentwicklung betrifft die Erfindung eine Pressform wobei das erste Druckelement am Fuß der Vertiefung vorgesehen ist.

[0047] Gemäß einer Weiterentwicklung betrifft die Erfindung eine Pressform wobei an der Oberfläche der ersten und/oder der zweiten Formhälfte zumindest ein zweites Druckelement vorgesehen ist, das zwischen einer Ausgangsposition, in der das zweite Druckelement bezüglich der Form des fertigen Dachziegels vorsteht oder zurückversetzt ist, und einer Verdichtungsposition, in der das zweite Druckelement abschnittsweise die Oberfläche des Dachziegels abbildet, bewegbar ausgebildet ist.

[0048] Gemäß einer Weiterentwicklung betrifft die Erfindung eine Pressform wobei das zweite Druckelement mit einem in der Vertiefung vorgesehenen ersten Druckelement gekoppelt ist, wobei die Koppelung derart ausgebildet ist, dass bei einer Bewegung des zweiten Druckelements von einer vorstehenden Position in die Verdichtungsposition das gekoppelte erste Druckelement von der zurückversetzten Position in die Verdichtungsposition gedrängt wird.

[0049] Gemäß einer Weiterentwicklung betrifft die Erfindung eine Pressform wobei mehrere erste Druckelemente und/oder mehrere zweite Druckelemente vorgesehen sind, wobei die ersten Druckelemente und/oder die zweiten Druckelemente untereinander und/oder miteinander gekoppelt sind.

[0050] Gemäß einer Weiterentwicklung betrifft die Erfindung eine Pressform wobei das erste Druckelement und/oder das zweite Druckelement ein Druckkissen ist, das einen mit einem, insbesondere inkompressiblen Druckmedium füllbaren, volumenveränderbaren Druckraum aufweist, wobei eine Druckleitung zum Zu- und/oder Abführen des Druckmediums vorgesehen ist.

[0051] Gemäß einer Weiterentwicklung betrifft die Erfindung eine Pressform wobei die Druckleitungen zumindest eines ersten Druckelements und/oder zumindest eines zweiten Druckelements miteinander verbunden sind.

[0052] Gemäß einer Weiterentwicklung betrifft die Erfindung eine Pressform wobei eine Druckerzeugungseinrichtung zur Bereitstellung des Druckmediums vorgesehen ist, wobei zumindest eine Druckleitung an der Druckerzeugungseinrichtung angeschlossen ist.

[0053] Gemäß einer Weiterentwicklung betrifft die Erfindung eine Pressform wobei die Oberfläche der ersten und/oder der zweiten Formhälfte eine flexible Beschichtung aufweist, wobei das erste und/oder das zweite Druckelement insbesondere unter der Beschichtung angeordnet sind und/oder zumindest abschnittsweise durch die Beschichtung gebildet ist.

[0054] Gemäß einer Weiterentwicklung betrifft die Erfindung eine Pressform wobei die Formhälften einen Grundkörper aus Metall, insbesondere Werkzeugstahl, aufweisen.

[0055] Gemäß einer Weiterentwicklung betrifft die Erfindung eine Pressform wobei eine Führung für die erste und/oder die zweite Formhälfte vorgesehen ist, wobei die Führung gemeinsam mit den Formhälften den Aufnahme- und/oder den Pressraum (30) in der Füllposition und in der Pressposition vollständig begrenzt.

[0056] Gemäß einer Weiterentwicklung betrifft die Erfindung eine Pressform wobei die Pressform Entlüftungsöffnungen aufweist.

[0057] Gemäß einer Weiterentwicklung betrifft die Erfindung eine Pressform wobei eine Füllvorrichtung zum Einbringen eines insbesondere vorgetrockneten Tonmaterials vorgesehen ist, wobei die Füllvorrichtung eine Überdruck-Einspritzeinrichtung aufweist.

[0058] Weitere Merkmale, Einzelheiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus dem Wortlaut der Ansprüche sowie aus der folgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen anhand der Zeichnungen. Es zeigen:

Fig. 1 eine Ansicht eines Dachziegels, der mit einem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellt ist,

Fig. 1a eine perspektivische Darstellung des Prägemusters auf der Unterseite 14 des Dachziegels,

Fig. 2 Eine Schnittansicht des Dachziegels aus Fig. 1,

Fig. 3 eine Pressform zur Herstellung des Dachziegels aus Fig. 1 in einer Füllposition,

Fig. 4 die Pressform aus Fig. 3 in geschlossener Pressposition,

Fig. 5a - 5e Verfahrensschritte eines Verfahrens zur Herstellung des Dachziegels aus Fig. 1, und

Fig. 6 eine schematische Darstellung einer Anlage zur Herstellung des Tonmaterials des Dachziegels aus Fig. 1.

[0059] In den Figuren 1 und 2 ist ein Dachziegel 10 aus Ton gezeigt. Figur 1 zeigt eine Ansicht der Unterseite 14 des Dachziegels 10, Figur 2 zeigt eine Schnittansicht entlang der Achse A-A aus Figur 1. Der Dachziegel 10 weist eine Oberseite 12 und eine Unterseite 14 auf, wobei in der hier gezeigten Ausführungsform die Oberseite 12 die Sichtseite des Dachziegels 10 bildet. An der Oberseite 12 des Dachziegels 10 sind mehrere Vorsprünge 16 ausgebildet. An der Unterseite 14 sind mehrere Vorsprünge 18 ausgebildet. Die Vorsprünge 18 bilden beispielsweise Kopf- oder Seitenfalze, Nasen zum Einhängen des Dachziegels an den Dachlatten, Versteifungsrippen oder Stapelpunkte. Abhängig von der Art der

Vorsprünge können sich diese abschnittsweise über die Unterseite 14 des Dachziegels erstrecken (siehe auch Figur 1).

[0060] Der Dachziegel 10 wird mit der in den Figuren 3 und 4 gezeigten Pressform 20 hergestellt. Vorzugsweise wird ein Trockenpressverfahren verwendet, bei dem, wie nachfolgend erläutert wird, ein vorgetrocknetes Tonmaterial, beispielsweise ein vorgetrocknetes Tongranulat oder ein vorgetrocknetes gebrochenes Korn, verwendet wird.

[0061] Die Pressform 20 hat eine erste, obere Formhälfte 22 sowie eine untere, zweite Formhälfte 24. Die erste Formhälfte 22 bildet im Wesentlichen die Oberseite 12 des Dachziegels 10 ab. Die zweite Formhälfte 24 bildet im Wesentlichen die Unterseite 14 des Dachziegels 10 ab. Des Weiteren ist eine Führung 26 mit mehreren Führungselementen 28 vorgesehen, die gemeinsam mit den Formhälften 22, 24 einen Aufnahmeraum 30 vollständig umschließen. Zwischen den Formhälften 22, 24 und der Führung 26 sind lediglich Entlüftungsöffnungen 32 vorgesehen, durch die vor und während des Pressvorganges Luft aus dem Aufnahmeraum 30 entweichen kann.

[0062] An der Oberfläche 34 der ersten Formhälfte 22 sind mehrere Vertiefungen 36 vorgesehen, die die Vorsprünge 16 auf der Oberseite 12 des Dachziegels 10 abbilden. An der Oberfläche 38 der zweiten Formhälfte 24 sind mehrere Vertiefungen 40 vorgesehen, die wie nachfolgend erläutert wird, in der Pressposition der Pressform 20 die Vorsprünge 18 des Dachziegels 10 abbilden.

[0063] In Figur 3 ist die Pressform 20 in einer Füllposition gezeigt, in der die Formhälften 22, 24 voneinander beabstandet sind und ein Tonmaterial in den Aufnahmeraum eingefüllt werden kann. Zum Befüllen der Pressform 20 ist eine Füllvorrichtung 42 vorgesehen, die das Tonmaterial mittels Druckluft mit Überdruck in den Aufnahmeraum 30 einspritzen kann. Das Einspritzen erfolgt in einer Einspritzrichtung E im Wesentlichen parallel zur Oberfläche 34, 38 der ersten bzw. der zweiten Formhälfte 22, 24.

