

(19)



(11)

**EP 3 995 304 A1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**11.05.2022 Patentblatt 2022/19**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):  
**B31D 5/00** (2017.01) **B31F 1/07** (2006.01)  
**B31D 5/02** (2017.01)

(21) Anmeldenummer: **21206579.1**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):  
**B31D 5/006; B31D 5/02; B31F 1/07;**  
B31F 2201/0738; B31F 2201/0743;  
B31F 2201/0754; B31F 2201/0766;  
B31F 2201/0787; B31F 2201/0789;  
B31F 2201/0794

(22) Anmeldetag: **04.11.2021**

(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**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA ME**  
Benannte Validierungsstaaten:  
**KH MA MD TN**

(30) Priorität: **05.11.2020 DE 102020129225**

(71) Anmelder: **Technische Universität Dresden  
01067 Dresden (DE)**

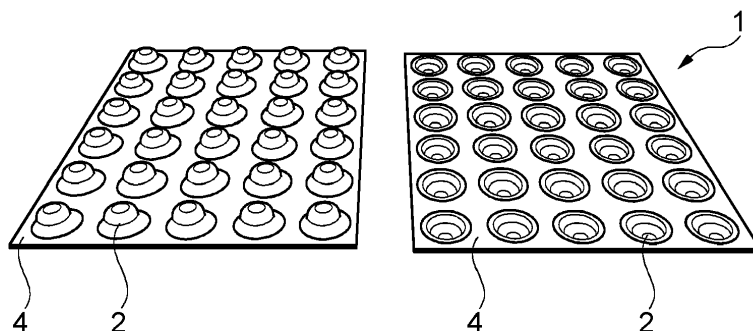
(72) Erfinder:  
• **Hauptmann, Marek  
01744 Dippoldiswalde (DE)**  
• **Britzke, Max  
01239 Dresden (DE)**

(74) Vertreter: **Gottfried, Hans-Peter  
Patentanwalt  
Messering 8f  
01067 Dresden (DE)**

(54) **FORMTEIL, POLSTERMITTEL, KERNSCHICHT UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES FORMTEILS**

(57) Die Erfindung betrifft ein Formteil und ein Verfahren zur Herstellung eines Formteils, bestehend aus einem flächigen Fasermaterial (4), in das aus einer Ebene des Fasermaterials (4) auskragende Konturelemente (2) mittels eines Kompressionsziehverfahrens eingeformt sind, wobei bei dem Kompressionsziehverfahren das Fasermaterial (4) während des Kompressionsziehens in einem mit einer Kraft beaufschlagten Faltenhalter geklemmt und, soweit es aus dem Fasermaterial mittels eines Entlastungsschnitts getrennt ist, in einen Ziehspalt

zwischen einer Ziehbüchse, die die Form des Konturelements (2) aufweist, und einem Stempel eingezogen wird, wobei das Maß des Ziehspalts kleiner ist als die Stärke des Fasermaterials (4), sodass es in dem Ziehspalt zur Kompression des Fasermaterials (4) kommt. Nach der Erfindung weist das Formteil (1) eine Vielzahl von Konturelementen (2) auf und diese bleiben mit dem umgebenden Fasermaterial (4) zumindest teilweise verbunden. Die Erfindung betrifft auch ein Polstermittel und eine Kernschicht eines Sandwichmaterials.

**Fig. 1**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Formteil, bestehend aus einem flächigen Fasermaterial, in das aus einer Ebene des Fasermaterials auskragende Konturelemente mittels eines Kompressionsziehverfahrens eingeformt sind. Bei dem Kompressionsziehverfahren ist das Fasermaterial während des Kompressionsziehens in einem mit einer Kraft beaufschlagten Faltenhalter geklemmt und wird in einen Ziehspalt zwischen einer Ziehbüchse und einem Stempel, deren Querschnitte der Querschnittsform des Konturelements entsprechen, eingezogen. Das Spaltmaß des Ziehspalts ist dabei kleiner als die Stärke des Fasermaterials, sodass es in dem Ziehspalt zur Kompression des Fasermaterials im Bereich der im Ziehspalt gebildeten Wand der Konturelemente kommt. Das flächige Fasermaterial ist durch das Kompressionsziehverfahren insbesondere dreidimensional umgeformt. Die Konturelemente werden nachfolgend auch als Vertiefung oder Formvertiefung bezeichnet.

**[0002]** Die Erfindung betrifft weiterhin ein Polstermittel und eine Kernschicht eines Sandwichmaterials, jeweils umfassend das Formteil. Die Erfindung betrifft zudem ein Verfahren zur Herstellung eines Formteils, bestehend aus einem flächigen Fasermaterial, in das Konturelemente mittels eines Kompressionsziehverfahrens dreidimensional eingeformt werden, gelöst. Bei dem Kompressionsziehverfahren wird das Fasermaterial während des Kompressionsziehens in einem mit einer Kraft beaufschlagten Faltenhalter geklemmt und in einen Ziehspalt zwischen einer Ziehbüchse und einem Stempel, deren Querschnitte der Querschnittsform des Konturelements entsprechen, eingezogen. Dabei ist das Maß des Ziehspalts kleiner als die Stärke des Fasermaterials, sodass es in dem Ziehspalt zur Kompression des Fasermaterials kommt.

**[0003]** Die Druckschrift DE 10 2014 106 427 A1 beschreibt ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung dreidimensionaler Formteile aus einer Bahn eines flächigen, plastisch verformbaren Faserwerkstoffs durch Tiefziehen mit einem Stempel und einer zugehörigen Matrize. Dabei soll ein hohes Umformverhältnis erreicht werden. Hierzu bleibt der runde, rechteckige, ovale oder unregelmäßige Zuschnitt für das Formteil beim Tiefziehen mit der Bahn aus Faserwerkstoff über wenigstens einen Steg verbunden und wird im Übrigen durch wenigstens einen Entlastungsschnitt aus der Bahn gelöst, wobei ein Umformverhältnis als Verhältnis von Durchmesser und Tiefe größer als 0,2 realisierbar ist. Durch den Entlastungsschnitt wird die Verformung erleichtert, jedoch auch die Stabilität der Bahn vermindert, sodass diese Belastungen nicht mehr ohne weiteres aufnehmen kann.

**[0004]** Auch aus der Druckschrift WO 2016/155710 sind eine Vorrichtung und ein Verfahren zum dreidimensionalen Umformen eines flächigen Fasermaterials unter Einsatz eines Kompressionsziehverfahrens bekannt, wobei eine kontinuierliche Arbeitsweise vorgesehen ist.

Dort wird aber der Zuschnitt aus dem flächigen Fasermaterial bereits vor dem Einsatz des Kompressionsziehverfahrens herausgetrennt, sodass keine Stabilisierung eines flächigen Fasermaterials erfolgen kann und dieses nur als Abfallstreifen zurückbleibt.

**[0005]** Aus der Druckschrift DE 18 63 549 U1 ist eine Faltschachtel in geklebter und flachlegbarer und in einem Abpackautomaten aufrichtbarer Form, ausgebildet aus einem bedruckbaren Pappzuschnitt mit einer Polstereinlage, bekannt. Die Polstereinlage besteht aus mindestens einer einfach oder doppelt ausgebildeten Kaschierung in Form einzelner und/oder durchgehender, jedoch die Faltkanten nicht senkrecht kreuzender Prägungen. Die einzelnen Prägungen sind waben- oder punktförmig ausgebildet. Der bedruckbare Pappzuschnitt mit einer Polsterauflage besteht aus einer einfach oder doppelt ausgebildeten Kaschierung in Form einzelner und/oder durchgehender, jedoch zueinander versetzter Prägungen. Die Prägungen sind wechselseitig nach beiden Seiten aus der Papierebene herausgeprägt. Allerdings weisen die Prägungen in der Regel nur eine geringe Tiefe auf (häufig ca. 1 mm), sodass die Anwendung ebenso wie die erzielbaren Effekte begrenzt sind.

**[0006]** Die Druckschrift DE 197 58 126 A1 offenbart eine Faltschachtel mit einer Unterteilung zur Aufnahme rohrförmiger Elemente, die zudem Lochungen aufweist. Diese werden durch die Unterteilung voneinander getrennt, in aufrechter Position gehalten und können der Schachtel nach oben hin entnommen werden. Kopf- und Bodenwandung der Faltschachtel bestehen jeweils aus mehreren übereinander angeordneten Schichten von Verschlussklappen, wovon mindestens eine Schicht Verformungen senkrecht zu ihrer Fläche und/oder mindestens eine aus einer Verschlussklappe gebildete zweischichtige Schicht, wovon zumindest eine Schicht Verformungen senkrecht in ihrer Fläche aufweist, enthält. Zumindest die jeweils äußere Schicht von Kopf- und Bodenwandung ist mit der unterhalb dieser liegenden Schicht verbunden. Die Verformungen senkrecht zu ihrer Fläche aufweisende Verschlussklappe entfaltet eine stoßdämpfende Wirkung. Sind die Schichten von Kopf- bis Bodenwandung ganzflächig miteinander verklebt, weisen Kopf- und/oder Bodenwandung hohe Festigkeiten auf, welche unter Druck über Rückverformung der Verformungen aufweisenden Schichten verhältnismäßig viel Energie aufnehmen können. Bei nur teilflächiger Verklebung der jeweils äußeren Schicht von Kopf- und/oder Bodenwandung mit der jeweils hierunter liegenden Schicht hingegen sind mehrere Schichten von Kopf- und/oder Bodenwandung der Faltkartonschachtel gegeneinander beweglich, sodass sich eine verhältnismäßig hohe Federwirkung ergibt. Die Bildung der Verformungen senkrecht zur Fläche der Schichten erfolgt mittels Druckverformung, vorzugsweise Prägung. Prägungen weisen jedoch in der Regel nur eine geringe Tiefe auf, sodass auch in diesem Fall die Anwendung sowie die erzielbaren Effekte begrenzt sind.

**[0007]** Weiterhin offenbart der Stand der Technik ver-

schiedene Produkte aus Papier, die dem Oberbegriff der vorliegenden Erfindung entsprechen. Bekannt ist Wellpappe als eine verwandte Anwendung, die jedoch durch die Wellenbahn nur linienartig mit Decklagen verbunden werden kann. Daher wird klebstofffreie Wellpappe kaum eingesetzt und das Energieaufnahmevermögen, besonders orthogonal zum Bahnverlauf, ist begrenzt. Riffelbahnen in Zickzackmuster können keine gezielte Umformenergie freisetzen und nur begrenzt an das zu schützende Produkt in einer Verpackung angepasst werden. Sogenanntes Noppenpapier wird durch einen Prägevorgang erzeugt und ermöglicht nur sehr geringe Formvertiefungen, ohne das Papier zu zerstören. Alle vorstehend benannten Konzepte sind nicht für eine gezielte Steuerung der Verformungsenergie über den Verformungsweg geeignet.

**[0008]** Es sind auch Sandwichverbunde mit einer Kernschicht aus Papier bekannt. Kernschichten solcher Sandwichverbunde werden im Verpackungsbereich z. B. bei Wellpappe eingesetzt, wobei als Endprodukt zweiseitig kaschierte Wellpappe, auch mit mehreren Kernschichten, resultiert. Auch im Bereich des Innenausbaus, des Möbelbaus und des Messebaus werden Papierwabenkerne als Kernschicht leichter Sandwichplatten eingesetzt. Der mehrschichtige Aufbau und insbesondere die Herstellung von Wabenkernen als Kernschicht sind mit erhöhtem Aufwand verbunden.

**[0009]** Produkte aus Kunststoffen, beispielsweise in Form von Polstermittel aus synthetischen Kunststoffen, erreichen eine Posterwirkung durch ihre Elastizität, sind jedoch vor dem Hintergrund des Kunststoffrecyclings für derartige Anwendung zunehmend unerwünscht.

**[0010]** Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein auf einfache Weise aus einer Bahn eines Faserwerkstoffs herzustellendes flächiges Halbzeug anzubieten, das durch eine dreidimensionale Formung eine erhöhte Stabilität erhält.

**[0011]** Die Aufgabe wird gelöst durch ein Formteil, bestehend aus einem, insbesondere dreidimensional umgeformten, flächigen Fasermaterial, in das aus einer Ebene des Fasermaterials auskragende Konturelemente mittels eines Kompressionsziehverfahrens eingeformt sind. Bei dem Kompressionsziehverfahren ist das Fasermaterial während des Kompressionsziehens in einem mit einer definierten Kraft beaufschlagten Faltenhalter geklemmt und wird in einen Ziehspalt zwischen einer Ziehbüchse und einem Stempel, die die Querschnittsform des Konturelements aufweisen bzw. dieser entsprechen, eingezogen. Das Spaltmaß des Ziehspalts ist dabei kleiner als die Stärke des Fasermaterials, sodass es in dem Ziehspalt zur Kompression des Fasermaterials im Bereich der Wand des Formteils kommt. Dies stellt die Besonderheit des Kompressionsziehens dar. Die Kompression des Fasermaterials im Bereich der Wand, auf die die Bezeichnung des Verfahrens zurückgeht, führt zu einer erhöhten Festigkeit der Wand und darüber hinaus zur kontrollierten Faltenbildung, bei der die Falten insbesondere in die Wand eingepresst, zur weiteren Er-

höhung der Festigkeit führen und zudem kaum noch sichtbar sind. Nach der Erfindung weist das Formteil eine Vielzahl von Konturelementen auf und diese bleiben mit dem umgebenden Fasermaterial zumindest teilweise verbunden.

**[0012]** Nach einer vorteilhaften Ausführungsform ist das Formteil bereits vor dem Kompressionsziehen aus dem flächigen Fasermaterial mittels eines Entlastungsschnitts teilweise herausgetrennt, d. h. es ist auch noch mit dem Fasermaterial teilweise verbunden. Dadurch werden beim Kompressionsziehen die auf das Fasermaterial wirkenden Zugkräfte vermindert und auch bei Fasermaterial geringerer Festigkeit die Ausbildung von Rissen vermieden. Der bevorzugte Entlastungsschnitt folgt der Kontur des Konturelements. Besonders bevorzugt werden mehrere kürzere Entlastungsschnitte in das Fasermaterial konzentrisch um die Kontur herum eingebracht. Die Konturelemente sind beispielsweise in Form einer Halbkugel, eines Zylinders, eines Kegels, einer Pyramide oder eines Kegelstumpfs ausgebildet.

**[0013]** Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, wenn das von der Ebene des Fasermaterials abgewandte Ende der Konturelemente eine Abplattung aufweist, sodass eine Fläche für die verbesserte Verklebung mit einer flachen, ungeformten Bahn Fasermaterial entsteht. Anstelle der Verklebung kann die Verbindung auch auf andere Weise klebstofffrei erfolgen.

**[0014]** Vorteile verspricht auch ein Formteil, bei dem ein Radius  $R_1$  an einem Übergang zwischen der Ebene des Fasermaterials und dem Konturelement, ebenso ein Radius  $R_2$  zwischen der Wand des Konturelements und dessen Abplattung, vorhanden sind und einen Stauchwiderstand in der Weise beeinflussen, dass ein kleinerer Radius einen vergrößerten Stauchwiderstand des Konturelements hervorruft. Dieser Effekt kann bei einem Polstermittel, das Stöße abfängt, genutzt werden, um die Eigenschaften zielgerichtet anzupassen. Entsprechendes gilt, wenn das Formteil als Kernschicht eines Sandwichmaterials eingesetzt wird. Dabei ist die Steifigkeit des Formteils bzw. einer Kombination mehrerer Formteile und Decklagen von Interesse.