[0064] Von der in Figur 3 gezeigten Füllposition können die Formhälften 22, 24 in einer Pressrichtung P aufeinander zu in die in Figur 3 gezeigte Pressposition bewegt werden, in der der Aufnahmeraum 30 im Wesentlichen die Form des Dachziegels 10 abbildet. Eine der Formhälften 22, 24 kann ortsfest fixiert sein, so dass nur die jeweils andere Formhälfte 24, 22 bewegt wird. Es ist aber auch möglich, dass beide Formhälften 22, 24 bewegt werden können und beim Pressvorgang des Dachziegels 10 aufeinander zu bewegt werden.

[0065] Die Führungselemente 28 sind in einer im Wesentlichen senkrecht zur Pressrichtung P verlaufenden Entnahmerichtung R in eine Entnahmeposition bewegbar, in der die Führungselemente 28 von den Formhälften 22, 24 beabstandet sind.

[0066] Die Formhälften 22, 24 weisen jeweils einen Grundkörper 44, 46 aus Stahl, vorzugsweise aus Werk-

zeugstahl, auf. Des Weiteren weisen die Oberflächen 34, 38 jeweils eine Beschichtung 48, 50 auf, die in der hier gezeigten Ausführungsform jeweils aus einer PU-Schicht gebildet ist. Durch die Beschichtung 48, 50 wird die Anhaftung des eingefüllten Tonmaterials an den Oberflächen 34, 38 der Formhälften 22, 24 reduziert.

[0067] An bzw. in der Vertiefung 40 ist ein erstes Druckelement 52 vorgesehen, das durch ein Druckkissen gebildet ist, das einen mit einem inkompressiblen Druckmedium 56 gefüllten Druckraum 58 aufweist. Das erste Druckelement 52 weist eine Druckleitung 60 auf, durch die das Druckmedium 56, beispielsweise Öl, in den Druckraum 58 einströmen bzw. aus diesem ausströmen kann. Das erste Druckelement 52 ist am Fuß der Vertiefungen 40, also am Übergang zur der ersten Formhälfte 22 zugewandten Oberfläche 38 der zweiten Formhälfte 24 vorgesehen.

[0068] An der Oberfläche 38 der zweiten Formhälfte 24 ist des Weiteren ein zweites Druckelement 62 vorgesehen, dessen Aufbau im Wesentlichen dem Aufbau des ersten Druckelements 52 entspricht. Das zweite Druckelement 62 weist einen Druckraum 64 sowie eine Druckleitung 66 auf, die mit dem Druckmedium 56 gefüllt sind.

[0069] Die Druckleitung 66 des zweiten Druckelements 62 ist mit der Druckleitung 58 des ersten Druckelements 52 verbunden, so dass das Druckmedium 56 zwischen dem ersten und dem zweiten Druckelement 52, 62 strömen kann. Des Weiteren sind die Druckleitungen 60, 66 an eine Druckerzeugungseinrichtung 68 angeschlossen, die das Druckmedium 56 bereitstellen und/oder den Druck in den Druckleitungen 60, 66 bzw. den Druckelementen 52, 62 einstellen kann. Vorzugsweise weist das Druckmedium 56 einen Überdruck von ca. 5 Pa bis 7 Pa auf.

[0070] Die Druckelemente 52, 62 sind jeweils durch eine Aussparung 70, 72 im Grundkörper 46 der zweiten Formhälfte 24 sowie die als Membran ausgebildete Beschichtung 50 gebildet.

[0071] In der in Figur 3 gezeigten Füllposition ist das zweite Druckelement 62 in einer Ausgangsposition in Richtung des Aufnahmeraums 30 gewölbt, steht also über die Form des fertigen Dachziegels 10 (siehe gestrichelte Linie) vor. Das erste Druckelement 52 ist in der Füllposition in einer Ausgangsposition gegenüber der Form des fertigen Dachziegels 10 zurückversetzt.

[0072] Das erste und das zweite Druckelement 52, 62 sind durch die Druckleitungen 60, 66 derart miteinander gekoppelt, dass das erste Druckelement 52 durch ein Bewegen des zweiten Druckelements 62 in eine Verdichtungsposition, in der das zweite Druckelement 62 abschnittsweise die Form des fertigen Dachziegels abbildet, durch das aus dem zweiten Druckelement 62 ausströmende und in das erste Druckelement 52 einströmende Druckmedium 56 nach außen in eine Verdichtungsposition bewegt wird, in der das erste Druckelement 52 ebenfalls einen Abschnitt der Form des Dachziegels 10 abbildet (Siehe Figur 4).

[0073] Zur Herstellung eines Dachziegels 10 wird ein

vorgetrocknetes Tonmaterial 78, vorzugsweise aus vorgetrocknetem, gebrochenem Ton, mit der Füllvorrichtung 42 unter Druck in die Pressform 20 eingespritzt. Die Formhälften 22, 24 befinden sich jeweils in der Füllposition (Figur 5a).

[0074] Ist die gewünschte Menge des Tonmaterials 78 in die Pressform 20 eingebracht, werden die Formhälften in Pressrichtung P in die Pressposition bewegt, in der die Pressform 20 die Form des fertigen Dachziegels 10 abbildet (Figur 5b). Während des Bewegens der Formhälften 22, 24 kann im Aufnahmeraum 30 enthaltene Luft durch die Entlüftungsöffnungen 32 entweichen. Beispielsweise kann zwischen der Füllposition und der Pressposition eine Entlüftungsposition vorgesehen sein, um ein vollständiges Entweichen der Luft aus dem Aufnahmeraum 30 sicherzustellen.

[0075] Durch das Verschieben der Formhälften 22, 24 in Pressrichtung P wird auf das Tonmaterial 78 ein in Pressrichtung P wirkender Druck erzeugt, durch den das Tonmaterial 78 verdichtet wird. Der Druck wirkt auch auf das als Druckkissen ausgebildete zweite Druckelement 62, so dass dieses soweit zusammengedrückt wird, bis dieses abschnittsweise die Form des fertigen Dachziegels 10 abbildet, sich also in der Verdichtungsposition befindet (Figur 5c).

[0076] Durch die Volumenreduzierung und die Druckerhöhung des zweiten Druckelements 62 strömt das Druckmedium 56 aus dem zweiten Druckelement 62 und über die Druckleitungen 60, 66 in das erste Druckelement 52. In den Vertiefungen 40 ist der durch das Verschieben der Formhälften 22, 24 erzeugte Druck niedriger, so dass das Tonmaterial 78 weniger verdichtet und auf das erste Druckelement 52 ein geringerer Druck ausgeübt wird. Das erste Druckelement 52 kann sich dadurch ausdehnen und in die Verdichtungsposition bewegen, in der das erste Druckelement 52 abschnittsweise die Form des fertigen Dachziegels 10 abbildet.

[0077] Durch das Bewegen des ersten Druckelements 52 in die Verdichtungsposition wird auf das Tonmaterial 78 in der Vertiefung 40 ein zusätzlicher Druck ausgeübt, der im Wesentlichen quer zur Pressrichtung P bzw. senkrecht zur Fläche der Vertiefung 40 im Bereich des ersten Druckelements 52 wirkt. Durch diesen Druck wird das Tonmaterial 78 im Bereich der Vertiefung 40 zusätzlich verdichtet, so dass der Dachziegel 10 in diesem Bereich aufgrund der höheren Verdichtung eine höhere Festigkeit aufweist. Der so verdichtete Dachziegel 10 weist eine hohe Frost-Tau-Wechselbeständigkeit auf.

[0078] Zur Entnahme des gepressten Dachziegels 10 werden zunächst die Führungselemente 28 in die Entnahmeposition bewegt (Figur 5d). Das im Trockenpressverfahren verwendete Tonmaterial hat eine relativ große Rückdehnung, die auch senkrecht zur Pressrichtung P wirkt. Werden die Formhälften 22, 24 in die Füllposition bewegt, um den gepressten Dachziegel 10 zu entnehmen, kann sich der Dachziegel 10 parallel zu den Oberfläche 34, 38 der Formhälften 22, 24 ausdehnen, so dass der gepresste Dachziegel 10 an der Führung 26 klem-

men könnte. Durch das Verschieben der Führungselemente 28 in die Entnahmeposition kann sich der Dachziegel 10 ungehindert ausdehnen.

[0079] Anschließend werden die Formhälften 22, 24 entgegen der Pressrichtung P in die Füllposition bewegt. Durch das Bewegen der Formhälften 22, 24 entgegen der Pressrichtung P wird der Druck auf das Tonmaterial 78 und somit auf das zweite Druckelement 62 reduziert. Das Druckmedium 56 kann zumindest teilweise vom ersten Druckelement 52 zurück in das zweite Druckelement 62 strömen (Figur 5e).

[0080] Dadurch wird das erste Druckelement 52 zurück in die Ausgangsposition bewegt, in der das erste Druckelement 52 bezüglich der Form des gepressten Dachziegels 10 zurückversetzt ist, wodurch sich der Dachziegel 10 im Bereich der Vertiefung 40 von der zweiten Formhälfte 22 lösen kann. Des Weiteren wird der Dachziegel 10 durch das sich aufwölbende zweite Druckelement 62 zusätzlich angehoben, und löst sich so auch von der Oberfläche 38 der zweiten Formhälfte 24. Der Dachziegel 10 wird also beim Öffnen der Pressform 20 von der Oberfläche 38 der zweiten Formhälfte 24 gelöst, so dass eine einfache Entnahme des Dachziegels 10 aus der Pressform 20 möglich ist.

[0081] Durch das erste Druckelement 52 wird das Tonmaterial 78 im Bereich der Vertiefungen 40 zusätzlich verdichtet, so dass der Dachziegel 10 eine hohe Stabilität aufweist. Das zweite Druckelement 62 kann zusätzlich eine Struktur oder eine Prägung auf die Unterseite 14 des Dachziegels 10 aufbringen.

[0082] In Fig. 1a ist das Prägemuster auf der Unterseite 14 des Dachziegels 10 perspektivisch dargestellt.

[0083] Zur Nachverdichtung wurden erste und zweite Druckelemente 52, 62 verwendet, wobei die ersten Druckelemente 52 so in den Vertiefungen 40 der Formhälfte 24 angeordnet sind, dass sie die im Wesentlichen quer zur Pressrichtung P verlaufenden Flächen 170 des Dachziegels 10 nachverdichten können. Derartige Flächen 170 befinden sich beispielsweise an den Flanken der Versteifungsrippen 172 oder an Übergangsbereichen 174 zur Verfalzung des Dachziegels 10.

[0084] Die zweiten Druckelemente 52 sind dagegen in den ebenen Flächen der Pressform 20 angeordnet, so dass sie senkrecht zur Pressrichtung P liegen und die beispielsweise zwischen den Versteifungsrippen 170 liegenden ebenen Flächen 176 des Dachziegels 10 nachverdichten können.

[0085] Da sich jedes Druckelemente 52, 62 beim Verdichten in die Oberfläche des Dachziegels 10 eindrückt, entsteht auf der Oberfläche des Dachziegels 10 in jedem nachverdichteten Bereich eine einzelne Prägung 178.

[0086] In Abhängigkeit vom Dachziegelmodell kann die Anzahl, Größe, Form und Anordnung der verwendeten Druckelemente 52, 62 unterschiedlich ausfallen. Die einzelnen Prägungen 178 verleihen dem Dachziegel 10 in ihrer Gesamtheit ein charakteristisches Äußeres bzw. Prägemuster, das auch nach dem Brennvorgang erhalten bleibt.

[0087] Die Oberseite 12 des Dachziegels 10 bildet die der Witterung ausgesetzte Sichtseite. Bis auf konstruktiv erforderliche Vertiefungen oder Vorsprünge 16 wird diese daher möglichst glatt ausgebildet. Da an der Oberfläche 34 keine beweglichen Teile bzw. keine Druckelemente vorgesehen sind, kann diese Oberfläche 34 optional auch ohne Beschichtung 48 ausgebildet sein, um eine möglichst glatte Oberseite 12 des Dachziegels 10 zu erhalten.

[0088] Grundsätzlich ist es möglich, ein großes Druckkissen bzw. ein großes erstes bzw. zweites Druckelement 52, 62 zu verwenden. Erstreckt sich ein solches großes Druckkissen aber über Kanten der Oberfläche 34, 38 der jeweiligen Formhälfte 22, 24, weist das Druckkissen Biegestellen auf, die aufgrund der hohen Beanspruchung schnell verschleifen können. Zudem ist mit einem großen Kissen die Konturentreue des Dachziegels schlechter zu erzielen. Aus diesem Grund werden mehrere kleine Druckkissen verwendet, wobei die Druckleitungen der Druckkissen miteinander verbunden sein können.

[0089] Die Erzeugung des vorgetrockneten Tonmaterials 78 erfolgt beispielsweise in der in Figur 6 schematisch dargestellten Anlage 100, die gemeinsam mit der Pressform 20 Teil einer Herstellungsanlage 200 für einen Dachziegel 10 ist.

[0090] Die Anlage 100 hat eine Beschickungseinrichtung 102, beispielsweise einen Kastenbeschicker, der das von einer Halde 104 kommende, nicht aufbereitete Tonmaterial der Anlage 100 zuführt. Hinter der Beschickungseinrichtung 102 ist eine Brecheinrichtung 106 vorgesehen, die das Tonmaterial auf Tonbrocken mit einer definierten Größe zerkleinert. Die Tonbrocken weisen vorzugsweise eine Größe von maximal 60mm auf.

[0091] Hinter der der Brecheinrichtung 106 ist ein Trockner 108 vorgesehen, der die Tonbrocken trocknet. Vorzugsweise erfolgt die Trocknung derart, dass der in die Pressform 20 eingebrachte Ton eine Restfeuchtigkeit von ca. 2% - 4% aufweist. Der Trockner 108 kann ein beliebiger Trockner sein. Abhängig von der Trockenleistung des Trockners 108 können auch größere Tonbrocken getrocknet werden oder es kann auf eine Vorzerkleinerung verzichtet werden.

[0092] Hinter dem Trockner 108 ist eine Mühle 110 vorgesehen, die das vorgetrocknete Tonmaterial auf eine definierte Größe zermahlt. Die Mühle 110 ist beispielsweise eine Pendelmühle, eine Walzenschüsselmühle oder eine Rührwerkskugelmühle. In der Mühle 110 oder unmittelbar hinter der Mühle 110 ist eine Sortiervorrichtung 112 vorgesehen, in der ein Unterkorn, dessen Korngröße unterhalb eines definierten Körnungsbandes liegt, und ein Überkorn, dessen Korngröße oberhalb eines definierten Körnungsbandes liegt, aussortiert werden. Das Körnungsband hat vorzugsweise eine Korngröße zwischen 0,1 mm und 0,6 mm.

[0093] Von der Sortiervorrichtung 112 wird das gebrochene Korn in ein Silo 114 gefördert, indem eine Zwischenlagerung des Tonmaterials erfolgt. Im Silo 114 er-

folgt durch die Zwischenlagerung eine Homogenisierung des gebrochenen Tonmaterials, so dass dieses eine gleichmäßigere Struktur aufweist. Vom Silo 114 wird das Tonmaterial 78 der Pressform 20 zugeführt und zu einem Dachziegel 10 verarbeitet.

[0094] Hinter der Pressform 20 sind des Weiteren eine Glasier- und/oder Engobiereinrichtung 116 sowie ein Brennofen 118 vorgesehen.