**[0015]** Vorteilhaft ist außerdem ein Winkel von  $90^\circ$  an dem Übergang zwischen der Ebene des Fasermaterials und dem Konturelement, alternativ oder ebenfalls ein Winkel von  $90^\circ$  zwischen der Wand des Konturelements und dessen Boden. Damit wird eine Steifigkeit in der Weise beeinflusst, dass der Winkel von  $90^\circ$  die größte Steifigkeit der Wand des Konturelements hervorruft. Hierbei zeigt sich einer der Vorteile des Kompressionsziehens, denn nur durch Kompressionsziehverfahren können kostengünstige Materialien wie einfache Faserwerkstoffe, z. B. Karton, Papier oder Pappe, mit  $90^\circ$  Wandwinkel bei relativ hohem Umformgrad erzeugt werden. Um auch Material in den Ziehspalt einzuziehen zu können, das eine geringere Zugfestigkeit aufweist, sind in das Material eingebrachte Entlastungsschnitte in der Umgebung des Konturelements notwendig.

**[0016]** Eine vorteilhafte Ausführungsform sieht eine

Decklage vor und es erfolgt die Verbindung des Formteils im Bereich des von der Ebene des Fasermaterials abgewandten Endes der Konturelemente mit einer Decklage.

**[0017]** Ein weiterer Aspekt betrifft ein Polstermittel, umfassend ein Formteil, wie zuvor beschrieben. Nach einer vorteilhaften Ausführungsform kann die Anordnung und die Kombination der Konturelemente so erfolgen, dass eine gezielte Rückfederwirkung erreicht wird und der elastische Energieanteil vergleichsweise hoch ist, um erneute Belastungen aufzunehmen. Daneben erfolgt dies durch die Einstellung des Winkels zwischen der Ebene des Fasermaterials und der Wand des Konturelements.

**[0018]** Entsprechendes gilt für den Radius zwischen dem Fasermaterial und der Wand des Konturelements sowie, wenn vorhanden, den Radius zwischen der Wand des Konturelement und der Abplattung.

**[0019]** Eine Papierbahn mit Konturelementen löst die Polsteraufgabe durch Umleitung der auftretenden Beanspruchungen in gezielte Spannungszustände in den Konturelementen. Die Konturelemente (z. B. in Näpfchenform) sind derart gestaltet, dass die Übergangsradien von Bahn des Fasermaterials in das Konturelement und von Wand zu Boden des Konturelements, die Form der Wand, die Abstände der Radien zueinander sowie versteifende Sicken und Längsrillen ein gezieltes, ertragbares Energieniveau je Element ergeben, was bei Verformung freigesetzt wird.

**[0020]** Da zur Umformung das Kompressionsziehverfahren angewendet wird, ist eine besonders flexible Einstellung der Festigkeit insbesondere der Wand der Konturelemente und mit dieser einhergehend der Polsterwirkung möglich. Insbesondere bei Einsatz einer Faltenhaltersteuerung, die die Kraftwirkung des Faltenhalters auf das flächige Fasermaterial steuert, ist die Faltenbildung in der Wand steuerbar und damit werden mittelbar auch Festigkeit bzw. Polsterwirkung einstellbar. Neben diesem Effekt ist als weiterer Vorteil des Kompressionsziehens die Kompression der Falten in der Wand zu nennen, wodurch eine optisch ansprechende Oberfläche der ansonsten faltigen Wand erzielt werden kann.

**[0021]** Das Kompressionsziehen ermöglicht den Einsatz der Erfindung als Polstermittel für Produkte höherer Wertschöpfung. In diesem Zusammenhang besteht die Herausforderung darin, durch Energieaufnahme in Form von Verformungsarbeit eine ähnliche Polsterwirkung zu erzielen wie durch bekannte Polstermittel, die häufig aus synthetischen Polymeren hergestellt werden (z. B. Blasenfolie oder Luftkissenbahnen). Die Steuerung dieses Verhaltens und ggf. die Einstellung wiederholbarer Polsterwirkung ist die Anforderung an das Polstermittel und ist zu kombinieren mit einem einfachen, aber dennoch flexiblen, reproduzierbaren Verfahren zu seiner Herstellung im Kontext der Polstermittelverwendung.

**[0022]** Die Anordnung und Kombination der Elemente kann ebenfalls so erfolgen, dass eine gezielte Rückfederwirkung erreicht wird und der elastische Energieanteil

vergleichsweise hoch ist, um erneute Belastungen aufzunehmen. Abhängig von der Verteilung der Formvertiefungen erlaubt die Papierbahn eine dreidimensionale Verformung. Die Verteilung der Konturelemente auf der Papierbahn sowie die kaskadierte Ausführung in mehreren Lagen übereinander wird zusätzlich genutzt, um das Gesamtenergieaufnahmevermögen des Halbzeuges einzustellen. Gleichzeitig kann eine teilweise Trennung des Konturelementes von der Bahn erforderlich sein, um dessen Herstellung zu ermöglichen. Dies ist insbesondere bei "minderwertigem" Material, das bei den beim Kompressionsziehen auftretenden Zugkräften zum Reißen neigt, und bei einem hohem Ziehverhältnis, dem Verhältnis zwischen Zuschnittdurchmesser einerseits und Stempel- bzw. Matrizendurchmesser andererseits als Maß der Formänderung, notwendig.

**[0023]** Die Verbindung mit einer Decklage oder einer vergleichbaren Bahn mit Konturelementen verhindert die Bewegung der Konturelemente gegeneinander, sodass auch eine Versteifung des erfindungsgemäßen Formteils erfolgt. Die Verbindung gleicht darüber hinaus den Nachteil der Entlastungsschnitte aus. Die vergleichsweise großen Verbindungsflächen ermöglichen neben dem Verkleben auch eine hinreichend feste Verbindung mittels klebstofffreier Techniken (z. B. Ultraschall basiertem Verbinden).

**[0024]** Ein weiterer Aspekt betrifft eine Kernschicht eines Sandwichmaterials, umfassend ein Formteil wie es zuvor beschrieben wurde. Eine besonders vorteilhafte Kernschicht ist so beschaffen, dass auf beide Flachseiten des Formteils, des umgeformten Fasermaterials, bahnförmige Deckschichten schubfest, z. B. verklebt, aufgebracht sind.

**[0025]** Die Erfindung sieht somit den Einsatz als Kernschicht in Sandwichverbunden vor. Durch beidseitiges schubfestes Aufbringen von Deckschichten entsteht ein solcher Sandwichverbund. Dieser kann entweder im Bereich der Verpackung eingesetzt werden (ähnlich einer beidseitig kaschierten Wellpappbahn) oder in anderen Bereichen, wie z. B. im Messebau (ähnlich den Leichtbauplatten mit Papierwabenkern), zum Einsatz kommen.

**[0026]** Die Kernschicht kann als einzelne Papierbahn mit multiplen Formvertiefungen, als eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen Formteils, ausgeführt sein oder aus einer Kombination mehrerer solcher Bahnen bestehen. Zwischen den Papierbahnen mit multiplen Formvertiefungen können auch weitere Schichten bahnförmigen Fasermaterials ohne Formvertiefungen angeordnet sein. Zum gezielten Einstellen gewünschter Eigenschaften des Sandwich-Verbundwerkstoffs können die Papierbahnen bzw. eines anderen Fasermaterials mit multiplen Formvertiefungen, den Konturelementen, sowie alle weiteren Bahnen im Sandwichverbund in unterschiedlicher Orientierung zueinander eingesetzt werden, z. B. in einem Winkel von 90°. Abhängig von der Verteilung der Konturelemente in der Bahn des flächigen Fasermaterials können bei Verwendung flexibler Decklagen dreidimensionale Sandwichelemente hergestellt

werden.

**[0027]** Entscheidend für die Widerstandskurve, die sich bei orthogonaler Belastung ergibt, ist die Lastein- und -weiterleitung, gesteuert durch die Anordnung der geometrischen Elemente. Diese bestimmt die Beanspruchungsart und deren Mischung und führt entsprechend zu unterschiedlichen Verformungsarten (z. B. Biegebruch mit Lagendelamination, Knickung, Druck, Scherung). Eine gezielte Kombination dieser Verformungsfälle und Beanspruchungsarten in einer Kavität z.B. durch Einbringung von Rillen oder Scharnieren führt zur Aufteilung in Bereiche, die gezielt angeordnet werden können, um in Kombination eine auf die Anwendung angepasste Energieaufnahme bzw. einen Widerstandsverlauf einzustellen. Die Beeinflussung der Polsterwege erfolgt über die Bereichstiefen  $B_1$ ,  $B_2$  bis  $B_i$ .

**[0028]** Die Kombination unterschiedlich aufgebauter einzelner Konturelemente in Linienmustern lässt bei flächiger Belastung eine noch feiner gegliederte Aufteilung mit mehreren Bereichen zu. Die kann zudem durch eine Versetzung verschieden aufgeteilter Linienmuster in einem Flächenmuster verfeinert werden.

**[0029]** Die Herstellung der Konturelemente in der Bahn des flächigen Fasermaterials wird bei Überschreiten der Dehnfähigkeit des Fasermaterials durch eine Anordnung von Entlastungsschnitten erreicht. Durch das Schnittmuster bilden sich zwischen den sich auseinanderziehenden Schnittstellen bei der Umformung Stege, die das Formteil in der Bahn halten und zudem durch ihre Biegung ein Nachführen des Materials in das Formwerkzeug erlauben.

**[0030]** Die Fläche, die für eine Verklebung mit Decklagen oder gleichartig geformten Formbahnen genutzt werden kann, wird durch die Bodenfläche sowie die Restfläche der Bahn des Fasermaterials, in der keine Umformung erfolgt, definiert.

**[0031]** Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung wird auch durch ein Verfahren zur Herstellung eines Formteils, bestehend aus einem flächigen Fasermaterial, in das Konturelemente mittels eines Kompressionsziehverfahrens dreidimensional eingestrichen werden, gelöst. Bei dem Kompressionsziehverfahren wird das Fasermaterial während des Kompressionsziehens in einem mit einer definierten, bevorzugt steuerbaren Kraft beaufschlagten Faltenhalter geklemmt und in einen Ziehspalt zwischen einer Ziehbüchse und einem Stempel, deren Querschnitte der Querschnittsform des Konturelements entsprechen, eingezogen. Dabei ist das Spaltmaß des Ziehspalts kleiner als die Stärke des Fasermaterials, so dass es in dem Ziehspalt zur Kompression des Fasermaterials im Bereich der Wand des Formteils kommt.

**[0032]** Nach der Erfindung werden die Konturelemente in einer oder mehreren Wirkpaarungen kontinuierlich in wenigstens einem Schritt geformt, wobei eine Modifikation der Kompressionsziehtechnik durch Integration von Faltenhaltertechnik und Stempeltechnik in ein sich in Lafrichtung des Fasermaterials zumindest für den jeweiligen Arbeitsschritt bewegendes Arbeitsorgan vorge-

sehen ist. Insbesondere sind die Ziehbüchse und der Stempel zur Durchführung des Kompressionsziehverfahrens in ein sich rotatorisch oder linear repetitiv bewegendes Arbeitsorgan integriert. Das bedeutet, dass ein quasi endloses Fasermaterial zu dem Formteil umgeformt werden kann.

**[0033]** Das Herstellungsverfahren ist somit dadurch gekennzeichnet, dass in einer oder mehreren Wirkpaarungen ohne Unterbrechung die Konturelemente direkt geformt oder in mehreren Schritten geformt werden. Dies bedingt deshalb eine Modifikation der Kompressionsziehtechnik durch Integration von Faltenhaltertechnik und Stempeltechnik in dem sich bewegenden Arbeitsorgan. Die Abzugsgeschwindigkeit soll dabei keinen wesentlichen Einfluss auf das Umformergebnis haben um flexibel auch manuell abziehen zu können. Die Umformeinheit ist vorzugsweise resiliert gegen Einflüsse von außen (Zugriff, Materialqualität) gestaltet. Sie verfügt nicht über komplex zu steuernde bzw. zu regelnde Linearrachsen, sondern besteht aus mit einander mechanisch oder pneumatisch verknüpften Bewegungen. Dies führt zu einer besonders einfachen und robusten Lösung.

**[0034]** Vorteilhafterweise ist die Kraft, mit der der Faltenhalter beaufschlagt wird, einstellbar. Durch Pressen des Materials im Ziehspalt und zusätzlich durch die einstellbare Kraftwirkung des Niederhalters entfalten sich die vorteilhaften Effekte des Kompressionsziehens. So kann die Festigkeit der Wand beeinflusst werden. Vor allem aber wird die Faltenbildung in der Wand beeinflusst und gesteuert. Dies führt ebenfalls zu einer Beeinflussung der Festigkeit und vor allem der Steifigkeit. Weiterhin wird ein optischer Effekt erreicht, indem die Falten noch im Entstehen in die Wand gepresst werden und dann nicht mehr oder kaum noch sichtbar sind.

**[0035]** Ergänzt wird das Verfahren zur Herstellung des plattenförmigen Sandwichverbundes. Bei einem besonders vorteilhaften Verfahren zur Herstellung eines plattenförmigen Sandwichverbunds werden Decklagen sowie ein oder mehrere Formteile kontinuierlich zusammengeführt, beispielsweise separat mit Klebstoff beschichtet und dann geklebt oder durch klebstofffreie Techniken, wie z. B. Ultraschall, gefügt. Anschließend werden sie miteinander zu einem Sandwichverbund verpresst. Danach werden sie längs besäumt und quer abgetrennt, damit aufgeteilt.

**[0036]** Das Verfahren kann kontinuierlich bzw. diskontinuierlich ausgeführt werden. Beim kontinuierlichen Verfahren werden

- die einzelnen Bahnen (Decklagen sowie eine oder mehrere Kernschichten) kontinuierlich zusammengeführt,
  - a) separat mit Klebstoff beschichtet und dann gefügt oder
  - b) durch klebstofffreien Techniken (z. B. Ultraschall) gefügt,

- anschließend miteinander zu einem Sandwichverbund verpresst,
- längs besäumt und ggf. aufgeteilt und quer die Sandwichplatte in der gewünschten Größe abgetrennt.

**[0037]** Die vorliegende Erfindung ermöglicht die gezielte Einstellung von Verformungsenergie und Rückfederung. Weiterhin erfolgt die Erhöhung der Verbindungsfläche zu anderen Lagen, die mit dem erfindungsgemäßen Halbzeug verbunden werden sollen. Die Erfindung ermöglicht es weiterhin, die Komplexität des Kompressionsziehverfahrens zum Einsatz in einfachen Teilsystemen zu minimieren, was den manuellen Verpackungsprozess unterstützt. Die auf Basis der vorliegenden Erfindung aus einer Papierbahn hergestellte Abstandsstruktur erlaubt eine dreidimensionale Formbarkeit. Der erfindungsgemäße Kern erlaubt neuartige Varianten von Sandwichverbundwerkstoffen.

**[0038]** Mit der Erfindung wird weiterhin erreicht, dass ein Klebstoffeinsatz durch größere, klebstoffarm oder sogar klebstofffrei nutzbare Verbindungsflächen verhindert bzw. reduziert werden kann. Sie führt zur Verringerung von Kunststoffeinsatz in der Polstermittelanwendung und einem generell minimierten Materialeinsatz durch die Möglichkeit gezielter Spannungsleitung. Die Erfindung bietet zudem die Möglichkeit der Herstellung dreidimensionaler, formstabiler Packmittel und Sandwichelemente.