[0095] Der feuchte, von der Halde 104 kommende, nicht aufbereitete Ton wird in der Brecheinrichtung 106 vorzerkleinert, wobei diese Vorzerkleinerung lediglich einem schnelleren und gleichmäßigeren Trockenvorgang dient. Anschließend erfolgt die Trocknung der Tonbrocken auf eine definierte Restfeuchtigkeit, die so gewählt ist, dass das Tonmaterial 78 beim Einbringen in die Pressform 20 eine Restfeuchtigkeit von ca. 2% - 4% aufweist. Wird der Ton unmittelbar zu Dachziegeln weiterverarbeitet, kann eine Trocknung auf eine Restfeuchtigkeit von ca. 2% erfolgen. Erfolgt eine Zwischenlagerung, beispielsweise in einem Silo, während der eine weitere Trocknung erfolgen kann, wird die Restfeuchtigkeit so gewählt, dass der Ton nach der Zwischenlagerung, also unmittelbar vor der Herstellung des Dachziegels, eine Restfeuchtigkeit von ca. 2% - 4% aufweist.

[0096] Anschließend werden die vorgetrockneten Tonbrocken in der Mühle 110 zerkleinert, ein Bruchkorn mit einem definierten Körnungsband aussortiert und im Silo 114 zwischengelagert. Das Unterkorn kann zu größeren Granalien pelletiert oder granuliert und dem Produktionszyklus vor dem Trockenofen 108 oder vor der Mühle 110 zugeführt werden. Das Überkorn kann direkt der Mühle 110 erneut zugeführt werden.

[0097] Es wird also kein Granulat hergestellt und anschließend getrocknet, sondern die Trocknung erfolgt vor dem Zerkleinern des Tonmaterials 78. Das gebrochene Korn hat eine unregelmäßigere Struktur, durch die sich die einzelnen Körner beim Pressvorgang besser untereinander verzahnen können. Zudem hat das gebrochene Korn ein besseres Formfüllungsvermögen. Es entstehen weniger aber größere Poren, so dass das Verdichtungsverhalten besser ist.

[0098] Die Erfindung ist nicht auf eine der vorbeschriebenen Ausführungsformen beschränkt, sondern in vielfältiger Weise abwandelbar.

[0099] Beispielsweise können mehrere erste Druckelemente 52 und/oder mehrere zweite Druckelemente 62 miteinander gekoppelt sein. Es ist aber auch möglich, dass nur jeweils ein erstes Druckelement 52 mit jeweils einem zweiten Druckelement 62 oder mehrere erste bzw. zweite Druckelement 52, 62 mit einem einzigen zweiten bzw. einem einzigen ersten Druckelement 62, 52 gekoppelt sind.

[0100] Die Druckräume 58, 64 der Druckkissen sind jeweils nach dem Prinzip der kommunizierenden Röhren miteinander verbunden, so dass ein Druckausgleich erfolgt, durch den die ersten und zweiten Druckelemente 52, 62 beim Bewegen der Formhälften 22, 24 in die Pressposition in die Verdichtungspositionen bewegt wer-

den.

[0101] Alternativ kann der Druck in den Druckelementen 52, 62 auch durch die Druckerzeugungseinrichtung 68 eingestellt werden, so dass beispielsweise auch die zweiten Druckelemente 62 in der Ausgangsposition bezüglich der Form des gepressten Dachziegels 10 zurückversetzt sein können und durch einen erhöhten Druck in die Verdichtungsposition bewegt werden. In dieser Ausführungsform kann beispielsweise im Bereich der zweiten Druckelemente 62 ebenfalls eine Nachverdichtung des Tonmaterials 78 erfolgen. Durch ein Reduzieren des Druckes in den ersten Druckelementen 52 und ein Erhöhen des Druckes in den zweiten Druckelementen 62 kann auch bei dieser Ausführungsform der Entnahmeprozess des Dachziegels 10 aus der Pressform 20 erleichtert werden.

[0102] Beispielsweise können auch nur erste Druckelemente 52 vorhanden sein, die mit einer Druckerzeugungseinrichtung 68 gekoppelt sind.

[0103] Statt der in den Figuren 3 und 4 gezeigten Druckkissen können auch andere Druckelemente 52, 62 verwendet werden, wobei die ersten und die zweiten Druckelemente 52, 62 hydraulisch oder über eine Steuerung miteinander gekoppelt sein können.

[0104] Sämtliche aus den Ansprüchen, der Beschreibung und der Zeichnung hervorgehenden Merkmale und Vorteile, einschließlich konstruktiver Einzelheiten, räumlicher Anordnungen und Verfahrensschritten, können sowohl für sich als auch in den verschiedensten Kombinationen erfindungswesentlich sein.

Bezugszeichenliste

[0105]

10	Dachziegel
12	Oberseite des Dachziegels
14	Unterseite des Dachziegels
16	Vorsprünge an der Oberseite des Dachziegels
18	Vorsprünge an der Unterseite des Dachziegels
20	Pressform
22	Formhälfte
24	Formhälfte
26	Führung
28	Führungselemente
30	Aufnahmeraum
32	Entlüftungsöffnungen
34	Oberfläche
36	Vertiefung
38	Oberfläche
40	Vertiefungen
42	Füllvorrichtung
44	Grundkörper
46	Grundkörper
48	Beschichtung
50	Beschichtung
52	Druckelement
56	Druckmedium

58	Druckraum
60	Druckleitung
62	Druckelement
62	Druckelement
5	64 Druckraum
66	Druckleitung
66	Druckleitungen
68	Druckerzeugungseinrichtung
70	Aussparung
10	72 Aussparung
74	Schutzelement
76	Schutzelement
78	Tonmaterial
100	Anlage
15	102 Beschickungseinrichtung
104	Halde
106	Brecheinrichtung
108	Trockner
110	Mühle
20	112 Sortiervorrichtung
114	Silo
116	Glasier- und/oder Engobiereinrichtung
118	Brennofen
170	quer zur Pressrichtung P verlaufenden Flächen des Dachziegels 10
25	172 Versteifungsrippen
174	Übergangsbereiche
176	senkrecht zur Pressrichtung P liegende ebenen Flächen des Dachziegels 10
30	178 Prägung
200	Herstellungsanlage
E	Einspritzrichtung
P	Pressrichtung
35	R Entnahmerichtung

Patentansprüche

- 40 1. Verfahren zur Herstellung eines Dachziegels (10) aus Ton, mit einer Pressform (20), die eine erste Formhälfte (22) und eine zweite Formhälfte (24) aufweist, wobei die Formhälften (22, 24) zwischen einer Pressposition, in der die Formhälften (22, 24) im Wesentlichen einen Aufnahmeraum (30) begrenzen, der die Form des fertigen Dachziegels (10) abbildet, wobei die Oberfläche (34) der ersten Formhälfte (22) und die Oberfläche (38) der zweiten Formhälfte (24) jeweils eine Oberfläche (12, 14) des Dachziegels (10) abbildet und einer Füllposition, in der die Formhälften (22, 24) voneinander beabstandet sind und ein plastisch verformbares Tonmaterial (78) in die erste und/oder die zweite Formhälfte eingefüllt werden kann, relativ zueinander bewegbar sind, wobei die erste Formhälfte (22) und/oder die zweite Formhälfte (24) mindestens eine Vertiefung (40) aufweist, die einen Vorsprung (18) des fertigen Dachziegels (10) abbildet, wobei in und/oder an der Vertiefung

(40) ein erstes Druckelement (52) vorgesehen ist, das zwischen einer Ausgangsposition, in der das erste Druckelement (52) bezüglich der Form des fertigen Dachziegels (10) zurückversetzt ist, und einer Verdichtungsposition, in der das erste Druckelement (52) abschnittsweise die Oberfläche (12, 14) des Dachziegels (10) abbildet, bewegbar ausgebildet ist, mit folgenden Schritten:

- Bereitstellen der Pressform (20), wobei sich die Formhälften (22, 24) in der Füllposition und das zumindest eine erste Druckelement (52) in der Ausgangsposition befinden,
 - Einfüllen eines eines vorgetrockneten körnigen Tonmaterials (78) in den Aufnahme- raum (30),
 - Bewegen der Formhälften (22, 24) in die Pressposition, wobei das Tonmaterial (78) verdichtet wird,
 - Bewegen des zumindest einen Druckelements (52) in die Verdichtungsposition, wobei das Tonmaterial (78) im Bereich des ersten Druckelements (52) verdichtet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** nach Beendigung des Pressvorgangs das erste Druckelement (52) in die Ausgangsposition bewegt wird, anschließend die Formhälften (22, 24) in die Füllposition bewegt werden und der Dachziegel (10) aus der Pressform (20) entnommen wird.
3. Verfahren nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Führung (28) für die erste und/oder die zweite Formhälfte (22, 24) vorgesehen ist, wobei die Führung (26) gemeinsam mit den Formhälften (22, 24) den Aufnahme- raum (30) in der Füllposition und in der Pressposition vollständig begrenzen, wobei die Führung (26) vor dem Bewegen der Formhälften (22, 24) in die Füllposition in eine Entformungsposition bewegt werden.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** an der Oberfläche (34, 38) der ersten und/oder der zweiten Formhälfte (22, 24) zumindest ein zweites Druckelement (62) vorgesehen ist, das zwischen einer Ausgangsposition, in der das zweite Druckelement (62) bezüglich der Form des fertigen Dachziegels (10) vorsteht oder zurückversetzt ist, und einer Verdichtungsposition, in der das zweite Druckelement (62) abschnittsweise die Oberfläche (12, 14) des Dachziegels (10) abbildet, bewegbar ausgebildet ist, wobei das zweite Druckelement (62) während oder nach dem Bewegen der Formhälften (22, 24) in die Pressposition in die Verdichtungsposition bewegt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zweite Druckelement (62) mit

einem in der Vertiefung (40) vorgesehenen ersten Druckelement (52) gekoppelt ist, wobei durch die Bewegung des zweiten Druckelements (62) von der vorstehenden Position in die Verdichtungsposition das gekoppelte erste Druckelement (52) von der zurückversetzten Position in die Verdichtungsposition bewegt wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 19 **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste und/oder das zweite Druckelement (52, 62) ein Druckkissen ist, das einen mit einem, insbesondere inkompressiblen Druckmedium (56) füllbaren, volumenveränderbaren Druckraum (58, 64) aufweist, wobei eine Druckleitung (60, 66) zum zu und/oder Abführen des Druckmediums (56) vorgesehen ist, wobei das Bewegen der Druckelemente (52, 62) jeweils durch Einstömen oder Ausstömen des Druckmediums (56) in den Druckraum (58, 64) erfolgt.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 20, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Füllvorrichtung (42) zum Einbringen eines insbesondere vorgetrockneten Tonmaterials (78) vorgesehen ist, wobei die Füllvorrichtung (42) eine Überdruck-Einspritzeinrichtung aufweist, wobei die Füllvorrichtung (42) das Tonmaterial (78) mit Überdruck in den Aufnahme- raum (30) einspritzt, wobei das Tonmaterial (78) vorverdichtet wird.
8. Verfahren nach Anspruch 21, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Tonmaterial (78) in einer im Wesentlichen parallel zur Oberfläche (34, 38) der ersten und/oder der zweiten Formhälfte (22, 24) verlaufenden Richtung eingespritzt wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 21, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Formhälften (22, 24) nach dem Einfüllen des Tonmaterials (78) in eine Entlüftungsposition zwischen der Füllposition und der Pressposition bewegt wird, in der im Aufnahme- raum (30) enthaltene Luft aus dem Aufnahme- raum (30) entweicht.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 23, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Tonmaterial (78) mit folgenden Schritten hergestellt wird:
- Bereitstellen des feuchten, nicht aufbereiteten Tons,
 - Trocknen des Tons bis auf einen definierten Feuchtigkeitsgehalt,
 - Zermahlen des getrockneten Tons zu einem gebrochenen Korn in einer Mühle (110), und
 - Aussondern eines Unterkorns, dessen Korngröße unterhalb eines definierten Körnungs- bandes liegt, und Aussondern eines Überkorns,

dessen Korngröße oberhalb eines definierten
Körnungsbandes liegt.

5

10

15

20

25

30

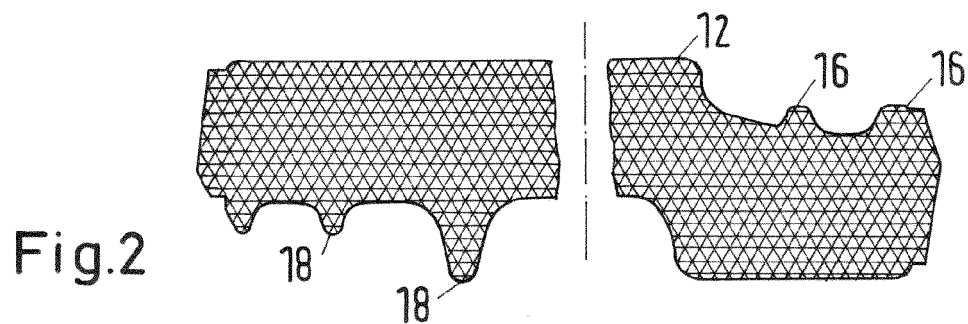
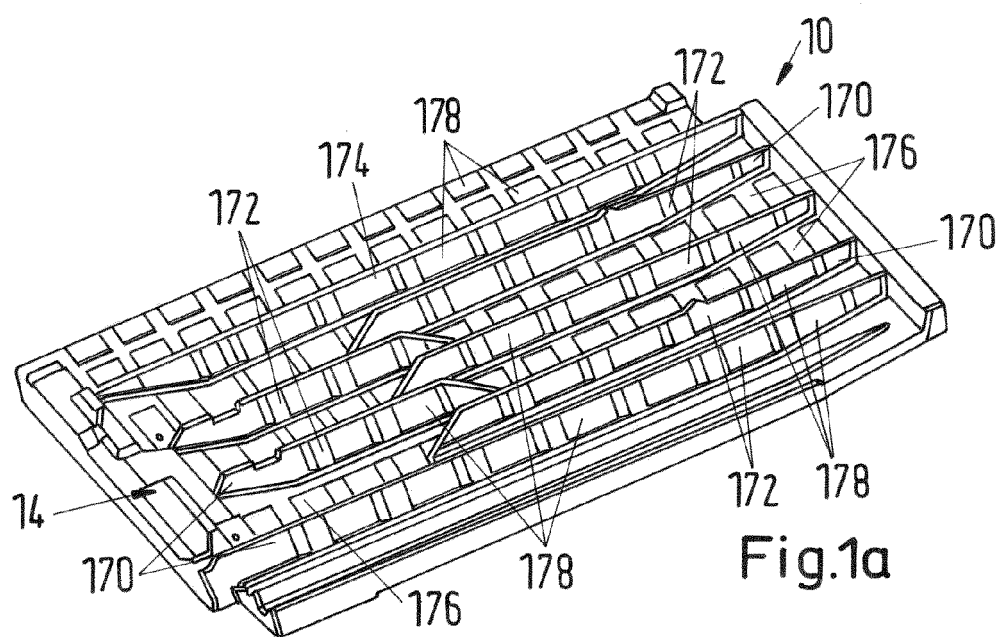
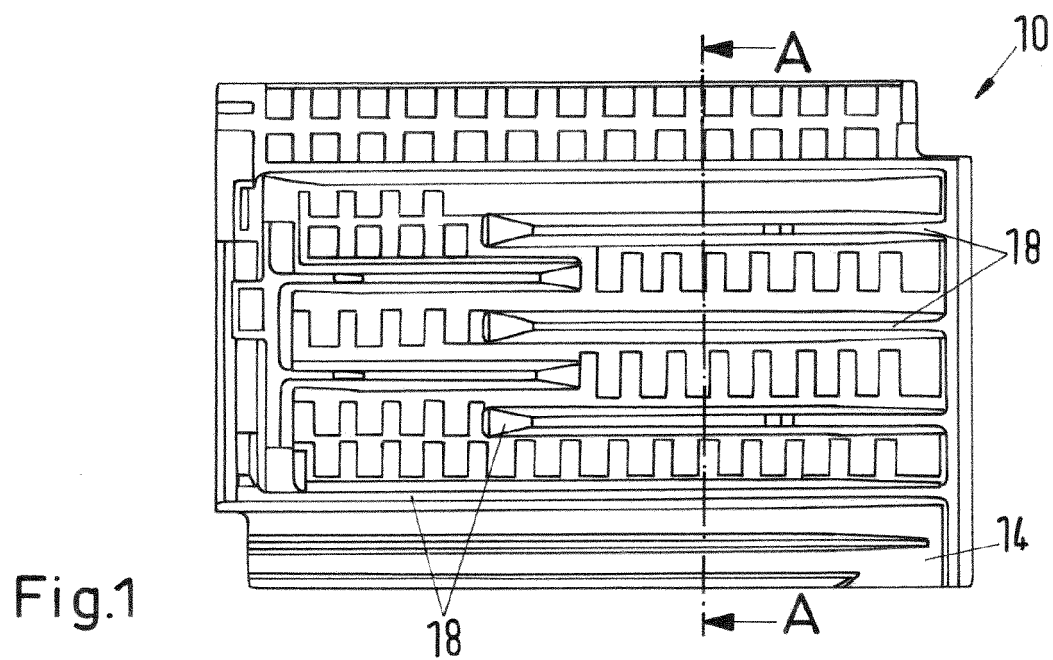
35