**[0039]** Anhand der Beschreibung von Ausführungsbeispielen und ihrer Darstellung in den zugehörigen Zeichnungen wird die Erfindung nachfolgend näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1: schematisch eine perspektivische Ansicht einer Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Formteils von der Ober- und der Unterseite;

Fig. 2: schematisch eine perspektivische Ansicht einer Ausführungsform eines doppellagig gefügten erfindungsgemäßen Formteils;

Fig. 3: schematisch eine perspektivische Ansicht einer weiteren Ausführungsform eines doppellagig gefügten erfindungsgemäßen Formteils;

Fig. 4: schematisch eine perspektivische Ansicht einer Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Konturelements;

Fig. 5: schematisch eine perspektivische Seitenansicht einer Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Konturelements;

Fig. 6: schematisch eine perspektivische Ansicht einer Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Formteils mit Decklage;

Fig. 7: schematisch eine perspektivische Ansicht einer Ausführungsform eines doppellagig gefügten erfindungsgemäßen Formteils mit Decklagen;

Fig. 8: eine schematische Darstellung einer Ausführungsform eines Herstellungsverfahrens eines erfindungsgemäßen Formteils;

Fig. 9: eine schematische geschnittene Darstellung

von Formvarianten einzelner Konturelemente des erfindungsgemäßen Formteils;

Fig. 10: eine schematische geschnittene Darstellung von Formvarianten und Kombinationen einzelner Konturelemente in einem erfindungsgemäßen Formteil und

Fig. 11: eine schematische Darstellung von Formvarianten einer Ausführungsform eines Schnittmusters von Entlastungsschnitten in der Umgebung der Konturelemente des erfindungsgemäßen Formteils.

**[0040]** Fig. 1 zeigt schematisch eine perspektivische Ansicht einer Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Formteils 1 von der Ober- und der Unterseite mit sichtbaren Konturelementen 2. Auf der Oberseite, links im Bild, sind die Konturelemente 2 erhaben, während sie von der Unterseite her, rechts im Bild als Vertiefungen ausgebildet sind.

**[0041]** Fig. 2 zeigt schematisch eine perspektivische Ansicht einer Ausführungsform eines doppellagig gefügten erfindungsgemäßen Formteils 1. Die beiden Lagen des Formteils 1 sind mit den hier abgeflachten Konturelementen 2 miteinander verbunden. Dies kann Beispiel durch Kleben, aber auch durch klebstofffreie Techniken erfolgen.

**[0042]** Fig. 3 zeigt schematisch eine perspektivische Ansicht einer weiteren Ausführungsform eines doppellagig gefügten erfindungsgemäßen Formteils 1, bei dem die beiden Bahnen Fasermaterial 4 miteinander verbunden sind und nach oben und nach unten die Konturelemente 2 abragen.

**[0043]** Fig. 4 zeigt schematisch eine perspektivische Ansicht einer Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Konturelements 2 in vergrößerter Darstellung. Es wurde nach dem Kompressionsziehverfahren aus dem Fasermaterial 4 ausgeformt. Der für das Kompressionsziehen erforderliche Entlastungsschnitt 40 (vgl. Fig. 11), der ein Einformen in den Kompressionsspalt ermöglicht, ist nicht erforderlich, das das hier eingesetzte Fasermaterial 4 die Zugspannung beim Kompressionsziehen trägt.

**[0044]** Fig. 5 zeigt schematisch eine perspektivische Seitenansicht einer Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Konturelements 2, wie auch in der vorher gehenden Fig. 4. Im Unterschied dazu ist jedoch der Radius R1, der zwischen dem Fasermaterial 4 und der Wand 8 des Konturelements 2 ausgebildet ist, erkennbar. Ebenso ist der Radius R2, der die Wand 8 mit einer Abplattung 6 verbindet, sichtbar. Die Abplattung 6 dient, wie schon zu Fig. 2 erläutert, insbesondere dazu, eine Fläche zu schaffen, mit der die Verbindung des Konturelements 2 mit einem weiteren Konturelement 2 oder einer Decklage 10 erleichtert oder gar erst ermöglicht wird.

**[0045]** Neben den Radien R1 und R2 hat auch der Schrägungswinkel  $\alpha$  eine besondere Bedeutung für die Steifigkeit des Formteils 1. Somit kann durch die Wahl des Schrägungswinkels  $\alpha$ , von Radius R1 und Radius R2 unter Berücksichtigung der Steifigkeit des Fasermaterials

terials 4 die Energieaufnahme des Formteils 1, wenn es als ein Polstermittel 20 zum Einsatz kommt, oder die Steifigkeit des Formteils 1, wenn es als Kernschicht 30 zum Einsatz kommt, eingestellt werden.

**[0046]** Fig. 6 zeigt schematisch eine perspektivische Ansicht einer Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Formteils 1 mit Decklage 10. Die Decklage 10 wird über die Abplattung in 6 des Konturelements 2 des Formteils 1 mit dem Formteil 1 verbunden.

**[0047]** Damit wird eine weitere Variante der Stabilisierung des Formteils 1, neben den in den Figuren 2 und 3 dargestellten, beschrieben.

**[0048]** Fig. 7 zeigt schematisch eine perspektivische Ansicht einer weiteren Ausführungsform eines doppellagig gefügten erfindungsgemäßen Formteils 1 mit Decklagen 10. Dabei wird, entsprechend der Ausführung gemäß Fig. 2, ein Bauelement geschaffen, das die doppelte Höhe eines Formteils 1 aufweist, zudem aber im Unterschied zu der Lösung gemäß Fig. 2 über eine geschlossene Oberfläche verfügt. Dies wird erreicht durch Aufbringen einer Decklage 10, die die Hohlräume, die Öffnungen der Konturelemente 2, verschließt, die aus dem Kompressionsziehen herrühren.

**[0049]** Auf diese Weise, im Sinne der Fig. 2 oder der Fig. 3 sowie der Figuren 6 oder 7, kann ein Polstermittel 20, bei dem die Konturelemente 2 Energie aufnehmen und eine Überlastung eines durch das Polstermittel 20 geschützten Packguts verhindern, oder eine Kernschicht 30 eines Sandwichmaterials ausgebildet werden.

**[0050]** Fig. 8 zeigt eine schematische Darstellung einer Ausführungsform eines Herstellungsverfahrens eines erfindungsgemäßen Formteils 1. Hierbei erfolgt das Kompressionsziehen über rotationsbewegliche Werkzeuge 12, hier nur stilisiert dargestellt, die nach einem kontinuierlichen, rotativen, walzenähnlichen Verfahren die Konturelemente 2 erzeugen.

**[0051]** Ebenso könnte, als eine Alternative zum dargestellten rotativen Verfahren, das Werkzeug 12 (zumindest eine Anordnung mehrerer Faltenhalter, Ziehbüchsen, Stempel und die zugehörigen Antriebe) sich zumindest über die Dauer der Umformung mit dem Fasermaterial in dessen Bahngeschwindigkeit mitbewegen, um nach erfolgtem Kompressionsziehvorgang zügig an den Startpunkt der Werkzeugbewegung zurückgeführt und für einen erneuten Einsatz vorbereitet zu werden.

**[0052]** Die Fig. 9 zeigt eine schematische geschnittene Darstellung von Formvarianten einzelner Konturelemente 2 des erfindungsgemäßen Formteils 1. Die Fig. 10 zeigt eine schematische geschnittene Darstellung von Formvarianten und Kombinationen einzelner Konturelemente 2 mit unterschiedlichen Formen in einem erfindungsgemäßen Formteil 1 und die Fig. 11 zeigt eine schematische Darstellung von Formvarianten einer Ausführungsform eines Schnittmusters von Entlastungsschnitten 40 in der Umgebung der Konturelemente 2 des erfindungsgemäßen Formteils 1.