40

45

50

55



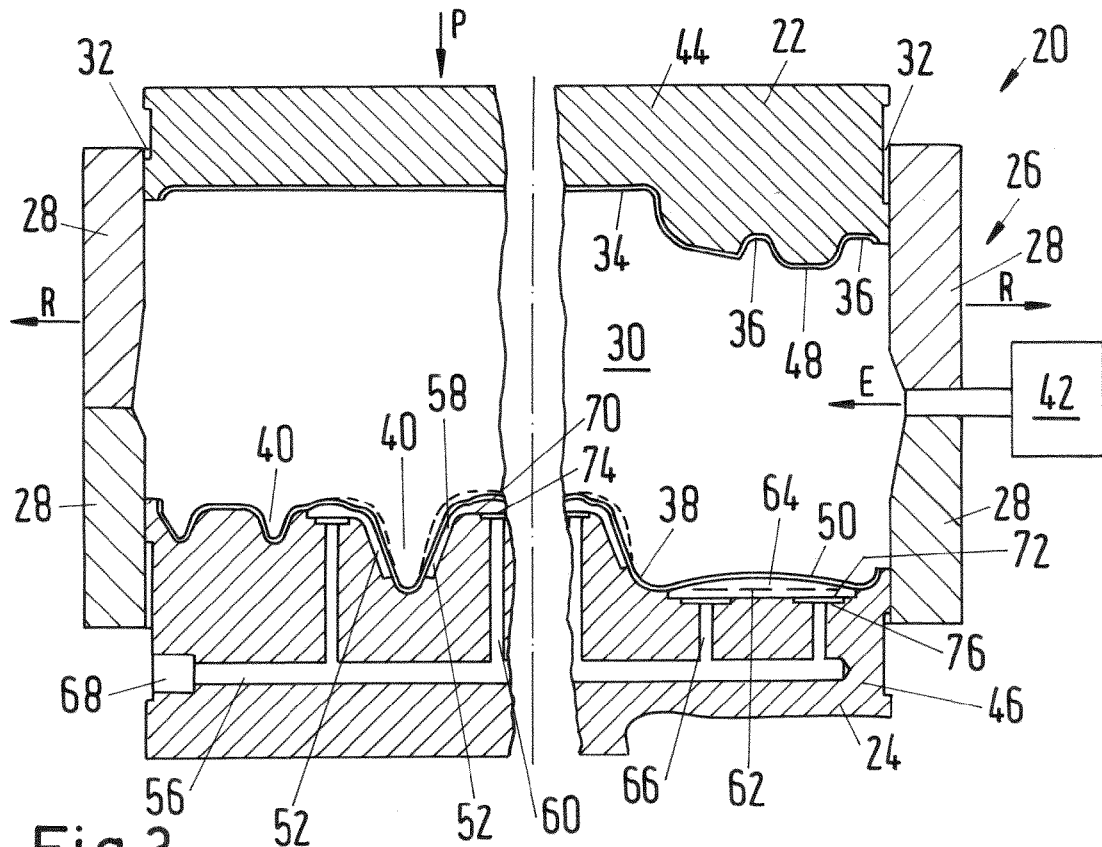


Fig.3

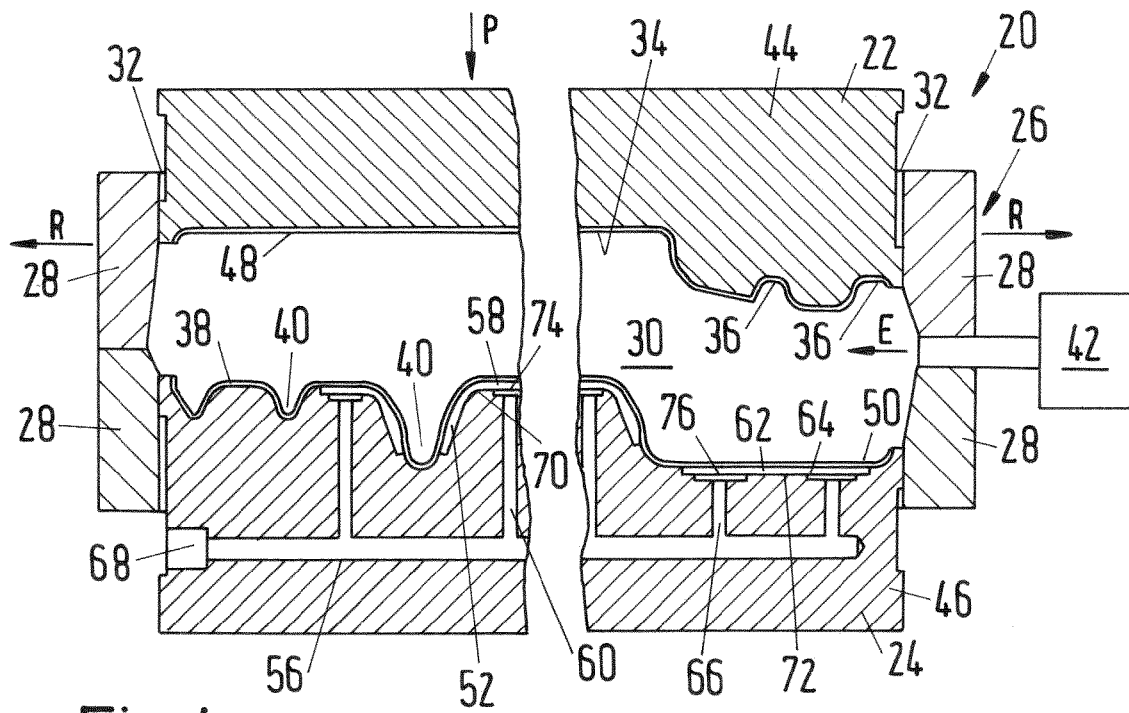


Fig.4

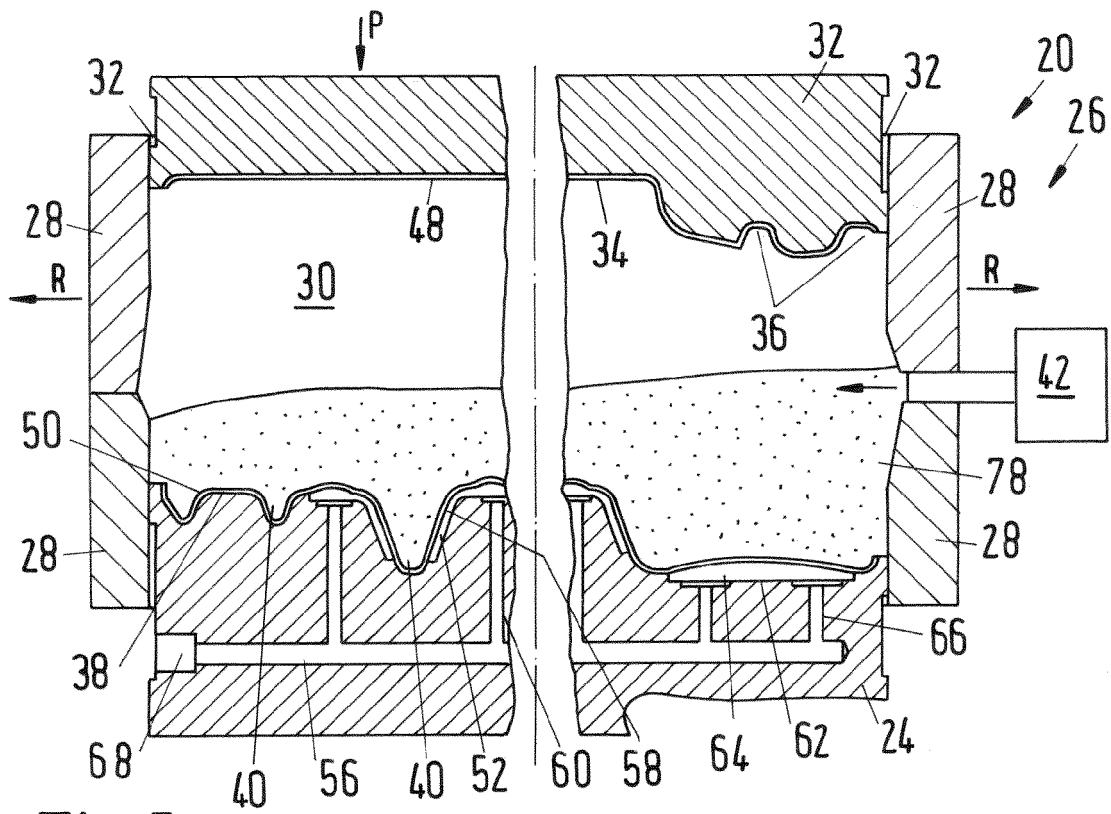


Fig.5a

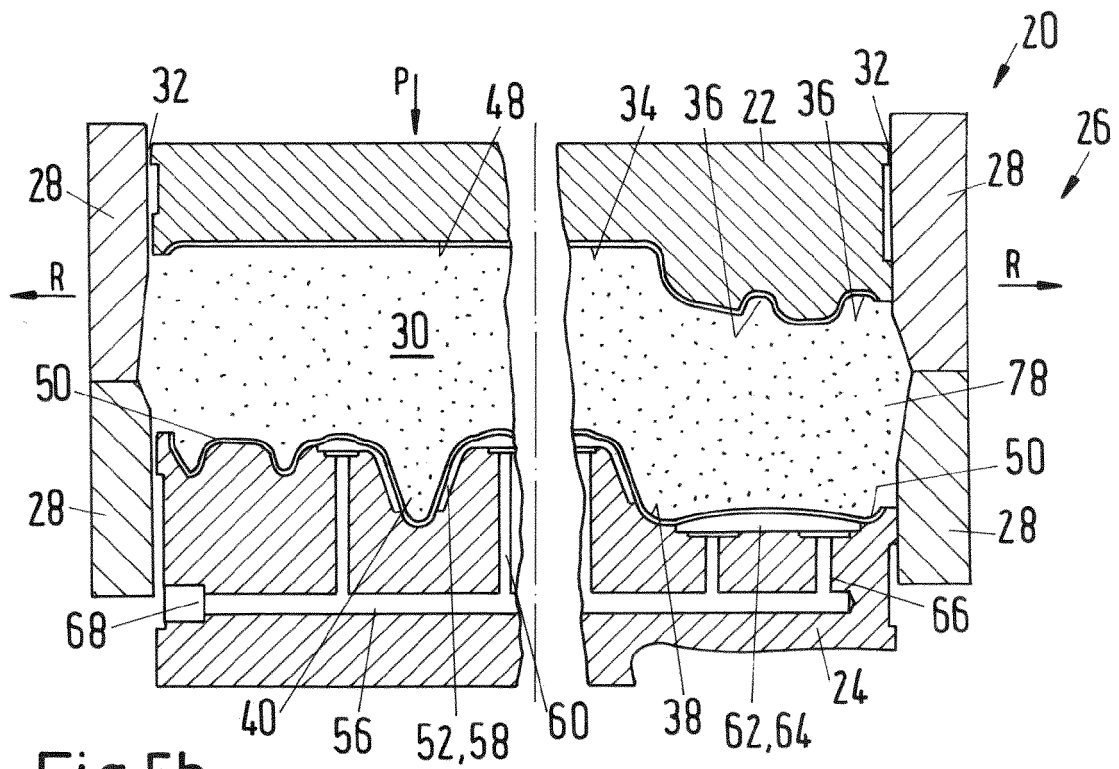


Fig.5b

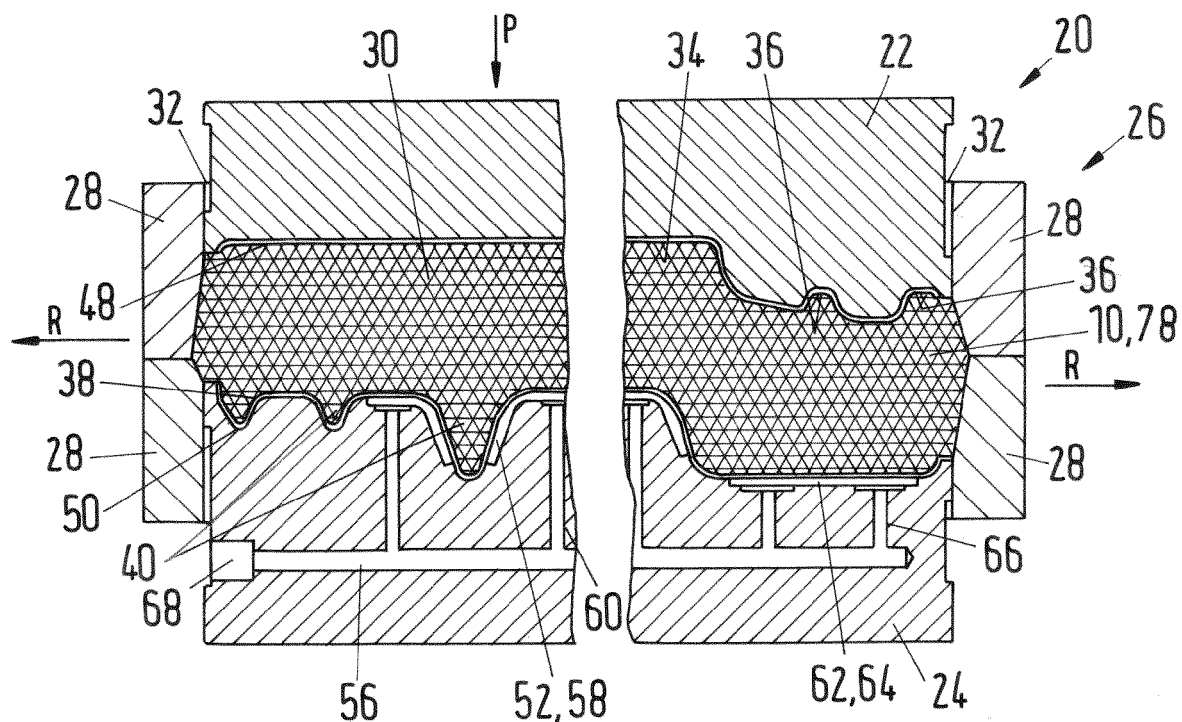


Fig. 5c

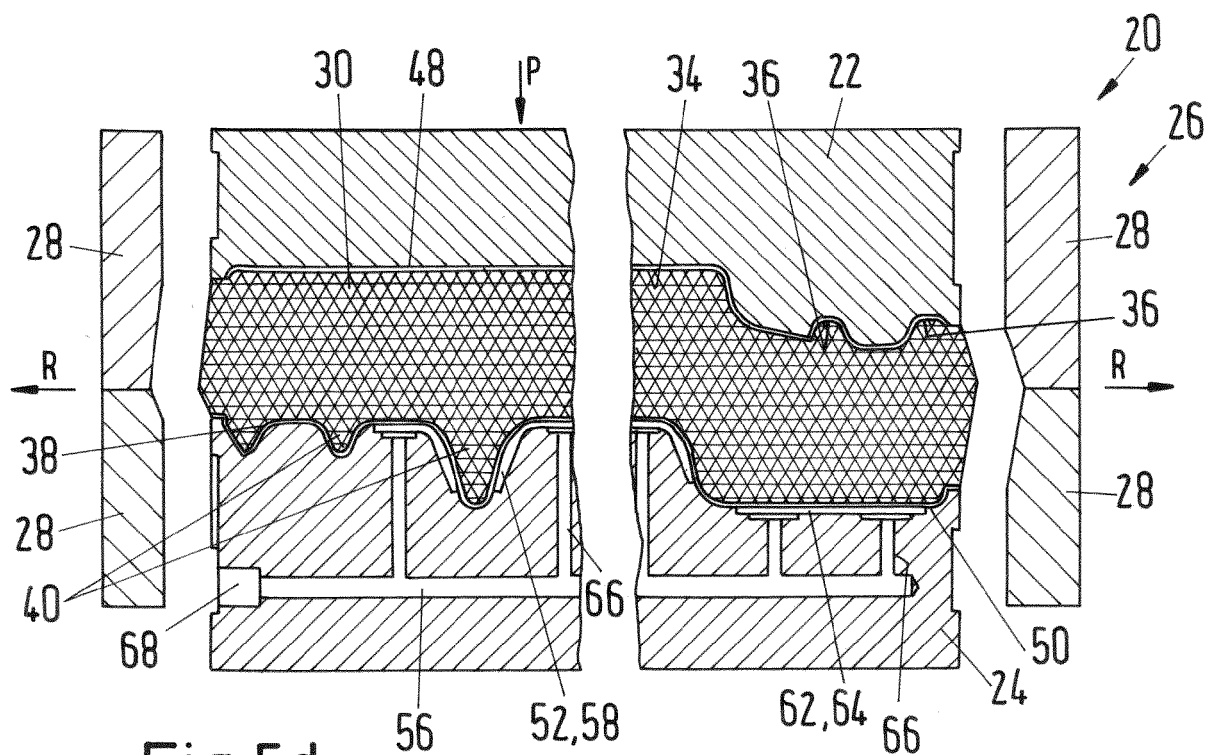