**[0053]** Die geometrische Ausführung der Bahn des flächigen Fasermaterials 4, z. B. eine Papierbahn, mit Ver-

tiefungen, den Konturelementen 2, orientiert sich an der primären Funktion (Polsterwirkung oder Steifigkeit mit Klebeflächen). Die Energieaufnahme (Verformungsarbeit) oder die Steifigkeit werden so wie auch das Ansprechverhalten der Verformung mittels der Variation und Anordnung der nachfolgend aufgeführten Eigenschaften und geometrischen Elementen und Ausprägungen eingestellt:

- 10 - Geometrische Grundflächenform (z. B. zylindrisch, elliptisch, quadratisch, trapezförmig etc. mit Rundungsecken);
- Durchmesser bzw. Hauptabmaße;
- Schrägungswinkel der Wand  $\alpha$ ;
- 15 - Rundungsradien am Einlauf (R1) und am Boden (R2);
- Ziehtiefen  $h_1, h_2$ ;
- Längsrillen 44 als Versteifungen längs zur Wand 8 mit Teilung  $t_2$ , Breite  $b_2$ , Stufenhöhe  $h_4$  und Prägtiefe  $s_2$ ;
- 20 - Scharnerrillen 46 als elastische und/oder plastische Scharniere quer oder radial zur Wand 8 mit der Prägtiefe  $s_1$  und der Teilung  $t_3$ ;
- Scharnierstufen 48 ebenfalls als Scharniere mit überwiegend Delaminationsverformung mit den Radien  $r_3, r_4$ , der Stufenhöhe  $h_4$  und der Stufenbreite  $b_1$ ;
- 25 - Einbringung von Bodenprägungen 45 bzw. Bodenverformungen in die Abplattung 6 mit der Tiefe  $h_3$  und der Randfläche c.

**[0054]** Entscheidend für die Widerstandskurve, die sich bei orthogonaler Belastung ergibt, ist die Lastein- und -weiterleitung, gesteuert durch die Anordnung der geometrischen Elemente. Diese bestimmt die Beanspruchungsart und deren Mischung und führt entsprechend zu unterschiedlichen Verformungsarten (z. B. Biegebruch mit Lagendelamination, Knickung, Druck, Scherung). Eine gezielte Kombination dieser Verformungsfälle und Beanspruchungsarten in einem Konturelement 2, z. B. durch Einbringung von Scharnerrillen 46 oder Scharnierstufen 48, führt zur Aufteilung in Bereiche B1, B2 ... Bn über die Tiefe  $h_1, h_2$ , die gezielt angeordnet werden können, um in Kombination eine auf die Anwendung angepasste Energieaufnahme bzw. einen Widerstandsverlauf einzustellen. Die Beeinflussung der Polsterwege des Polstermittels 20 erfolgt über die unterschiedlichen Ziehtiefen  $h_1, h_2$  in den Bereichen B1, B2.

**[0055]** Die Kombination unterschiedlich aufgebauter Konturelemente 2 in Linienmustern, gebildet durch Längsrillen 44, lässt bei flächiger Belastung eine noch feiner gegliederte Aufteilung mit mehreren Bereichen B1, B2 zu. Dies kann zudem durch eine Versetzung verschiedenen aufgeteilter Linienmuster in einem Flächenmuster verfeinert werden.

**[0056]** Die Herstellung der Konturelemente 2 in der Bahn des flächigen Fasermaterials 4 wird beim Überschreiten von dessen Dehnbarkeit durch eine Anordnung von Entlastungsschnitten 40 erreicht. Durch das Schnitt-

muster der Entlastungsschnitte 40 bilden sich zwischen den sich auseinanderziehenden Schnittstellen bei der Umformung Stege 42, die das Konturelement 2 in der Bahn des flächigen Fasermaterials 4 halten und durch ihre Biegung ein Nachführen des Fasermaterials 4 in das Formwerkzeug, die Ziehbüchse mit dem Stempel, erlauben.

**[0057]** Die Fläche, die für eine Verklebung mit Decklagen oder gleichartig geformten Formteilen 1 genutzt werden kann, wird durch die Bodenfläche, die Abplattung 6, sowie die Bahnrestfläche des Fasermaterials 4, in der keine Umformung erfolgt, definiert.

## Bezugszeichenliste

### [0058]

1	Formteil
2	Konturelement
4	Fasermaterial
6	Abplattung
8	Wand
10	Decklage
12	Werkzeug, Arbeitsorgan
20	Polstermittel
30	Kernschicht
40	Entlastungsschnitt
42	Steg
44	Längsrille
45	Bodenprägung
46	Scharnierrille
48	Scharnierstufe
$\alpha$	Schrägungswinkel
B2, B2, Bn	Bereiche
$b_1$	Stufenbreite Scharnierstufen
$b_2$	Breite Längsrillen
$h_1, h_2$	Ziehtiefe Bereiche B1, B2
$h_3$	Tiefe Bodenprägung
$h_4$	Stufenhöhe Längsrillen/Scharnierstufe
$s_1$	Prägetiefe Scharnierrillen
$s_2$	Prägetiefe Längsrillen
$r_3, r_4$	Radius Scharnierstufe
R1	Radius (Ebene)
R2	Radius (Abplattung)
$t_2$	Teilung Längsrillen,
$t_3$	Teilung Scharnierrillen

## Patentansprüche

1. Formteil, bestehend aus einem flächigen Fasermaterial (4), in das aus einer Ebene des Fasermaterials (4) auskragende Konturelemente (2) mittels eines Kompressionsziehverfahrens eingeformt sind, wobei bei dem Kompressionsziehverfahren das Fasermaterial (4) während des Kompressionsziehens in einem mit einer Kraft beaufschlagten Faltenhalter geklemmt und in einen Ziehspalt zwischen einer

Ziehbüchse und einem Stempel, deren Querschnitte der Querschnittsform des Konturelements (2) entsprechen, eingezogen wird, wobei das Maß des Ziehspalts kleiner ist als die Stärke des Fasermaterials (4), sodass es in dem Ziehspalt zur Kompression des Fasermaterials (4) im Bereich der im Ziehspalt gebildeten Wand (8) der Konturelemente (2) kommt, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Formteil (1) eine Vielzahl von Konturelementen (2) aufweist und diese mit dem umgebenden Fasermaterial (4) zumindest teilweise verbunden bleiben.

2. Formteil nach Anspruch 1, wobei dessen Zuschnittkontur aus dem flächigen Fasermaterial (4) mittels eines Entlastungsschnitts teilweise herausgetrennt ist, sodass die Konturelemente (2) teilweise mit dem flächigen Fasermaterial (4) verbunden bleiben.

3. Formteil nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Konturelemente (2) in Form einer Halbkugel, eines Zylinders, eines Kegels, einer Pyramide oder eines Kegelstumpfs ausgebildet sind.

4. Formteil nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei das von der Ebene des Fasermaterials (4) abgewandte Ende der Konturelemente (2) eine Abplattung (6) aufweist.

5. Formteil nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei ein Radius (R1) an einem Übergang zwischen der Ebene des Fasermaterials (4) und dem Konturelement (2) einen Stauchwiderstand in der Weise beeinflusst, dass ein kleinerer Radius (R1) einen vergrößerten Stauchwiderstand des Konturelements (2) hervorruft.

6. Formteil nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei ein Schrägungswinkel ( $\alpha$ ) an dem Übergang zwischen der Ebene des Fasermaterials (4) und dem Konturelement (2) eine Steifigkeit in der Weise beeinflusst, dass der Schrägungswinkel ( $\alpha$ ) von 90° die größte Steifigkeit der Wand (8) des Konturelements (2) hervorruft.

7. Formteil nach Anspruch 6, wobei eine Decklage (10) vorgesehen ist und die Verbindung des Formteils (1) im Bereich des von der Ebene des Fasermaterials (4) abgewandten Endes der Konturelemente (2) mit einer Decklage (10) erfolgt.

8. Formteil nach Anspruch 7, wobei die Verbindung mittels einer klebstofffreien Technik erfolgt.

9. Polstermittel, **umfassend** das Formteil (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8.

10. Polstermittel nach Anspruch 9, wobei die Anordnung und die Kombination der Konturelemente (2) so er-



folgen kann, dass eine gezielte Rückfederwirkung erreicht wird und der elastische Energieanteil vergleichsweise hoch ist, um erneute Belastungen aufzunehmen.