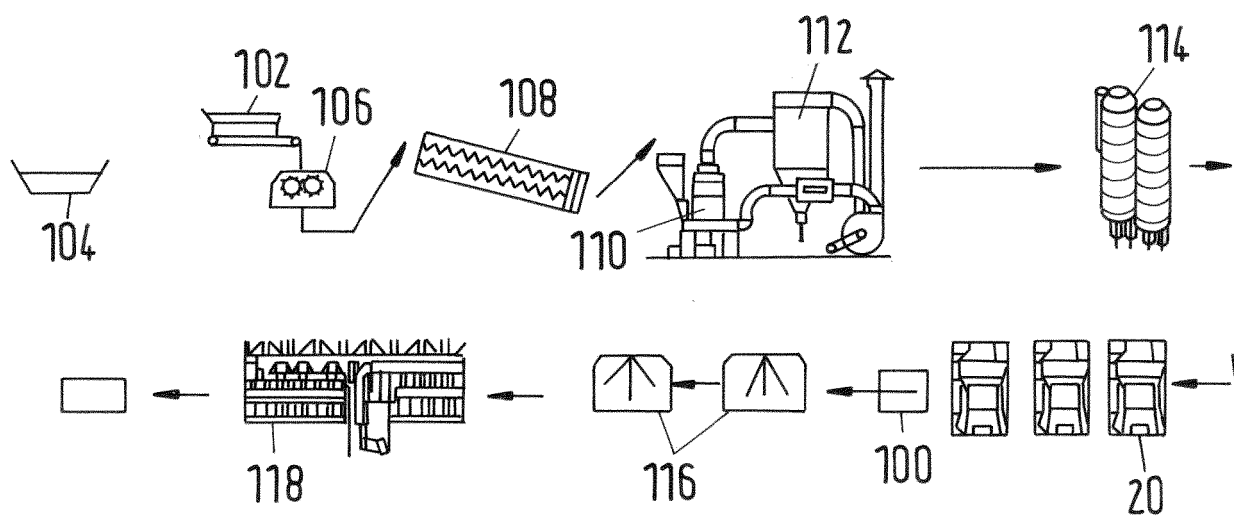
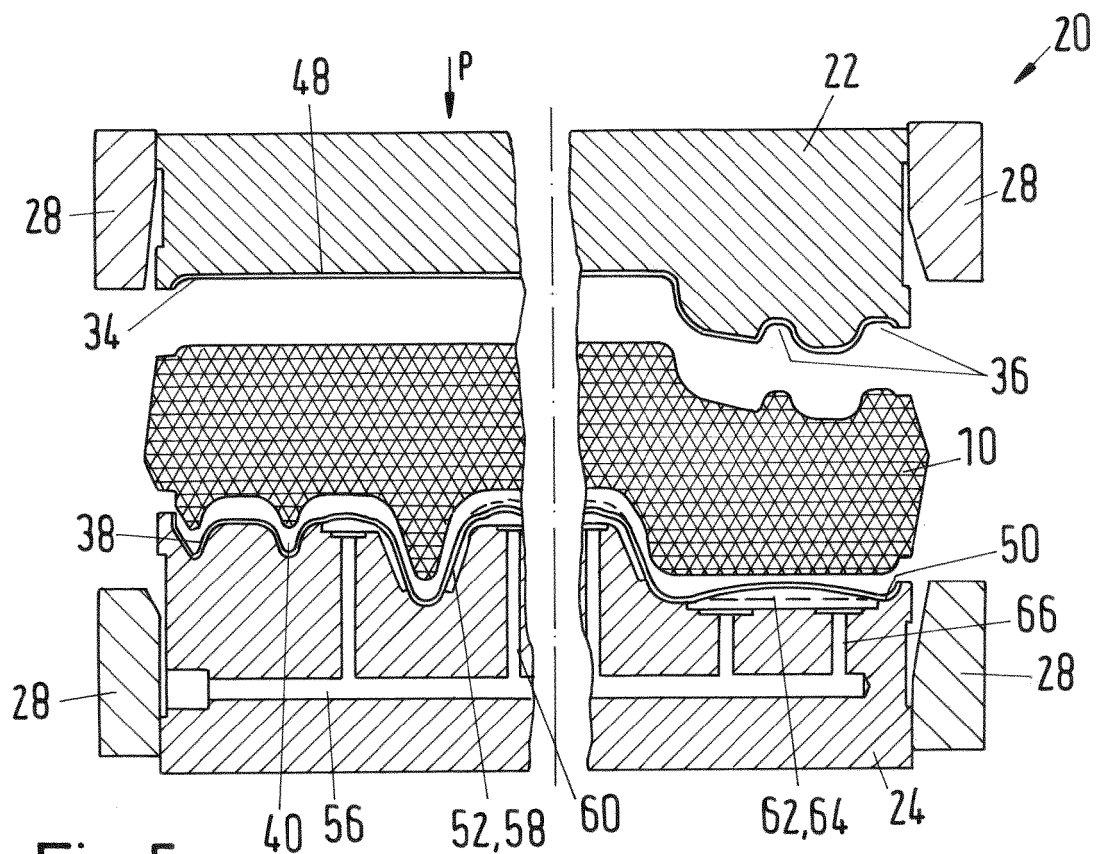


Fig. 5d



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 19526849 A1 [0006]