5

11. Kernschicht eines Sandwichmaterials, **umfassend** das Formteil (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8 und Deckschichten (10), wobei auf beide Flachseiten des Formteils (2) die bahnförmigen Deckschichten (10) schubfest aufgebracht sind. 10
12. Verfahren zur Herstellung eines Formteils, bestehend aus einem flächigen Fasermaterial (4), in das Konturelemente (2) mittels eines Kompressionsziehverfahrens dreidimensional eingeformt werden, wobei bei dem Kompressionsziehverfahren das Fasermaterial (4) während des Kompressionsziehens in einem mit einer definierten Kraft beaufschlagten Faltenhalter geklemmt und in einen Ziehspalt zwischen einer Ziehbüchse und einem Stempel, deren Querschnitte der Querschnittsform der Konturelemente (2) entsprechen, eingezogen wird, wobei das Spaltmaß des Ziehspalts kleiner ist als die Stärke des Fasermaterials (4), sodass es in dem Ziehspalt zur Kompression des Fasermaterials (4) kommt, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Konturelemente (2) in einer oder mehreren Wirkpaarungen kontinuierlich in wenigstens einem Schritt geformt werden, wobei der Faltenhalter, die Ziehbüchse und der Stempel zur Durchführung des Kompressionsziehverfahrens in ein sich rotatorisch oder linear repetitiv bewegendes Arbeitsorgan (12) integriert sind. 15  
20  
25  
30
13. Verfahren nach Anspruch 12, wobei die Kraft, mit der der Faltenhalter beaufschlagt wird, einstellbar ist und damit die Festigkeit und die Ausbildung von Falten in der Wand (8) beeinflusst werden kann. 35
14. Verfahren zur Herstellung eines plattenförmigen Sandwichverbunds, **dadurch gekennzeichnet, dass** Decklagen (10) sowie ein oder mehrere Formteile (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 8 kontinuierlich zusammengeführt, mit Klebstoff beschichtet und dann geklebt oder durch klebstofffreie Techniken gefügt und anschließend miteinander zu einem Sandwichverbund verpresst, längs besäumt und quer abgetrennt werden. 40  
45

50

55

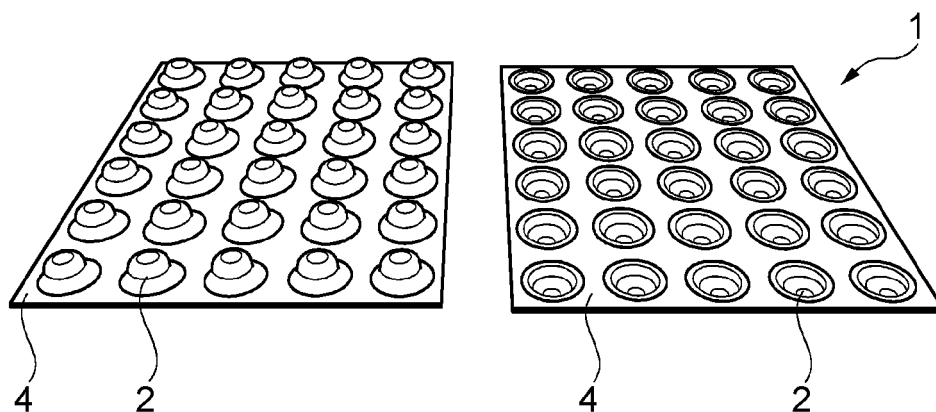


Fig. 1

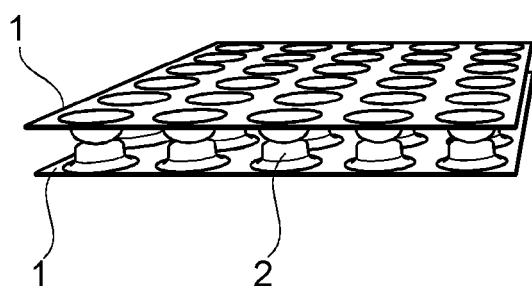


Fig. 2

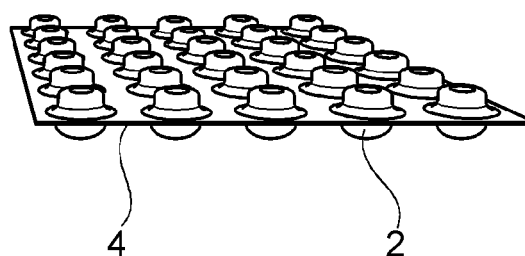


Fig. 3

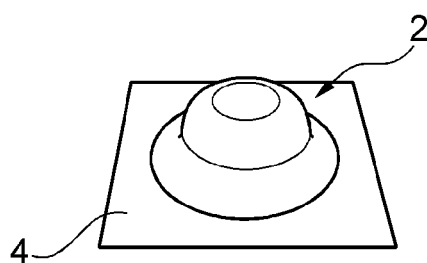


Fig. 4

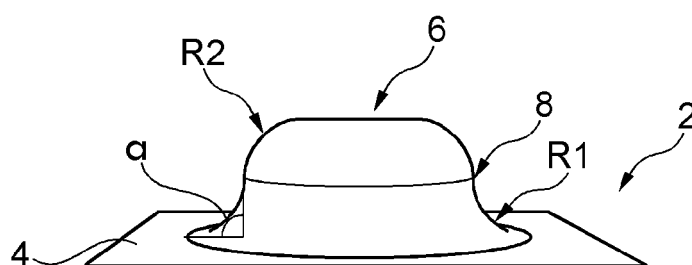


Fig. 5

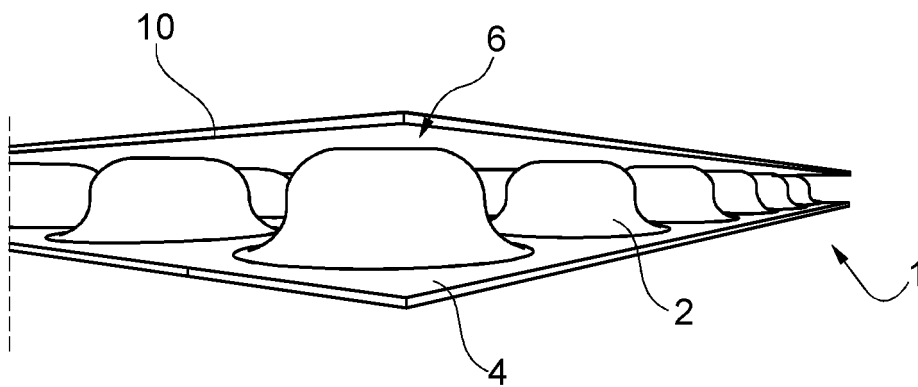


Fig. 6

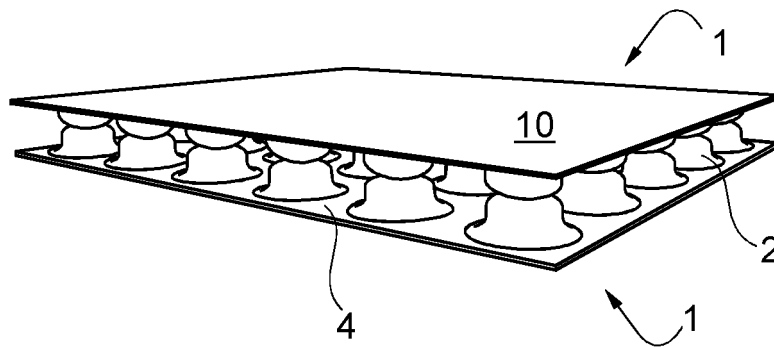


Fig. 7

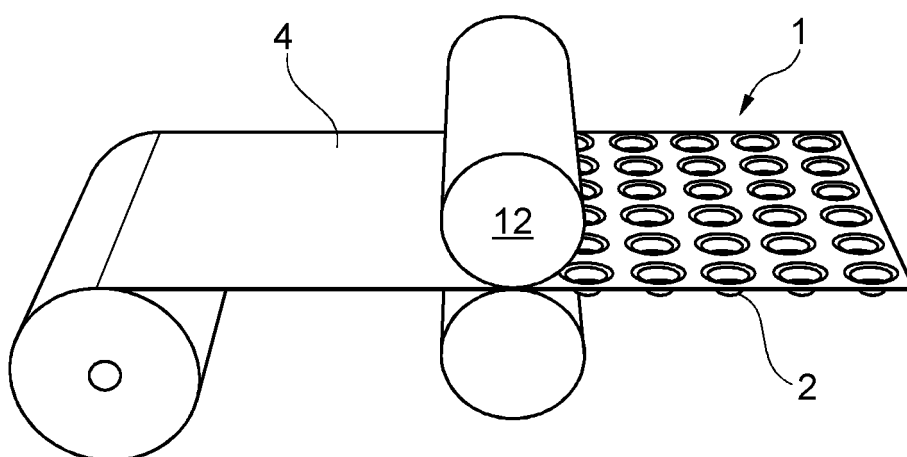


Fig. 8

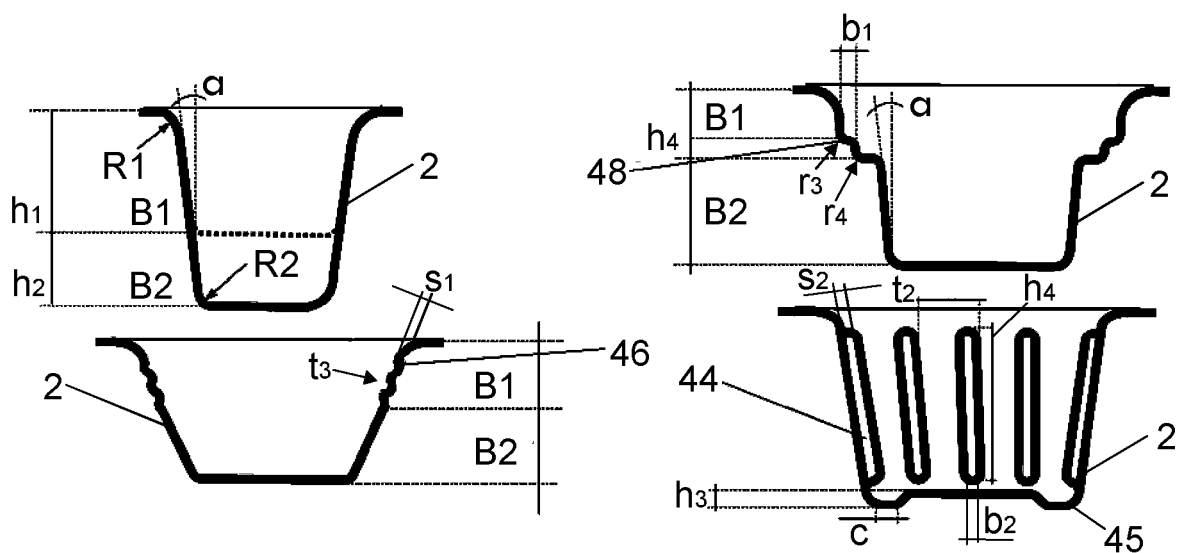


Fig. 9

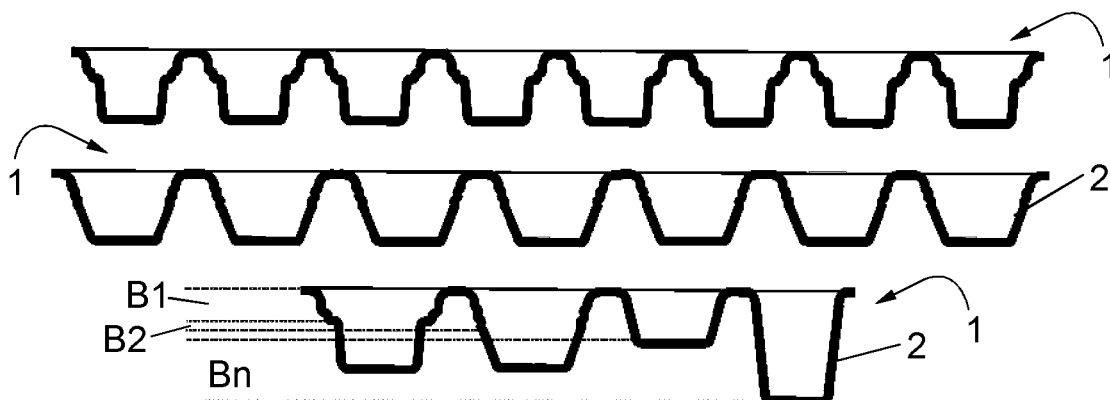


Fig. 10

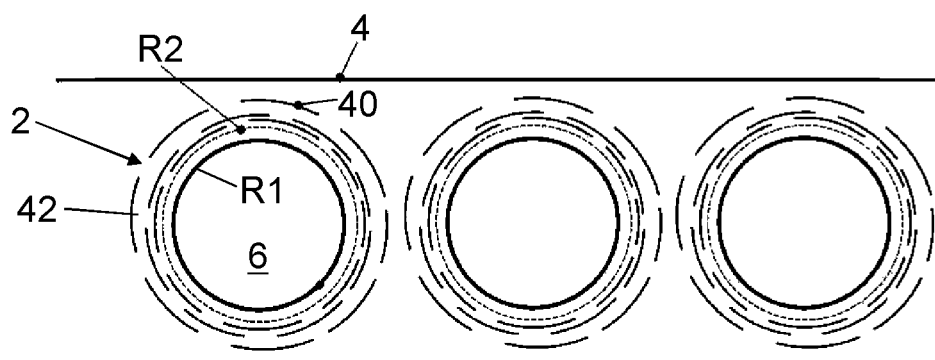


Fig. 11



## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 21 20 6579

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 10 2016 106142 A1 (TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN [DE]) 5. Oktober 2017 (2017-10-05)	1-6, 9, 10, 12, 13	INV. B31D5/00 B31F1/07 B31D5/02
A	* Absätze [0013], [0023], [0028], [0046] - [0048]; Abbildungen 1-4 *	14	
	-----		
X	US 4 778 439 A (ALEXANDER GAROLD W [US]) 18. Oktober 1988 (1988-10-18)	1, 5, 6, 9, 10	
A	* Zeilen 3-5, Absatz 2; Abbildung 3 *	12-14	
	-----		
X	EP 2 463 088 A2 (IPCO LIMITED [GB]) 13. Juni 2012 (2012-06-13)	1, 3-6, 8-11	
	* Absätze [0044], [0045], [0050]; Abbildungen 1-8 *		
	-----		
X	US 997 994 A (HAHN JOHN N [US]) 18. Juli 1911 (1911-07-18)	1, 3-10	
	* das ganze Dokument *		
	-----		
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B31D B31F
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>München</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>18. März 2022</b>	Prüfer <b>Sundqvist, Stefan</b>
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument ..... & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 21 20 6579

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.  
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

18-03-2022

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
<b>DE 102016106142 A1</b>	<b>05-10-2017</b>	<b>KEINE</b>	
<b>US 4778439 A</b>	<b>18-10-1988</b>	<b>AT 68128 T</b>	<b>15-10-1991</b>
		<b>CA 1299906 C</b>	<b>05-05-1992</b>
		<b>EP 0295928 A1</b>	<b>21-12-1988</b>
		<b>ES 2026256 T3</b>	<b>16-04-1992</b>
		<b>JP S6487227 A</b>	<b>31-03-1989</b>
		<b>US 4778439 A</b>	<b>18-10-1988</b>
<b>EP 2463088 A2</b>	<b>13-06-2012</b>	<b>EP 2463088 A2</b>	<b>13-06-2012</b>
		<b>GB 2488509 A</b>	<b>05-09-2012</b>
<b>US 997994 A</b>	<b>18-07-1911</b>	<b>KEINE</b>	

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

**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 102014106427 A1 **[0003]**
- WO 2016155710 A **[0004]**
- DE 1863549 U1 **[0005]**
- DE 19758126 A1 **[0006]**